



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"ACATLAN"

"ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA ESTRUCTURAL
PARA UN DESCARGADERO DE COMBUSTIBLE EN
UNA PLANTA TERMoeLECTRICA"

T E S I S

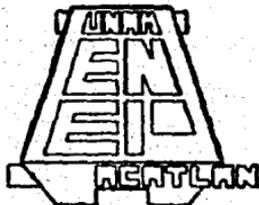
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A N

GONZALO CHAVEZ NIEVA

VICTOR MANUEL PEREZ HERNANDEZ



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ACATLAN, EDO. DE MEX.

1989



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.

INDICE

PROLOGO	PAG
CAPITULO I "ASPECTOS GENERALES"	
1.1 Introducción	4
1.2 Tipo de estructura	5
1.3 Localización	6
1.4 Mareas y oleaje	6
1.5 Características de las embarcaciones	7
1.6 Dimensionamiento general	11
CAPITULO II "SOLICITACIONES"	
2.1 Condiciones generales de carga	15
2.2 Determinación de magnitudes de carga	23
2.2.0 Cargas muertas	23
2.2.1 Cargas vivas verticales uniformes	27
2.2.2 Viento y corrientes sobre el buque	27
2.2.3 Tensiones de holardo	43
2.2.4 Viento sobre el muelle	58
2.2.5 Impacto	62
2.2.6 Tensión y empuje producidos por la acción del oleaje sobre el buque amarrado	69
2.2.7 Sismo transversal y longitudinal	74
2.2.8 Resumen de cargas	76
2.2.9 Combinaciones de carga	79
CAPITULO III "ANALISIS"	
3.1 Introducción	84
3.2 Viaducto	86
3.3 Dimensionamiento de trabe cajón	87
3.4 Cargas	89
3.5 Análisis de trabe cajón	91
3.6 Análisis de la subestructura	106
3.6.0 Oscilación inducida por corrientes	106
3.6.1 Análisis de caballetes por computadora	110
3.6.2 Interpretación de la corrida	117
3.6.3 Revisión del elemento crítico	119
CAPITULO IV "DISEÑO"	
4.1 Diseño de trabe cajón	123
4.2 Revisión por cortante	126

4.3 Revisión por flexión (momento negativo)	131
4.4 Revisión local	132
4.5 Revisión del cajón	136
4.6 Armado por temperatura	137
4.7 Detalle del armado para trabe cajón	138
4.8 Planos	139

ANEXO Corrida del programa

RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

PROLOGO

Existe en la gran mayoría de estudiantes a punto de terminar una carrera a nivel licenciatura una inconformidad, generalmente provocada por incertidumbre con respecto a la realización de tesis profesional, requisito final indispensable para lograr la titulación.

Entre las más comunes opiniones o pretextos que tratan de justificar la mencionada inconformidad están la de que "un único trabajo final no es representativo de la tarea realizada en toda una carrera por el estudiante y por ende no válido para una evaluación general", o "se supone que la finalidad del trabajo es la aportación de algo nuevo en la rama y a nuestro nivel es muy difícil cumplir esta premisa cayendo la mayoría de los trabajos en una repetición monótona de temas muy trillados por profesionales titulados que en su momento tuvieron que afrontar el mismo requisito". Estos puntos de vista no dejan de tener su razón, ya que marcan una realidad insoslayable en la gran mayoría de la población estudiantil; sin embargo, son tomadas generalmente como disfraz para la incertidumbre propia de alguien que va a realizar un trabajo del cual no conoce aún tema y además se le revisará a conciencia, ya que representa su justificación al intento de obtener el título, es decir, tiene la obligación de realizar un trabajo extraordinario.

Se piensa que lo escrito en el último párrafo representa la razón principal para el rechazo inicial de la realización de tesis e incluso se podría señalar como el obstáculo más importante a librar, ya que cuando se llega a concretar una idea del trabajo en cuanto contenido y es aceptada por el consejo encargado de la sanción, lo demás se vuelve sólo trabajo tanto manual como de investigación, pero con la gran ventaja de contar con una línea definida de desarrollo y enfocada a objetivos predeterminados. Es entonces cuando desaparece el rechazo y se trata de realizar un buen trabajo, llegando a olvidar que su objetivo es cumplir un requisito burocrático, tomándole el interés propio de alguien que investiga y trabaja por convicción y no por obligación.

Queda expuesta pues la idea que nos motiva a atacar con particular interés el presente trabajo confiando en que somos capaces de realizar tareas dentro del campo profesional donde vamos a desarrollarnos.

Finalmente, queremos agradecer a todas aquellas personas que de alguna manera han colaborado para que este trabajo sea una realidad; agradeciendo de manera especial al Ing. Juan José Camarena Hernández, quien en todo momento nos brindó su total apoyo y que además fue director de este trabajo.

Gracias.

CAPITULO I
ASPECTOS GENERALES.

INTRODUCCION.

Para iniciar, se debe justificar de alguna manera la realización del proyecto desde el punto de vista económico, de seguridad y de funcionalidad; sabemos que la importancia de una Planta Termoeléctrica es mayúscula debido a que satisface grandes necesidades de suministro de energía al estado en que se encuentre ubicada (en este caso en particular, a Sonora), por lo que es primordial el abastecimiento siempre exacto del combustible necesario para el funcionamiento de dicha planta, ya que de ello depende dicho suministro.

Dada la ubicación de la Planta Termoeléctrica, se vislumbra la conveniencia del suministro de combustible por vía marítima, ya que los imponderables a los que está sujeto son menores que por vía terrestre, además de ser menores también los requerimientos de infraestructura necesarios para realizar este suministro. Por ejemplo, para llevarlo a cabo por vía terrestre, se hace necesaria la realización de caminos carreteros o vías férreas que ya en sí mismos representan una gran inversión económica debido a su magnitud, ya que deben ser suficientes para soportar el transporte de las grandes cantidades de combustible, tomando en cuenta la magnitud de la planta; además existe el riesgo de un accidente que en un momento determinado bloqueara el acceso a la planta (más probable en vía férrea), lo que obviamente acarreará grandes pérdidas económicas, sobre todo en el ramo industrial debido a la falta de suministro adecuado de energía eléctrica necesaria para su funcionamiento. Estos aspectos también son factibles en transporte marítimo aunque en menor grado ya que las probabilidades de accidente son menores que en el caso anterior, además de que, salvo que ocurriera muy cerca del descargadero, un accidente no bloquearía el suministro de combustible. Con respecto a la realización de infraestructura de acceso, la parte que provocaría mayor erogación sería precisamente la estructura de descargadero que nos ocupa, ya que el mar representa una infinidad de caminos para llegar a un mismo punto.

Por estos aspectos planteados, además de otros de menor importancia, se elige la alternativa de suministro por vía marítima, para lo cual se hace necesario el análisis y diseño de la estructura que soporte la descarga y transporte del combustible desde los buques tanque hasta la planta misma con un grado de seguridad y funcionalidad razonables.

TIPO DE ESTRUCTURA.

Se puede decir que se trata de todo un sistema de descargadero que consta de las siguientes partes principales:

- * Viaducto
- * Plataforma de Operación
- * Plataformas de Atraque y Amarre (2)
- * Duques de Alba (4)

Hay que aclarar que este tipo de estructura de atraque está clasificada dentro de los tipos de muelle como en "T" o en "L" debido a su forma, y que la experiencia ha demostrado que es el más indicado para cumplir funciones de descarga y conducción de productos por medio de bombas y tuberías que sean transportados por grandes embarcaciones, pues otros tipos de muelles, como son los Marginales o Paralelos a la Costa entre otros, son más indicados cuando la descarga tenga que hacerse cerca de la bodegas mediante grúas o descargadores.

Dentro de los aspectos que apoyan lo escrito es, por ejemplo, que se cuenta con mayor libertad para realizar maniobras de descarga, además de que se tienen cargas verticales mucho menores, lo cual permite aligerar bastante las pasarelas de acceso.

Otra de las particularidades de este tipo de estructura es que solo las plataformas de atraque y amarre son las que se encargan de absorber la energía cinética de las embarcaciones (impacto), por lo que la plataforma de operación sólo soportará precisamente eso, maniobras de operación. Esto evita el riesgo de daños en el equipo de descarga y tuberías, lo que podría suceder en caso de impactos de proa o popa directamente sobre las estructuras de atraque.

Con respecto a los Duques de Alba, aunque en algunos casos cumplen también con funciones de absorción de energía cinética por impacto, en este caso sólo absorberán la energía generada por los amarres para mantener inmóvil la embarcación.

En sí, estos son los componentes principales del sistema estructural de descargadero, además de elementos secundarios como son las Pasarelas, Viaducto, Casetas, etc.

LOCALIZACION.

La Planta Termoeléctrica está localizada en Puerto Libertad en el estado de Sonora el cual se encuentra a 190 kms. al noroeste de Hermosillo y 105 kms. al suroeste de Caborca, esto en la costa que tiene el Estado con el Golfo de California. Ese lugar queda dentro de la zona que limitan los meridianos $112^{\circ}39'$ y $112^{\circ}53'$ y los paralelos $29^{\circ}39'$ y $30^{\circ}18'$.

Lógicamente, el descargadero se considera parte integral de la misma planta y como tal tendrá la misma localización descrita, aunque, como dato de mayor exactitud, se puede mencionar que estará en un lugar llamado Punta Caballo, el cual se encuentra al sur del área de la planta.

Con respecto a la orientación del muelle, aunque se tomó en consideración la información de la Rosa de Vientos, así como el estudio de Batimetría, el aspecto que más influyó para su determinación fue la condición de corrientes locales ya que éstas dificultan de manera considerable las maniobras de las embarcaciones. De acuerdo con esto, la orientación se hizo siguiendo un trazo de tal forma que el eje de la estructura fuera perpendicular a las curvas batimétricas, disminuyendo el efecto de las corrientes y alcanzando mayor profundidad en menor distancia.

MAREAS Y OLEAJE.

Es importante considerar estos fenómenos ya que influyen en el cálculo de las dimensiones del muelle, por lo cual fue necesario recabar información sobre éstos; por el momento, sólo interesa conocer los valores de amplitud de marea, ya que las fuerzas inducidas serán determinadas y analizadas en el capítulo correspondiente. Cabe mencionar que las mareas son importantes no sólo por los niveles que alcanzan, sino también por las corrientes que originan; generalmente, en obras marítimas se citan las elevaciones de marea con referencia al nivel de marea baja media, siendo importante conocer los valores de niveles de pleamar máxima y mínima registradas, así como el nivel medio del mar ya que estos influyen en forma considerable en la determinación de las dimensiones del muelle.

Con respecto al oleaje, se puede precisar que sus efectos son de características similares al los de las mareas, ya que en esencia el fenómeno es el mismo, aunque con diferencias básicamente en el periodo; entonces es necesario conocer puntos como longitud, altura de ola significativa, periodo, etc. ya que esto también influye en este proyecto.

El objetivo básico de este trabajo no es un estudio de las condiciones marítimas, por lo cual se tomarán los datos de las cartas oceanográficas que ya existen para remitirlas como datos específicos a este proyecto. De acuerdo a dichas cartas se obtuvieron los siguientes valores de amplitud de marea:

* Pleamar Máxima	+ 2.662 P.M.
* Pleamar Media Superior	+ 1.080 P.M.S.
* Pleamar Media	+ 0.626 P.M.P.
* Nivel Medio del Mar	0.000 N.M.M.
* Nivel Medio de Marea	- 0.017 N.M.M.
* Bajamar Media	- 0.660 B.M.
* Bajamar Media Inferior	- 1.161 B.M.I.
* Bajamar Mínima	- 2.628 B.M.

Con respecto a datos de oleaje, el que en este momento interesa, es el de altura de ola y ésta es:

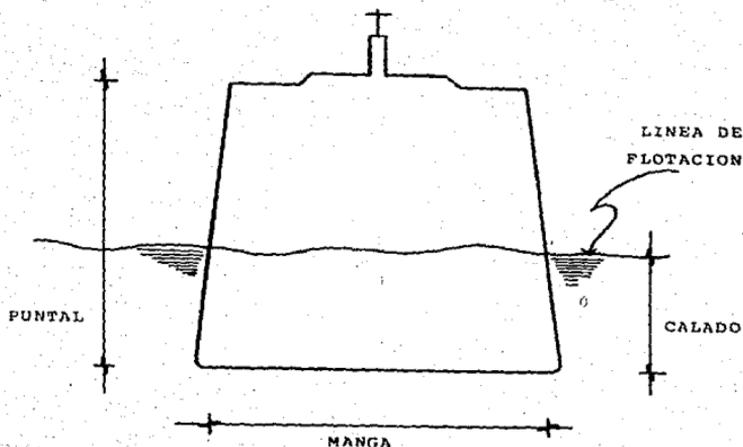
* Oleaje Normal	0.35 M.
-----------------	---------

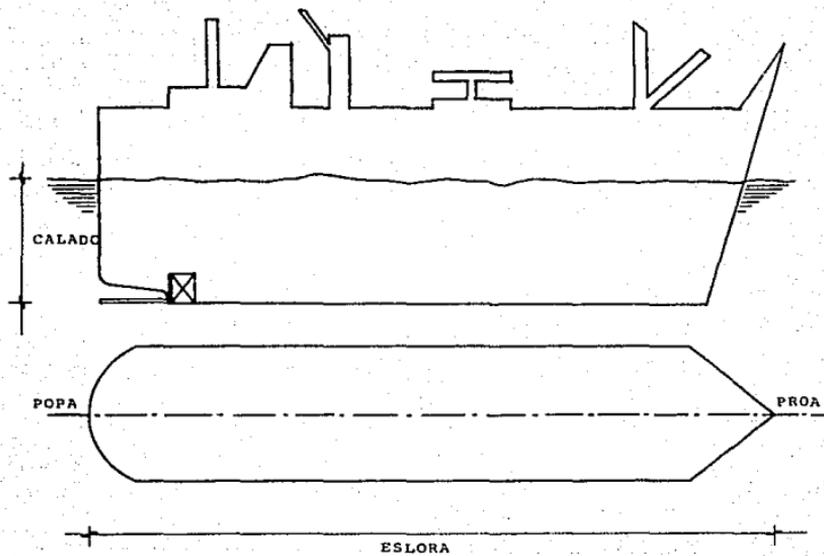
CARACTERISTICAS DE LAS EMBARCACIONES.

La función básica del muelle es, como se mencionó ya, soportar la descarga de combustible, aunque ello no implica que no pueda realizar otras funciones secundarias; por esto, el diseño debe realizarse tomando en cuenta las

características de los buques tanque que se encargan del transporte del combustible.

Con el objeto de recordar las partes principales de las embarcaciones y unificar las ideas sobre los términos que se usarán, se ilustran a continuación dichas partes:





Entre los términos más comúnmente utilizados se tienen:

Desplazamiento (W). Peso real de la nave (peso del agua desplazada cuando flota).

Peso Muerto (DWT). Capacidad de carga del barco, es la diferencia entre el desplazamiento cargado y descargado.

En base a lo anterior, se puede observar que el calado podrá ser diferente dependiendo de las condiciones de carga del barco: cargado total, parcial o descargado. Las características de los barcos que atracarán en el muelle son las siguientes:

* Buques tanque hasta de 55,000 Ton. DWT

Eslora total	236.0 M.
Eslora entre perpendiculares	225.0 M.
Manga	32.6 M.
Puntal	16.5 M.
Calado de Verano	12.0 M.
Area máxima longitudinal de deriva debida al viento	3700.0 M2.
Area máxima transversal de deriva debida al viento	1300.0 M2.
Desplazamiento total a plena carga (W)	69000.0 Ton.

En base a estos datos, es posible indicar el dimensionamiento general del muelle.

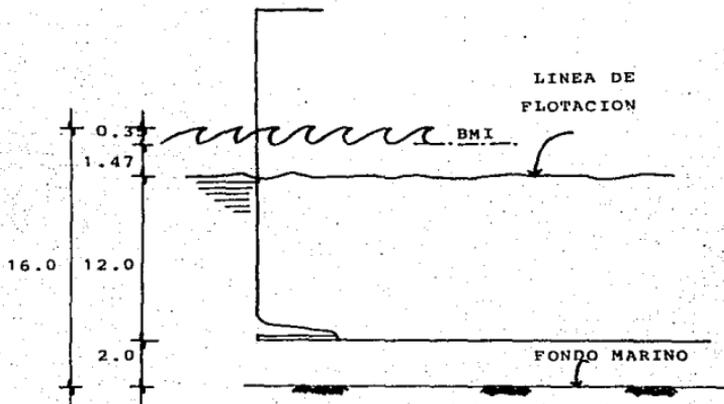
DIMENSIONAMIENTO GENERAL.

La profundidad del muelle se determinó en base a lo siguiente:

Calado a plena carga	12.000 M.
Calado necesario de quilla a fondo	2.000 M.
Amplitud de bajamar mínima, referenciada al nivel de bajamar media inferior	1.467 M.
Oleaje normal	<u>0.350 M.</u>
	15.817 M.

Por lo tanto, la profundidad será de -16 M. referenciado al nivel de bajamar media inferior.

Estos datos son importantes, no sólo para tener una buena eficiencia en la maniobrabilidad de las embarcaciones, sino también porque indican la longitud de los pilotes que soporten a la superestructura del sistema.



Para la profundidad determinada y tomando en cuenta la información de las curvas batimétricas, se obtiene una longitud total de viaducto de 940 M.

Las elevaciones del muelle y demás elementos componentes del sistema estarán determinados por condiciones de operación de las embarcaciones en todos los niveles posibles de marea y condiciones de carga que se presenten.

Si se considera un puntal de 16.5 M. en las embarcaciones y un calado de verano de 12 M., se obtiene un bordo mínimo de 4.5 M., que combinado con los diferentes niveles de marea determinarán las elevaciones de cubierta correspondientes.

* Con barco a plena carga, la elevación de cubierta es:

en pleamar máxima registrada	+ 3.823
bordo mínimo	+ 4.500
	+ 8.323 M.
en bajamar mínima registrada	- 1.467
bordo mínimo	+ 4.500
	+ 3.033 M.

* Con barco en lastre, la elevación es:

en pleamar máxima registrada	+ 3.823
bordo máximo	+ 12.000
	+ 15.823 M.
en bajamar mínima registrada	- 1.467
bordo máximo	+ 12.000
	+ 10.533 M.

Es importante recordar que el nivel de referencia adoptado es el de bajamar media inferior a partir del cual están dados todos los valores.

En base a los rangos de variación encontrados, se puede deducir que los niveles óptimos de operación son los siguientes: el nivel del muelle será de 4.8 M.; el nivel de plataforma de garzas, 8.0 M., y el de piso terminado de la caseta de operación de garzas, 13.4 M.

Una vez obtenidos los niveles básicos de operación, se procede a la determinación de las sollicitaciones a que está sujeta la estructura.

CAPITULO II
SOLICITACIONES.

CONDICIONES GENERALES DE CARGA.

En este capítulo se determinarán las magnitudes de carga que estarán actuando en la estructura, así como las combinaciones críticas que se presenten y produzcan los elementos mecánicos mayores con los cuales se hará el análisis estructural.

Las cargas a ser consideradas son muy diversas debido a la naturaleza del proyecto y al lugar en que se encuentra la estructura; las más importantes son:

- * Carga Muerta (W_m). Es el peso de la superestructura y subestructura, así como de cualquier equipo permanente y que su magnitud no varíe durante la operación.
- * Carga Viva (W_v). Son las cargas impuestas a la estructura durante la operación del muelle y no cambian durante la operación de éste.
- * Cargas Ambientales (W_a). Son cargas impuestas al muelle por fenómenos naturales, tales como viento, corriente o sismo.
- * Cargas Dinámicas (W_d). Son las impuestas al muelle como respuesta a cualquier excitación de un ciclo natural, o bien debida a la reacción que se provoque a un impacto. La excitación puede ser causada por oleaje o movimiento sísmico, mientras que el impacto es causado por el atraque de las embarcaciones.

Las características y magnitudes de todas estas cargas se determinarán en su momento; las condiciones de carga incluirán las de operación y las extremas ambientales, combinadas con cargas vivas y muertas; dicha combinación se realizará de la siguiente manera:

1. Condiciones ambientales de operación combinadas con cargas muertas y vivas máximas apropiadas para las operaciones normales del muelle.
2. Condiciones ambientales de operación combinadas con cargas muertas y vivas mínimas apropiadas para la operación normal del muelle.

3. Condiciones ambientales de diseño con cargas muertas y vivas máximas apropiadas para combinar con condiciones extremas.
4. Condiciones ambientales de diseño con cargas muertas y vivas mínimas apropiadas para combinar con condiciones extremas.

Para efectos de análisis es necesario dar algunas condiciones de aplicación de cargas, pudiéndose especificar que las cargas ambientales, a excepción de las sísmicas, serán combinadas tomando en cuenta la probabilidad de ocurrencia simultánea con la condición de carga que se esté considerando. La carga sísmica se puede imponer como una condición aparte o, en su defecto, se considerará con otra que esté restringida.

Las combinaciones de carga para cada estructura son las siguientes:

* Plataformas de Atraque.

- a. $W_m + W_v$
- b. $W_m + W_v(50\%) + \text{Eza. sísmica}$
- c. $W_m + W_v(50\%) + \text{Eza. sísmica} + \text{Eza. oleaje}(R)$
- d. $W_m + \text{Eza. de atraque del buque}$
- e. $W_m + \text{Eza. de atraque del buque} + \text{Eza. de corrientes}(R)$
- f. $W_m + W_v + \text{Eza. de atraque del buque}$
- g. $W_m + \text{Eza. de corrientes}$
- h. $W_m + \text{Eza. oleaje}$
- i. $W_m + \text{Eza. inducida por el buque amarrado sujeto a la acción del oleaje o empuje de corrientes}$
- j. $W_m + \text{viento sobre la estructura}$
- k. $W_m + \text{viento sobre el buque (Aconchamiento)}$
- l. $W_m + \text{viento sobre la estructura} + \text{oleaje}$

* Duques de Alba 2 y 3.

- a. $W_m + W_v$
- b. $W_m + W_v(50\%) + E_{za}$. sísmica
- c. $W_m + W_v(50\%) + E_{za}$. sísmica + E_{za} . oleaje(R)
- d. $W_m +$ tensión de bita-cabos través
- e. $W_m +$ tensión de bita + E_{za} . de corrientes(R)
- f. $W_m + W_v +$ tensión de bita-cabos través
- g. $W_m + E_{za}$. de corrientes
- h. $W_m + E_{za}$. oleaje
- i. $W_m +$ viento sobre la estructura
- j. $W_m +$ viento sobre la estructura + oleaje

* Duques de Alba 1 y 4.

- a. $W_m + W_v$
- b. $W_m + W_v(50\%) + E_{za}$. sísmica
- c. $W_m + W_v(50\%) + E_{za}$. sísmica + E_{za} . oleaje(R)
- d. $W_m +$ tensión de bita-cabos largos
- e. $W_m +$ tensión de bita + E_{za} . de corrientes(R)
- f. $W_m + W_v +$ tensión de bita-cabos largos
- g. $W_m + E_{za}$. de corrientes
- h. $W_m + E_{za}$. oleaje
- i. $W_m +$ viento sobre la estructura
- j. $W_m +$ viento sobre la estructura + oleaje

* Plataforma de Operación

- a. $W_m + W_v$
- b. $W_m + W_v(50\%) + \text{Fza. sismica}$
- c. $W_m + W_v(50\%) + \text{Fza. sismica} + \text{Fza. oleaje}(R)$
- d. $W_m + \text{Fza. de oleaje}$
- e. $W_m + \text{viento sobre la estructura}$
- f. $W_m + \text{viento sobre la estructura} + \text{Fza. oleaje}(R)$

Donde:

- W_m = Carga muerta
- W_v = Carga viva vertical uniforme
- $\text{Fza. oleaje}(R)$ = Fuerza inducida por oleaje que permite al buque permanecer amarrado.
- $\text{Fza. corrientes}(R)$ = Fuerza inducida por corrientes moderadas que permite al buque permanecer amarrado.

Para realizar la evaluación de las cargas se necesita tener una serie de conocimientos y hacer una serie de consideraciones acerca de las cargas especiales, ya que este tipo de proyecto tiene varios tipos de cargas que no son usuales en estructuras comunes, tanto por el lugar donde se sitúa como por aspectos de subestructura. Al respecto se pueden indicar las siguientes consideraciones:

A. Viento y Corrientes.

Es posible considerar que por ser una estructura mar adentro, la velocidad del viento para diseño debe ser la correspondiente al viento dominante por ser la de mayor intensidad, y en cualquier momento actúa sobre la estructura; por otra parte, la velocidad del viento cuando se tiene operación de descarga, se puede considerar reducida, ya que es poco probable que estas maniobras se efectúen con la ocurrencia del viento dominante. Tomando como referencia las Rosas de Vientos que existen para el lugar donde se encuentra la estructura, las velocidades a utilizar

segundo, que corresponden a huracán y vendaval, respectivamente (1). Esta última se considerará incidendo sobre el área máxima longitudinal de deriva de la embarcación debida al viento, tratando de aconcharla o separarla del muelle, y que servirá para calcular las fuerzas horizontales debidas al empuje del barco impulsado por el viento. Se deberán combinar los efectos de viento y corriente sobre el buque para distintas direcciones de incidencia, condiciones de carga y niveles de marea.

B. Olas

Aunque las fuerzas de oleaje son de naturaleza dinámica, en los casos prácticos donde las profundidades son menores de 30 metros, se pueden representar por sus correspondientes estáticos equivalentes.

El cálculo que las fuerzas de oleaje ejercen sobre un objeto cilíndrico depende de la relación entre la longitud de la ola y el diámetro del objeto en cuestión; si esta relación es grande, se puede considerar que el objeto no modifica significativamente la ola incidente.

La fuerza de oleaje tendrá, básicamente, dos componentes principales, una fuerza de arrastre relacionada con la energía cinética del agua y otra fuerza de inercia relacionada con la aceleración de la masa del agua, la suma de ambas arrojará el empuje total del oleaje para la cual existe una expresión dada por Morison (2) que es:

$$F = 0.5 \rho * C_d * D * u^2 + \rho * C_m * \nabla (4D^3)^{1/2} * du/dt$$

donde:

F = Fuerza por unidad de longitud

ρ = Densidad del fluido

u = Velocidad perpendicular del pilote debida al movimiento del agua

(1) Torres, J.L., "Estructuras Marítimas"

(2) Coastal Engineering Research Center, "Shore Protection Manual", Cap. VII.

du/dt = Aceleración perpendicular al pilote debida al movimiento del agua

D = Diámetro del pilote

C_m = Coeficiente de inercia

C_d = Coeficiente de arrastre

Los valores de los coeficientes C_m y C_d dependen, en gran parte, de la teoría de olas que se este usando.

C. Velocidad de Atraque

Es la componente de la velocidad de la embarcación perpendicular al paramento de atraque cuando la embarcación va llegando; estos valores dependen del tonelaje de peso muerto de la embarcación en cuestión, ya que a mayor peso obviamente corresponde menor velocidad de atraque. Los valores tabulados son: (1)

Peso Muerto (Ton.)	Vel. Promedio (M/Seg)
9550 ó menos	0.20
18000	0.15
60000	0.10

El ángulo de acercamiento al muelle está definido por el ángulo de incidencia que se forma entre el paramento del muelle y el eje longitudinal de la embarcación, mismo que no debe exceder de 10° .

D. Peso Virtual de la Embarcación

Este valor es necesario para poder calcular la energía cinética que se transmite de la embarcación al muelle y corresponde a la suma del desplazamiento más un peso extra formado por un cilindro de agua de mar que tenga la longitud igual a la eslora del barco y un diámetro equivalente al calado en plena carga (2); se debe considerar además que el barco hace contacto en su costado con el muelle a $1/4$ de su eslora, con lo cual se absorbe la mitad de la energía en la estructura del muelle, defensas y colchón de

- (1) Quinn, A., "Design and Construction of Ports and Marine Structures"
- (2) Minikin, R.R., "Winds, Waves and Maritime Structures"

agua, mientras que la otra mitad la absorbe el barco mismo.

E. Cargas Vivas Horizontales
Son generadas por ocho condiciones:

1. Energía generada por el barco a plena carga en maniobras de atraque con las velocidades mencionadas anteriormente.
2. Fuerza del viento, ya sea aconchando o separando el barco y exponiendo éste su mayor área longitudinal de deriva debida al viento.
3. Fuerza del viento actuando sobre la estructura.
4. Fuerza sísmica.
5. Fuerza de oleaje actuando en el muelle.
6. Fuerza de corrientes actuando en el muelle.
7. Fuerza de oleaje actuando sobre el buque.
8. Fuerza de corrientes actuando sobre el buque.

F. Cargas Vivas Verticales.

Estas cargas, por especificación de reglamento, se consideran como uniformemente distribuidas con una magnitud de 1500 Kg/M², o la carga de un camión H-20 (1), tomando la que resulte mayor; lo anterior aplica a todos los elementos que constituyen el muelle excepto las pasarelas para peatones y los soportes de tuberías, ya que las primeras se diseñarán para una carga viva de 500 Kg/M² y las segundas, para soportar su ancho total (4 Mts.) totalmente cubierto con tuberías llenas de agua con un diámetro de 30 pulgadas.

G. Fuerzas de Instalación

Se considerarán las fuerzas que se producen al izar y manejar, tanto los pilotes de la subestructura como los elementos prefabricados que se utilicen en la construcción.

(1) En la obra "Estructuras Marítimas", Torres, L., basado en consideraciones del AASHTO da un margen entre 1500 y 2000 kg/m² dependiendo del tipo de carga, pero considera lo mínimo para muelles petroleros por reducirse la carga viva sólo al equipo de maniobra de Garzas.

Se deberán considerar diferencias en el izaje dependiendo de que éste sea hecho en mar abierto o desde barcazas flotantes, pero siempre tomando en cuenta los efectos dinámicos debidos al movimiento de trabajo del buque, lo cual se cubre aplicando factores de carga mayores o iguales al doble de las cargas estáticas.

H. Fuerzas Sísmicas

Se puede pensar en un análisis sísmico modal ya que se tiene una estructura flexible como las indicadas para este tipo de análisis aunque, como estructuralmente sólo consta de un nivel, puede no resultar necesario; pero en caso de que se realice, será bajo valores de aceleración de terreno correspondientes a un periodo de recurrencia de 100 años, que son los siguientes:

Para Fuerza Horizontal $S = 0.1481g$ (1)

Para Fuerza Vertical $S = 0.1000g$ (1)

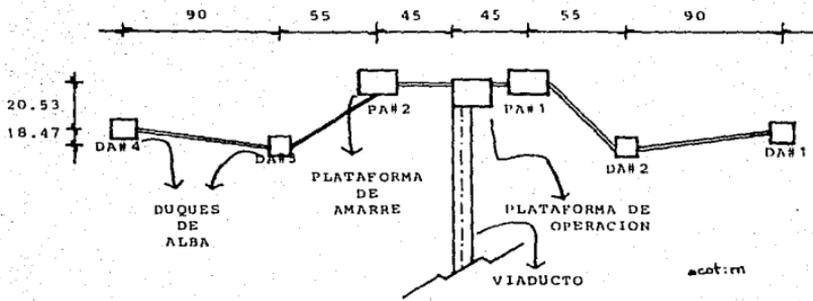
Se puede pensar en este punto que la importancia de las fuerzas sísmicas no es tan grande debido a que generalmente son menores en magnitud que las fuerzas de atraque y operación de la embarcaciones, que además son mucho más frecuentes que la eventualidad de los sismos.

DETERMINACION DE MAGNITUDES DE CARGA.

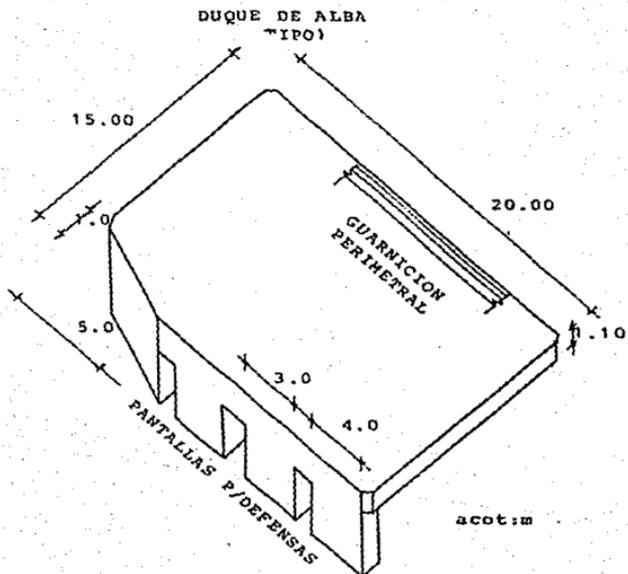
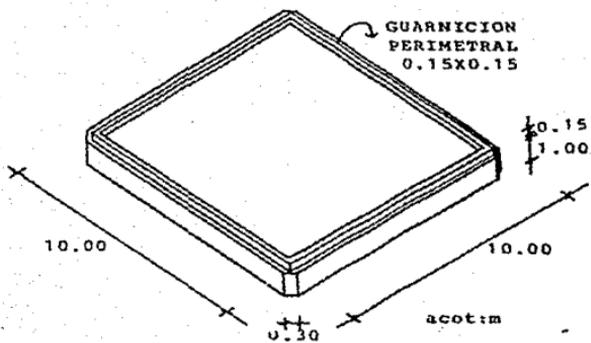
CARGAS MUERTAS.

Para determinar la magnitud de estas cargas se necesita un croquis de la ubicación del sistema, así como las dimensiones de cada elemento, el cual se muestra en las siguientes figuras.

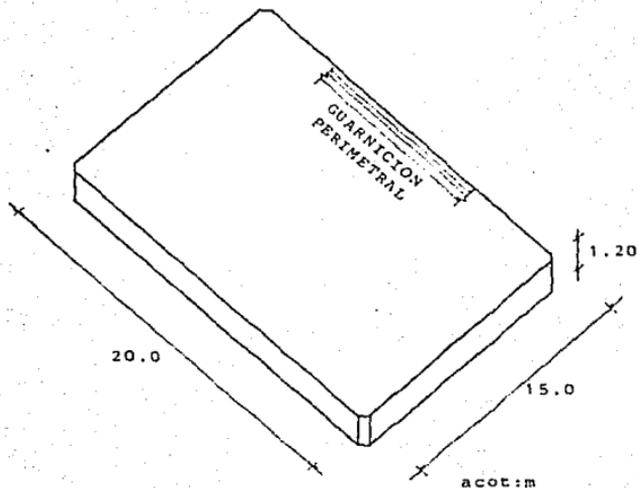
(1) Instituto de Investigaciones Eléctricas, "Manual de Obras Civiles; Diseño por Sismo".



PLANTA DEL SISTEMA



PLATAFORMA DE ATRAQUE
 (TIPO)



PLATAFORMA DE OPERACION

Duque de Alba 1 y 4.

Peso propio losa	=	239.57 Ton.
Peso propio guarniciones	=	2.16 Ton.
Reacciones de pasarelas	=	20.02 Ton.
Peso propio ganchos y varios	=	<u>2.44 Ton.</u>
Wm	=	264.19 Ton.

Duque de Alba 2 y 3.

Peso propio losa	=	239.57 Ton.
Peso propio guarniciones	=	2.16 Ton.
Reacciones de pasarelas	=	40.04 Ton.
Peso propio ganchos y varios	=	<u>2.44 Ton.</u>
Wm	=	284.21 Ton.

Plataforma de Atraque 1 y 2.

Peso propio losa	=	784.92 Ton.
Peso propio guarnición	=	3.62 Ton.
Pantallas extremas	=	49.15 Ton.
Pantallas interiores	=	36.86 Ton.
* Reacciones de pasarelas	=	40.04 Ton.
** Peso propio ganchos y varios	=	<u>2.44 Ton.</u>
Wm	=	917.03 Ton.

Plataforma de Operación.

Peso propio losa	=	863.48 Ton.
Peso propio guarnición	=	5.10 Ton.
# Caseta de operación	=	18.90 Ton.
# Garzas	=	12.00 Ton.
# Reacciones de pasarelas	=	40.04 Ton.
# Marcos, mochetas, tuberías y varios	=	<u>45.00 Ton.</u>
Wm	=	984.52 Ton.

Resumen de cargas muertas en cada elemento.

E L E M E N T O	C A R G A M U E R T A
Duque de Alba 1 y 4	264.19 Ton.
Duque de Alba 2 y 3	284.21 Ton.
Plataforma de atraque 1 y 2	922.97 Ton.
Plataforma de operación	984.52 Ton.

- * Reacciones determinadas en análisis de pasarelas.
- ** Determinados por aproximación.
- # Calculados por separado y/o dados por un criterio normado.

CARGAS VIVAS VERTICALES UNIFORMES.

Para este caso se consideró una carga viva de 1500 kg/M2 de acuerdo a normas preestablecidas.

E L E M E N T O	C A R G A V I V A
Duque de Alba 1 y 4	149.73 Ton.
Duque de Alba 2 y 3	149.73 Ton.
Plataforma de atraque 1 y 2	445.98 Ton.
Plataforma de operación	449.73 Ton.

VIENTO Y CORRIENTES SOBRE EL BUQUE.

Las fuerzas laterales que actúan sobre el muelle, así como las tensiones que se presentan en los cabos del sistema de amarre, son provocadas por estos últimos que jalan el barco contra el muelle o a lo largo de éste, en contra de la fuerza del viento o de la corriente, o bien cuando viento y corriente actúan simultáneamente.

En el presente trabajo se hace necesario considerar la posibilidad de que actúen simultáneamente la fuerza del viento actuando en cualquier dirección y la acción de las corrientes, puesto que la acción combinada de dichas sollicitaciones representa el caso más desfavorable para efectos de análisis (1).

Es importante señalar que la presión de la corriente se aplica al área del barco que se encuentra bajo el agua, cuando el barco está completamente cargado, no así para viento, ya que la presión de éste actúa sobre toda el área expuesta del barco cuando está en lastre.

(1) Para determinar las fuerzas de viento en diferentes direcciones se empleará el método recomendado por el "Oil Co. Marine Forum, 1978" en su publicación "Guidelines & Recommendations for the Safe Mooring of Large Ships at Piers and Sea Islands".

Se estudiará, pues, en este apartado, las acciones de viento y corriente, tanto para buque a plena carga como para buque en lastre, en los niveles de marea que son de interés, tales como bajar media inferior y pleamar media inferior.

Las fuerzas de viento y corrientes se calcularán separadamente, por lo que al obtener dichas fuerzas se seleccionarán las de mayor magnitud para hacer la superposición de las mismas.

BASES PARA EL ANALISIS.

$V_v = 110 \text{ Kph}$ (61 Nudos, aprox.)

$V_v =$ Velocidad del viento constante en cualquier dirección.

$V_c = 70 \text{ Cm/Seg}$ (1.4 Nudos, aprox.) en 0° y 180°

$V_c = 60 \text{ Cm/Seg}$ (1.2 Nudos, aprox.) en 10° y 170°

$V_c = 30 \text{ Cm/Seg}$ (0.6 Nudos, aprox.) en 90°

$V_c =$ Velocidad promedio de corrientes.

VIENTO.

Las expresiones para obtener las fuerzas de viento en diferentes direcciones son las siguientes:

$$F_{xw} = C_{xw} * (\rho * w / 7600) * (V_w^{**2}) * A_t$$

$$F_{yaw} = C_{yaw} * (\rho * w / 7600) * (V_w^{**2}) * A_l$$

$$F_{yfw} = C_{yfw} * (\rho * w / 7600) * (V_w^{**2}) * A_l$$

donde:

F_{xw} = Fuerza del viento longitudinal (Ton.)

F_{yaw} = Fuerza del viento lateral en la perpendicular de popa (Ton.)

- F_{yw} = Fuerza del viento lateral en la perpendicular de proa (Ton.)
 C_{xw} = Coeficiente de fuerza longitudinal del viento
 C_{yw} = Coeficiente de fuerza transversal del viento en perpendicular de popa
 C_{yw} = Coeficiente de fuerza transversal del viento en perpendicular de proa
 ρ_w = Densidad del aire
 V_w = Velocidad del viento a la elevación de 10 M (Nudos)
 A_t = Area transversal de deriva (M²)
 A_l = Area longitudinal de deriva (M²)

DATOS.

* Buque a plena carga.

Area de deriva lateral, $A_l = 1012$ M²

Area de deriva transversal, $A_t = 146.25$ M²

* Buque en lastre.

Area de deriva lateral, $A_l = 3700$ M²

Area de deriva transversal, $A_t = 1300$ M²

* $V_w = 61$ Nudos

* $w = 0.1248$ Kgf.-Seg²/M⁴

BUQUE A PLENA CARGA.

	C _{xw}	C _{yaw}	C _{yfw}
θ _{w1} = 0°	-0.96	0.00	0.00
θ _{w2} = 30°	-0.73	-0.18	-0.13
θ _{w3} = 60°	-0.35	-0.38	-0.23
θ _{w4} = 90°	0.05	-0.47	-0.25
θ _{w5} = 120°	0.28	-0.49	-0.17
θ _{w6} = 150°	0.64	-0.36	-0.08
θ _{w7} = 180°	0.76	0.00	0.00

$$E_{xw} = 8.936C_{xw}$$

$$F_{yaw} = 61.836C_{yaw}$$

$$F_{yfw} = 61.836C_{yfw}$$

	E _{xw}	F _{yaw}	F _{yfw}
θ _{w1} = 0°	-8.578	0.000	0.000
θ _{w2} = 30°	-6.523	-11.749	-8.039
θ _{w3} = 60°	-3.128	-23.498	-14.841
θ _{w4} = 90°	0.447	-29.063	-15.459
θ _{w5} = 120°	2.502	-30.299	-10.512
θ _{w6} = 150°	5.719	-22.261	-4.947
θ _{w7} = 180°	7.149	0.000	0.000

BUQUE EN LASTRE.

	Cxw	Cyaw	Cyfw
$\theta w1 = 0^\circ$	-0.88	0.00	0.00
$\theta w2 = 30^\circ$	-0.48	-0.18	-0.30
$\theta w3 = 60^\circ$	-0.14	-0.39	-0.49
$\theta w4 = 90^\circ$	0.00	-0.52	-0.43
$\theta w5 = 120^\circ$	0.28	-0.54	-0.25
$\theta w6 = 150^\circ$	0.55	-0.36	-0.07
$\theta w7 = 180^\circ$	0.60	0.00	0.00

$$E_{xw} = 79.433C_{xw}$$

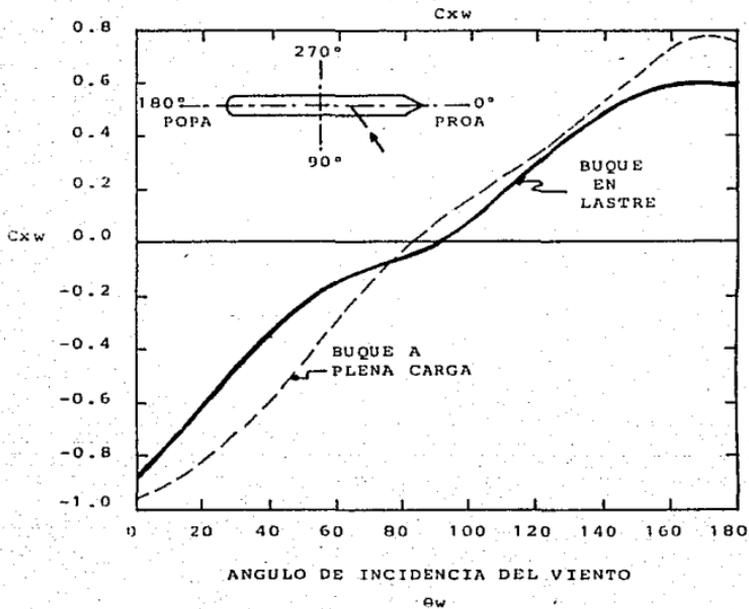
$$F_{yaw} = 226.080C_{yaw}$$

$$F_{yfw} = 226.080C_{yfw}$$

	E_{xw}	F_{yaw}	F_{yfw}
$\theta w1 = 0^\circ$	-69.901	0.000	0.000
$\theta w2 = 30^\circ$	-38.128	-40.694	-67.824
$\theta w3 = 60^\circ$	-11.121	-88.171	-110.780
$\theta w4 = 90^\circ$	0.000	-117.562	-97.214
$\theta w5 = 120^\circ$	22.241	-122.083	-56.520
$\theta w6 = 150^\circ$	43.688	-81.389	-15.826
$\theta w7 = 180^\circ$	47.659	0.000	0.000

NOTA. Para los diferentes ángulos de atraque se obtienen los coeficientes C_{xw} , C_{yaw} y C_{yfw} de las figuras 1 y 2.

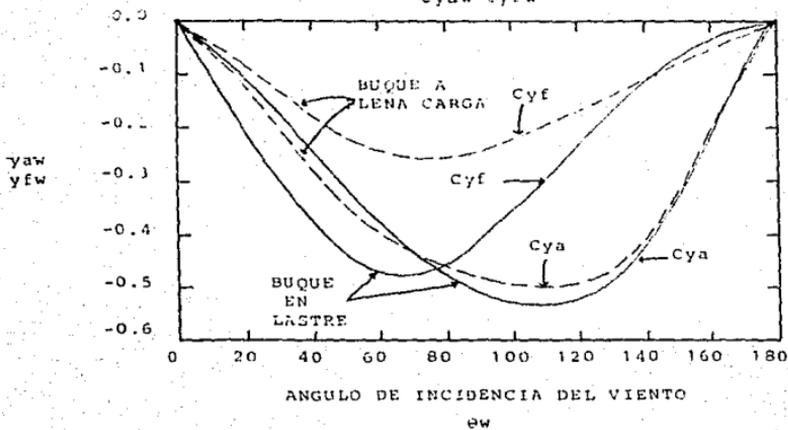
COEFICIENTE DE FUERZA DE VIENTO LONGITUDINAL



(figura 1)

COEFICIENTE DE FUERZA DE VIENTO LATERAL

C_{yaw} C_{yfw}



(figura 2)

Si se compara con otro método para calcular empujes de viento sobre buques tanque, se obtienen resultados muy aproximados. Se usará el método recomendado por el manual "Technical Standards for Port & Harbour Facilities in Japan, 1980". Se estudiará para un ángulo de incidencia de 90° y con buque en lastre.

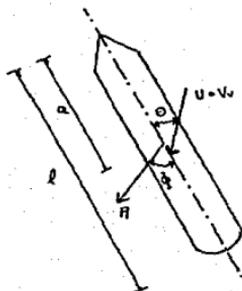
$$V_v = 110 \text{ Km/hr} = 30.56 \text{ M/Seg}$$

$$\text{Eslora Total} = 236 \text{ M}$$

$$\text{Puntal} = 16.5 \text{ M}$$

$$\text{Calado Medio en Rosca} = 450 \text{ M}$$

$$\text{Area Máxima Longitudinal de Deriva debida al Viento} = 3700 \text{ M}^2$$



La expresión general para calcular los empujes de viento con este método es la siguiente:

$$R = \rho \cdot 0.5 \cdot C \cdot V_v^2 \cdot (A \cdot \cos^2 \theta + B \cdot \sin^2 \theta)$$

donde:

R = Fuerza resultante de la presión del viento (Kgf)

ρ = Densidad del aire = 0.1248 (Kgf-Seg²/M⁴)

Vv = Velocidad del viento (M/Seg)

A = Area de proyección frontal del buque sobre la superficie del mar (M²)

B = Area de proyección lateral del buque sobre la superficie del mar (M2)

O = Angulo de la dirección del viento respecto al centro de la línea del casco (grados)

C = Coeficiente de presión del viento

C, a/l y ϕ están basados en [IWAI & YAJIMA: "Wind Pressure Acting on Ships in Moorage", Proc. of the 26th Meeting of Japan Navigation Society, 1961].

Valor de C recomendado para buques tanque:

$$C = 1.20 - 0.083\cos 2\theta - 0.25\cos 4\theta - 0.077\cos 6\theta$$

$$a/l = 0.291 + 0.00230$$

$$\phi = 90[1 - 0.15(1 - O/90) - 0.80(1 - O/90)^{**3}]$$

Si $\theta = 90^\circ$, entonces:

$$C = 1.11$$

$$a/l = 0.498 = 0.5$$

$$\phi = 90^\circ$$

por lo que la fuerza resultante de la presión del viento es:

$$R = 235.89 \text{ Ton.}$$

El resultado obtenido del análisis con el método anterior es:

$$R' = 214.78 \text{ Ton.}$$

$$R'/R = 0.91$$

lo cual significa un 91% de aproximación entre ambos métodos, por tanto, es aceptable.

CORRIENTES.

Las expresiones para obtener las fuerzas de corrientes en diferentes direcciones son las siguientes:

$$F_{xc} = C_{xc} (\rho_c / 7600) (V_c)^{**2} T l_{bp}$$

$$F_{yac} = C_{yac} (\rho_c / 7600) (V_c)^{**2} T l_{bp}$$

$$F_{yfc} = C_{yfc} (\rho_c / 7600) (V_c)^{**2} T l_{bp}$$

donde:

- F_{xc} = Fuerza de la corriente longitudinal (Ton.)
- F_{yac} = Fuerza de la corriente lateral en la perpendicular de popa (Ton.)
- F_{yfc} = Fuerza de la corriente lateral en la perpendicular de proa (Ton.)
- C_{xc} = Coeficiente de fuerza longitudinal de la corriente
- C_{yac} = Coeficiente de fuerza transversal de la corriente en la perpendicular de popa
- C_{yfc} = Coeficiente de fuerza transversal de la corriente en perpendicular de proa
- ρ_c = Densidad del agua de mar
- V_c = Velocidad promedio de la corriente (Nudos)
- T = Calado del buque (M)
- l_{bp} = Eslora entre perpendiculares (M)

DATOS.

$$\rho_c = 104.4 \text{ (Kg-Seg}^2/\text{M}^2)$$

$$l_{bp} = 225 \text{ (M)}$$

T = 12 (M) (a plena carga)
 Profundidad/calado = 1.1:1
 T = 4.5 (M) (en lastre)
 Profundidad/calado = 3.0:1

BUQUE A PLENA CARGA.

	Cxc	Cyc	Cyc
$\theta_{c1} = 0^\circ/1.4N$	-0.08	0.00	0.00
$\theta_{c2} = 10^\circ/1.2N$	-0.02	-0.17	-0.45
$\theta_{c3} = 90^\circ/0.6N$	0.00	-1.52	-1.36
$\theta_{c4} = 170^\circ/1.2N$	0.09	-0.46	-0.08
$\theta_{c5} = 180^\circ/1.4N$	0.10	0.00	0.00

$$F_{xc} = 37.089C_{xc} \cdot V_c$$

$$F_{yc} = 37.089C_{yc} \cdot V_c$$

$$F_{yc} = 37.089C_{yc} \cdot V_c$$

	Fxc	Fyc	Fyc
$\theta_{c1} = 0^\circ/1.4N$	-5.816	0.000	0.000
$\theta_{c2} = 10^\circ/1.2N$	-1.068	-9.079	-24.034
$\theta_{c3} = 90^\circ/0.6N$	0.000	-20.295	-18.159
$\theta_{c4} = 170^\circ/1.2N$	4.807	-24.568	-4.273
$\theta_{c5} = 180^\circ/1.4N$	7.269	0.000	0.000

BUQUE EN LASTRE.

	Cxc	Cyac	Cyfc
$\theta_{c1} = 0^\circ/1.4N$	-0.07	0.00	0.00
$\theta_{c2} = 10^\circ/1.2N$	-0.04	-0.02	-1.00
$\theta_{c3} = 90^\circ/0.6N$	0.00	-0.55	-0.48
$\theta_{c4} = 170^\circ/1.2N$	0.10	-0.14	-0.02
$\theta_{c5} = 180^\circ/1.4N$	0.11	0.00	0.00

$$F_{xc} = 13.908C_{xc} * V_c$$

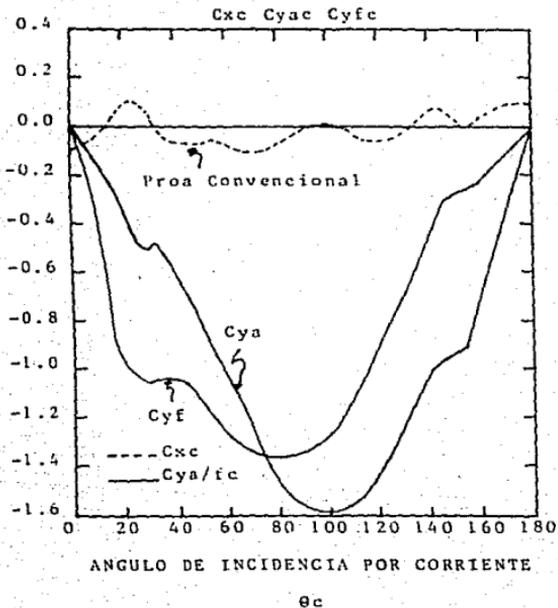
$$F_{yac} = 13.908C_{yac} * V_c$$

$$F_{yfc} = 13.908C_{yfc} * V_c$$

	Fxc	Fyac	Fyfc
$\theta_{c1} = 0^\circ/1.4N$	-1.908	0.000	0.000
$\theta_{c2} = 10^\circ/1.2N$	-0.801	-0.400	-20.028
$\theta_{c3} = 90^\circ/0.6N$	0.000	-2.754	-2.403
$\theta_{c4} = 170^\circ/1.2N$	2.003	-2.804	-0.401
$\theta_{c5} = 180^\circ/1.4N$	2.999	0.000	0.000

NOTA: Los valores de los coeficientes de la fuerza de corriente se obtuvieron de las Figs. 3 y 4.

COEFICIENTE DE FUERZA LONGITUDINAL POR CORRIENTE
 PROFUNDIDAD/CALADO 1.1:1

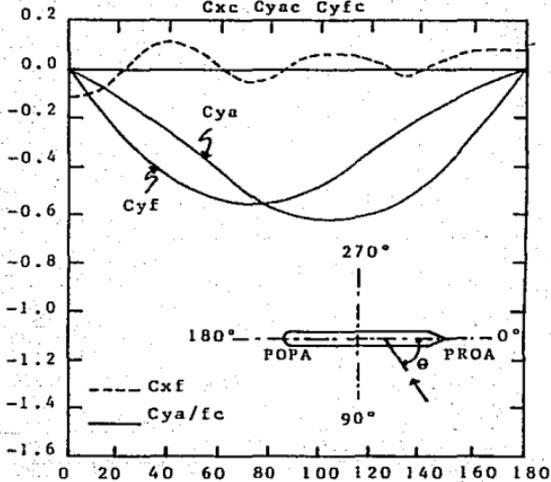


(figura 3)

COEFICIENTE DE FUERZ LATERAL POR CORRIENTE

PROFUNDIDAD/CALADO 3.0:1

C_{xc} C_{yac} C_{yfc}



ANGULO DE INCIDENCIA POR CORRIENTE

θ_c

(figura 4)

RESUMEN DE CARGAS.

BUQUE A PLENA CARGA.

Viento	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°
F _{xw}	-8.58	-6.52	-3.13	0.45	2.50	5.72	7.15
F _{yaw}	0.00	-11.75	-23.50	-29.67	-30.30	-22.26	0.00
F _{yfw}	0.00	-8.04	-14.84	-15.46	-10.51	-4.95	0.00

Corriente	0°/1.4N	10°/1.2N	90°/0.6N	120°/1.2N	180°/1.4N
F _{xc}	-5.82	-1.07	0.00	4.81	7.27
F _{yc}	0.00	-9.08	-20.30	-24.57	0.00
F _{ycf}	0.00	-24.03	-18.16	-4.27	0.00

COMBINACION MAXIMA DE CARGAS CON BUQUE A PLENA CARGA.

F_x = 14.42 Ton (en popa)

F_{ya} = -54.87 Ton

F_{yf} = -39.49 Ton

BUQUE EN LASTRE.

Viento	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°
F _{xw}	-69.90	-38.13	-11.12	0.00	22.24	43.69	47.66
F _{yaw}	0.00	-40.69	-88.17	-117.56	-122.08	-81.39	0.00
F _{yfw}	0.00	-67.82	-110.78	-97.21	-56.52	-15.83	0.00

Corriente	0°/1.4N	10°/1.2N	90°/0.6N	120°/1.2N	180°/1.4N
F _{xc}	-1.91	-0.80	0.00	2.00	3.00
F _{yac}	0.00	-0.40	-2.75	-2.80	0.00
F _{yfc}	0.00	-20.03	-2.40	-0.40	0.00

COMBINACION MAXIMA DE CARGAS CON BUQUE EN LASTRE.

F_x = 50.66 Ton (en popa)

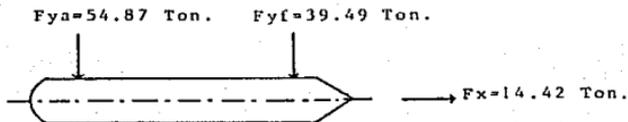
F_{ya} = -124.89 Ton

F_{yf} = -130.81 Ton

TENSIONES DE BOLARDO.

Una vez que se han determinado las fuerzas de empuje y de tensión que se generan por efecto combinado de viento y corriente sobre el buque, sólo resta obtener las componentes (en el caso de tensiones) en cada sistema de amarre, para lo cual, obviamente, tendrá una influencia considerable el nivel de marea; para el caso de los empujes, es más sencillo ya que sólo hace falta repartirlos en forma equitativa sobre cada plataforma de atraque y amarre. Es posible entonces calcular los empujes de acuerdo a los valores máximos obtenidos:

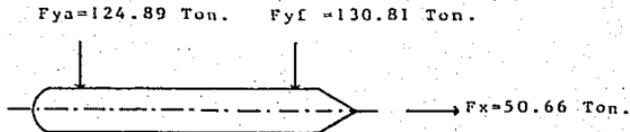
Caso I. Buque a Plena Carga:



Se ve que Fx no produce empuje, sólo Fya y Fyf, por tanto, el empuje en cada plataforma será de:

$$(Fya + Fyf)/2 = 46.87 \text{ TON}$$

Caso II. Buque en Lastre.



En este caso:

$$(Fya + Fyf)/2 = 121.59 \text{ Ton en cada plataforma}$$

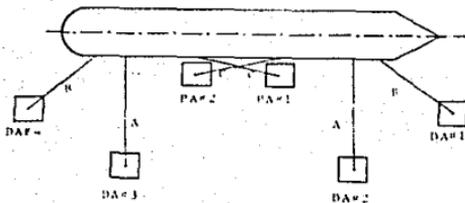
Es importante señalar que los empujes sobre las plataformas de atraque y amarre se consideran aplicadas en el centro de línea de las pantallas de atraque tanto en planta como en elevación.

Para calcular las tensiones de bolardo es necesario tomar en cuenta el nivel de marea como el estado de carga del buque, ya que para cada caso los ángulos que formen el sistema de amarre determinan la magnitud de la componente que soportará dicho sistema.

Se requiere entonces determinar los casos más críticas que proporcionen las condiciones más desfavorables en los sistemas de amarre para poder determinar los valores máximos de tensión. Primero debe determinarse los sistemas de amarre que son los que a continuación se mencionan:

- * CABO LARGO. Sistema de amarre que va desde los Duques de Alba 1 y 4 hasta el buque en proa y popa respectivamente.
- * CABO TRAVES. Sistema de amarre perpendicular al buque que va de proa y popa hacia Duques de Alba 2 y 3, respectivamente.
- * CABO SPRING. Sistema de amarre que va desde las Plataformas de Atraque y Amarre 1 y 2 hacia el buque, prácticamente al centro y en forma cruzada.

Para una mejor ubicación, se representan esquemáticamente los sistemas de amarre mencionados:



A: Cabo Traves

B: Cabo Largo

C: Cabo Spring

Es recomendable considerar, como se mencionó anteriormente, cuando el buque se encuentra a plena carga y cuando se encuentra en lastre, ya que estos son los extremos en cuanto a calado se refiere y, por tanto, proporciona los ángulos mayores y menores de cada sistema de amarre para un determinado nivel de marea.

Respecto al nivel de marea, se consideran sólo dos casos: bajar media inferior (BMMI) y pleamar media superior (PMMS); por ello, se tendrán un total de cuatro casos de análisis:

Buque a plena carga

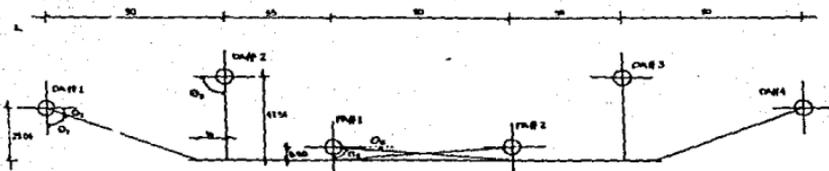
- a. Nivel de pleamar media superior
- b. Nivel de bajar media inferior

Buque en lastre

- c. Nivel de pleamar media superior
- d. Nivel de bajar media inferior

Ahora bien, conociendo la magnitud de las tensiones y los desniveles respectivos de cada sistema de amarre, resta solamente calcular los ángulos que se forman, tanto horizontales como verticales, ya que en base a ellos y mediante procesos trigonométricos, se pueden obtener las componentes.

Antes de calcular los ángulos es necesario tomar en cuenta dos puntos interesantes. El primero es que, debido a la simetría del sistema, los ángulos obtenidos para el Duque de Alba 1 serán válidos para el 4; los obtenidos para el 2 serán válidos para el 3 y los de la Plataforma de Atrache y Amarre 1 también lo serán para la Plataforma 2; el segundo punto consiste en recordar que, mientras los ángulos horizontales (en planta) no varían, los verticales (en elevación) lo hacen con cada nivel de marea de los enunciados anteriormente, por lo que tendrán que determinarse para cada uno de dichos casos.



ANGULOS HORIZONTALES EN PLANTA

$$\tan \theta_1 = (90 - 16) / 29.04 \Rightarrow \theta_1 = 68^{\circ}41'$$

$$\theta_2 = 21^{\circ}26'$$

$$\theta_3 = 90^{\circ}00'$$

$$\tan \theta_4 = (90 / 8.5) \Rightarrow \theta_4 = 84^{\circ}36'$$

$$\theta_5 = 5^{\circ}24'$$

ANGULOS VERTICALES.

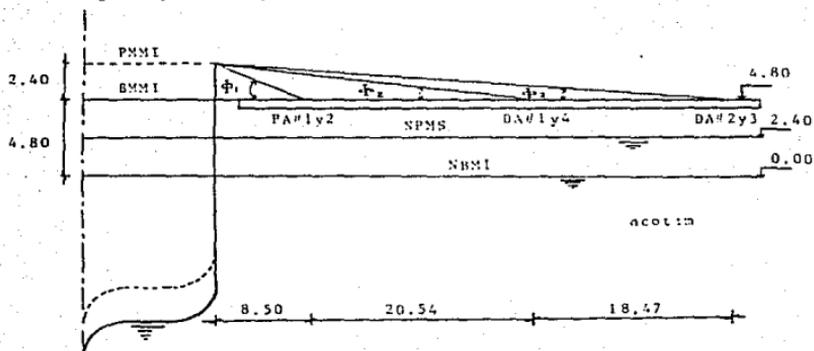
Debe recordarse que:

Puntal de calado de verano = 4.80 M (plena carga)

Puntal calado en rosca = 12 M (lastre)

Desnivel entre PMMS y BMMI = 2.40 M

Buque a plena carga.



Debido a que el nivel de todo el sistema estructural se encuentra a 4.80 M sobre el nivel de BMMI, en el primer caso los ángulos son de 0° ; mientras que en el segundo varían, y son:

Nivel BMMI $\theta = 0^\circ$

Nivel PMMS $\tan \phi_1 = 2.40/8.5$

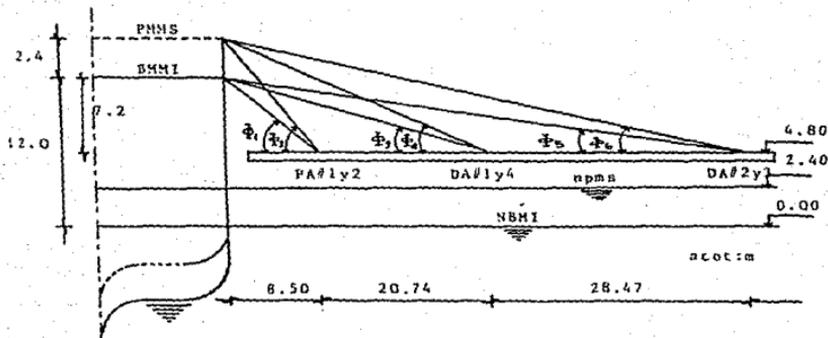
de donde:

$$\phi_1 = 15^\circ 46'$$

$$\phi_2 = 4^\circ 43'$$

$$\phi_3 = 2^\circ 53'$$

Buque en lastre.



Nivel BMMI

$$\tan \phi_1 = 7.20/8.50$$

de donde:

$$\phi_1 = 40^{\circ}16'$$

$$\phi_3 = 13^{\circ}55'$$

$$\phi_5 = 8^{\circ}35'$$

Nivel PMMS

$$\tan \phi_2 = 9.60/8.50$$

de donde:

$$\phi_2 = 48^{\circ}28'$$

$$\phi_4 = 18^{\circ}17'$$

$$\phi_6 = 11^{\circ}25'$$

Se pueden determinar ahora las condiciones de trabajo a las que estará sujeto cada sistema de amarre, es decir, que fuerza actuará en cada cabo. Para esto se deben cumplir las tres condiciones siguientes:

1. A Fx la tomarán un cabo spring mas la componente de un cabo largo.
2. A Fya o Fyf la tomará un cabo través.
3. A Fya o Fyf la tomarán un cabo través mas la componente de un cabo largo.

Una vez que se han obtenido Fx, Fya y Fyf y considerando las condiciones de simetria del sistema, sólo es necesario determinar en que caso las tensiones son mayores en cada cabo, lo cual se describe a continuación.

CASO	CONDICION	CARGA (TON)	ELEMENTO		ANGULO	ANGULO
			DE AMARRE	ESTRUCTURAL	HOR.	VER.
BMMI PC	1	14.42	CS + CCL	PA#1 DA#1	84°36' 68°34'	0°00' 0°00'
	2	-54.87	CT	DA#2	90°00'	0°00'
	3	-54.87	CT + CCL	DA#2 DA#1	90°00' 68°34'	0°00' 0°00'
PMMS PC	1	14.42	CS + CCL	PA#1 DA#1	84°36' 68°34'	15°46' 4°43'
	2	-54.87	CT	DA#2	90°00'	2°53'
	3	-54.87	CT + CCL	DA#2 DA#1	90°00' 68°34'	2°53' 4°43'

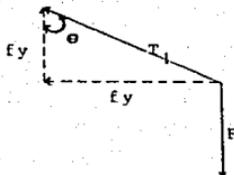
Donde: CS = Cabo Spring
 CCL = Componente de Cabo Largo
 CT = Cabo Través
 PC = Plena Carga

CASO	CONDICION	CARGA	ELEMENTO		ANGULO	ANGULO
		(TON)	DE AMARRE	ESTRUCTURAL	HOR.	VER.
c BMMI L	1	50.66	CS + CCL	PA#1 DA#1	84°36' 68°34'	40°16' 13°55'
	2	-130.81	CT	DA#2	90°00'	8°37'
	3	-130.81	CT + CCL	DA#2 DA#1	90°00' 68°34'	8°37' 13°55'
d PMMS L	1	50.56	CS + CCL	PA#1 DA#1	84°36' 68°34'	48°28' 18°17'
	2	-130.81	CT	DA#2	90°00'	11°25'
	3	-130.81	CT + CCL	DA#2 DA#1	90°00' 68°34'	11°25' 18°17'

Donde: CS = Cabo Spring
CCL = Componente de Cabo Largo
CT = Cabo Través
L = Lastre

Para obtener las componentes de cada tensión, que son las que finalmente se requieren, se llevará a cabo el procedimiento siguiente: se llamará T1 a la tensión del cabo sin tomar en cuenta el ángulo vertical y posteriormente se calculará la tensión real, que se denominará Tr. Lo anterior se muestra esquemáticamente como sigue:

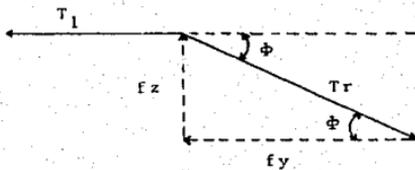
En planta:



Por equilibrio:

$$T_1 \cos \theta = F \quad \therefore T_1 = F / \cos \theta$$

En elevación:

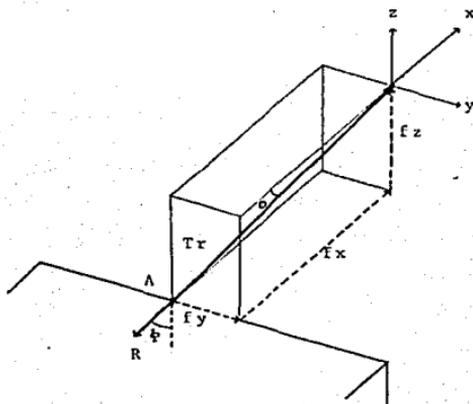


Por equilibrio:

$$Tr \cos \theta = T_1 \quad \therefore Tr = T_1 / \cos \theta$$

De lo anteriormente expuesto se observa que:

Componente perpendicular al muelle $f_x = T1 \cos\theta$
Componente longitudinal al muelle $f_y = T1 \operatorname{Sen}\theta$
Componente vertical (hacia arriba) $f_z = Tr \operatorname{Sen}\phi$



donde:

A = Punto de amarre del cabo con la estructura del muelle

R = Reacción en la estructura del muelle (Fza. Interna)

Tr = Tensión real originada en el cabo de amarre con f_x , f_y y f_z como componentes.

Vectorialmente: $\vec{F} = \vec{f}_y + \vec{f}_x + \vec{f}_z$

también: $Tr = [f_y^{**2} + f_x^{**2} + f_z^{**2}]^{**1/2}$

donde Tr, f_y , f_x y f_z son las magnitudes de los correspondientes vectores o componentes de la tensión en el cabo; como se mencionó anteriormente, dichas componentes son las que se requieren ya que al final son las fuerzas que se aplicarán para realizar el análisis y diseño del elemento estructural correspondiente.

TENSIONES PARA DUQUES DE ALBA 1 Y 4.

Para este elemento el cabo largo correspondiente interviene en las condiciones 1 y 3 y es obvio que la más crítica es la 3. ya que F_{ya} es mucho mayor que F_x , por lo que se tiene:

a. BMMI-BPC (Condición 3)

Dado que son dos elementos los que toman F_{ya} , la carga se reparte equitativamente y entonces:

$$F_{ya} / 2 = f_x = T_1 \cos\theta = 27.43 \text{ Ton.} \\ \text{(componente perpendicular)}$$

$$T_1 = 75.07 \text{ Ton.}$$

$$f_y = T_1 \sin\theta = 69.89 \text{ Ton.} \\ \text{(componente longitudinal)}$$

$$T_1 = T_r \cos\phi$$

de donde $T_r = 75.07 \text{ Ton.}$

$$f_z = T_r \sin\phi = 0 \\ \text{(no hay componente vertical)}$$

b. PMMS-BPC (Condición 3)

Debido a que θ y F_{ya} no varían, los valores de f_x y f_y se mantienen, así como el de T_1 pero cambia T_r y, en este caso, si hay componente vertical.

$$T_1 = 75.07 \text{ Ton.}$$

$$f_x = 27.43 \text{ Ton.}$$

$$f_y = 69.89 \text{ Ton.}$$

$$T_r = T_1 / \cos\phi = 75.33 \text{ Ton. (tensión en el cabo)}$$

$$f_z = T_r \sin\phi = 6.19 \text{ Ton.} \\ \text{(componente vertical hacia arriba)}$$

c. BMMI-BEL (Condición 3)

En este caso, G no varía pero F_{ya} sí, por lo cual:

$$F_{yf}/2 = f_x = 65.40 \text{ Ton. (componente perpendicular)}$$

$$\text{Si } T_1 \cos\theta = 65.40, \text{ entonces } T_1 = 178.97 \text{ Ton.}$$

$$f_y = T_1 \text{ Sen}\theta = 166.59 \text{ Ton.} \\ \text{(componente longitudinal)}$$

$$T_r = T_1/\cos\phi = 184.38 \text{ Ton. (tensión en el cabo)}$$

$$f_z = T_r \text{ Sen}\phi = 44.35 \text{ Ton.} \\ \text{(componente vertical hacia arriba)}$$

d. PMMS-BEL (Condición 3)

Al igual que en BPC, se mantienen f_x , f_y y T_1 ; sólo varían T_r y f_z .

$$T_1 = 178.97 \text{ Ton.}$$

$$f_x = 65.40 \text{ Ton.}$$

$$f_y = 166.59 \text{ Ton.}$$

$$T_r = T_1/\cos\phi = 188.49 \text{ Ton. (tensión en el cabo)}$$

$$f_z = T_r \text{ Sen}\phi = 59.13 \text{ Ton.} \\ \text{(componente vertical hacia arriba)}$$

TENSIONES PARA DUQUES DE ALBA 2 Y 3.

El cabo través tiene su carga más crítica en la condición 2, es decir, cuando toma completamente a F_y ; es importante observar que, en todos los casos, no existe componente longitudinal, esto es, $f_y = 0$, por lo que:

$$F_{ya} = f_x = T_1$$

a. BMMI-BPC (Condición 2)

$$f_x = F_{ya} = T_1 = 54.87 \text{ Ton.} \\ \text{(componente perpendicular)}$$

$$Tr = T1/\text{Cos}\phi = 54.87 \text{ Ton. (tensión en el cabo)}$$

$$fz = Tr \text{ Sen}\phi = 0 \text{ (no hay componente vertical)}$$

b. PMMS-BPC (Condición 2)

$$fx = 54.87 \text{ Ton.}$$

$$Tr = T1/\text{Cos}\phi = 54.94 \text{ Ton. (tensión en el cabo)}$$

$$fz = Tr \text{ Sen}\phi = 2.76 \text{ Ton. (componente vertical hacia arriba)}$$

c. BMMI-BEL (Condición 2)

$$fx = 130.81 \text{ Ton.}$$

$$Tr = T1/\text{Cos}\phi = 132.30 \text{ Ton. (tensión en el cabo)}$$

$$fz = 19.82 \text{ Ton. (componente vertical hacia arriba)}$$

d. PMMS-BEL (Condición 2)

$$fx = 130.81 \text{ Ton.}$$

$$Tr = T1/\text{Cos}\phi = 133.45 \text{ Ton. (tensión en el cabo)}$$

$$fz = Tr \text{ Sen}\phi = 26.42 \text{ Ton. (componente vertical hacia arriba)}$$

TENSIONES PARA PLATAFORMAS DE ATRAQUE 1 Y 2.

El cabo spring al cual va amarrada la plataforma de atraque sólo interviene en la condición 1, siendo el caso más crítico para esta condición cuando dicho cabo tome por completo a fx .

$$a. T1 \text{ Sen}\theta = fy$$

de donde:

$T_1 = 14.48 \text{ Ton. (tensión en el cabo)}$
 $f_x = T_1 \cos\theta = 1.36 \text{ Ton. (componente perpendicular)}$
 $f_y = T_1 \sin\theta = 14.42 \text{ Ton. (componente longitudinal)}$

b. PMMS-BPC

$f_x = 1.36 \text{ Ton. (componente perpendicular)}$
 $f_y = 14.42 \text{ Ton. (componente longitudinal)}$
 $T_r = T_1/\cos\phi = 15.05 \text{ Ton. (tensión en el cabo)}$
 $f_z = 4.09 \text{ Ton. (componente vertical hacia arriba)}$

c. BMMI-BEL

$T_1 = 50.88 \text{ Ton.}$
 $f_x = T_1 \cos\theta = 4.79 \text{ Ton. (componente perpendicular)}$
 $f_y = T_1 \sin\theta = 50.66 \text{ Ton. (componente longitudinal)}$
 $T_r = T_1/\cos\phi = 66.68 \text{ Ton. (tensión en el cabo)}$
 $f_z = 43.10 \text{ Ton. (componente vertical hacia arriba)}$

d. PMMS-BEL

$f_x = 4.79 \text{ Ton. (componente perpendicular)}$
 $f_y = 50.66 \text{ Ton. (componente longitudinal)}$
 $T_1 = 50.88 \text{ Ton.}$
 $T_r = 76.74 \text{ Ton. (tensión en el cabo)}$
 $f_z = 57.45 \text{ Ton. (componente vertical hacia arriba)}$

Resumen de las fuerzas mayores actuando en cada elemento estructural:

ELEMENTO	COMPONENTE PERPENDICULAR (fx)	COMPONENTE LONGITUDINAL (fy)	COMPONENTE VERTICAL (fz)	TENSION EN EL CABLE (Tr)
DA#1y4	65.40	166.59	53.29	188.49
DA#2y3	130.81	0.00	26.42	133.45
PA#1y2	4.79	50.66	57.45	76.74

VIENTO SOBRE EL MUELLE.

Para obtener la presión del viento que actúa sobre el muelle se utilizará el método recomendado por la CFE (Comisión Federal de Electricidad), el cual dice que la velocidad media del viento durante un temporal varía de acuerdo con una ley que puede representarse de la siguiente manera:

$$V_{\text{diseño}} = V(Z/Z_0)^{\alpha} \quad (1)$$

donde:

- $V_{\text{diseño}}$ = Velocidad de diseño a una altura Z sobre el terreno (Kph)
- V = Velocidad básica (Kph)
- Z_0 = 10 M.
- α = Coeficiente que depende de la topografía del terreno

La velocidad básica se obtiene de la siguiente expresión:

$$V = k_1 \cdot k_2 \cdot V_0 \quad (2)$$

donde:

- V_0 = Velocidad regional del viento
- k_1 = Factor de topografía
- k_2 = Factor de tiempo de recurrencia

Este método propone los valores de la velocidad regional o valores que a la altura de 10 M. tendrían un tiempo de recurrencia de 60 años.

De acuerdo al destino y a las características de respuesta ante la acción del viento del tipo de estructura en cuestión (puentes formados por losas, traveses, armaduras o arcos), se toman las velocidades de diseño que se obtienen de considerar la velocidad básica y la ley de variación con la altura expresadas por las ecuaciones (2) y (1), respectivamente. Para el tipo de estructura descrito sólo basta considerar empujes estáticos.

EMPUJES ESTATICOS.

Los efectos de viento se toman equivalentes a los de una fuerza distribuida sobre el área expuesta. Esta fuerza se supone perpendicular a la superficie sobre la que actúa, y su valor por unidad de área se calcula por medio de la ecuación:

$$P = 0.0048G \cdot C \cdot V^{+2}$$

donde:

P = Presión o succión debida al viento (Kg/M²)

C = Coeficiente de empuje (adimensional)

V = Velocidad de diseño (Kph)

G = $(8 + h)/(8 + 2h)$ = Factor de reducción de densidad de la atmósfera a la altura h (Km) sobre el nivel del mar

Quando C es positivo, se trata de empuje sobre el área expuesta; cuando es negativo, se trata de succión.

A continuación se muestran las tablas correspondientes a la obtención de algunos factores necesarios para determinar la velocidad de diseño.

TABLA I.

Valores de la velocidad regional para la República Mexicana. (Periodo de recurrencia: 60 años; intervalos de medición: 15 seg)

ZONA	Vo (Kph)
a. Mesa Central	140
b. Zona Costera (faja de 150 Km de ancho a lo largo de cada costa)	170
c. Valle de México	100

TABLA II.
Efectos de la topografía sobre las velocidades de diseño.

TOPOGRAFIA	k1 Estructuras poco sensibles a ráfagas cortas (Tipo 1)	k1 Estructuras sensibles a ráfagas cortas (Tipos 2 y 3)	a
Muy accidentada, como en el centro de ciudades impor- tantes	0.70	1.20	0.075
Zonas arboladas, lomerios, barrios residenciales o industriales	0.80	1.20	0.075
Campo abierto, terreno plano	1.00	1.20	0.085
Promontorios	1.20	1.20	0.100

TABLA III.
Factores de tiempo de recurrencia.

CLASIFICACION DE LOS EDIFICIOS (Por su destino)	VALOR DEL COEFICIENTE k2
Grupo A: Edificios gubernamentales y de servicio público, hospitales y, con frecuencia, aglomeración de personas	1.20
Grupo B: Construcciones de habita- ción privada	1.00
Grupo C: Construcciones aisladas no contenidas en los grupos ante- riores	No se requiere diseño por viento.

En base a las condiciones teóricas del método a emplear, se aplicarán las ecuaciones antes expresadas con los valcres correspondientes.

Antes de aplicar las ecuaciones necesarias para obtener la presión del viento, es necesario señalar que, de acuerdo al tipo de estructura por su destino y también de acuerdo a la Tabla III, la estructura en cuestión no requiere diseño por viento.

Por lo anterior, y tomando en cuenta además que por ser una estructura especial con la cual se está tratando, se harán algunas consideraciones para efectos de análisis por viento. Tales consideraciones son:

- a. Zo = Altura donde se presenta la velocidad básica (10 M). Será, en este caso, 2.40 M, ya que la estructura tan sólo tiene 4.80 M de altura sobre el nivel de BMMI.
- b. El valor del coeficiente k2 se considerará igual a 1.00 lo cual ubicaría a la estructura dentro del Grupo B de la Tabla III.
- c. El coeficiente de empuje C será 1.40 por tratarse de una estructura especial en la cual el viento puede incidir en dos direcciones simultáneamente.

CALCULOS.

Velocidad Básica.

$$V = k_1 * k_2 * V_o$$

de la Tabla I: $V_o = 170$ Kph

de la Tabla II: $k_1 = 1.00$

de la Tabla III: $k_2 = 1.00$

por lo tanto:

$$V = 170 \text{ kph}$$

VELOCIDAD DE DISEÑO.

$$V_{\text{diseño}} = V(Z/Z_0)^{**\alpha}$$

donde:

$$\alpha = 0.085 \text{ (de Tabla II)}$$

entonces:

$$V_{\text{diseño}} = 180.32 \text{ Kph}$$

FACTOR DE REDUCCION.

$$G = (8 + h)/(8 + 2h) = 0.999 = 1.0 \text{ (aprox.)}$$

PRESION DE VIENTO.

$$P = 0.0048G * C * V^{**2}$$

$$P = 218.50 \text{ Kg/M}^2$$

Ahora sólo es necesario multiplicar esta presión por el área expuesta de cada elemento del sistema estructural y, de esta manera, obtener la fuerza transmitida por acción del viento.

IMPACTO.

Se sabe que la energía cinética de impacto en el momento de atraque de un buque es:

$$E = 0.5 m * v^{**2}$$

donde:

m = masa del buque

v = velocidad normal al muelle

si m = w/g entonces:

$$E = w * v^{**2} / 2g$$

donde:

E = energía de atraque (Kg-M)

w = peso desplazado de la nave (Ton)

g = aceleración de la gravedad (M/S²)

Del total de la energía generada sólo la mitad debe ser absorbida por el sistema de defensa del muelle, y la mitad restante la absorbe la nave y el agua en el momento de rotación del centro de masa de la nave respecto al punto de contacto de la proa con el muelle.

Como la resistencia al impacto va de cero hasta un máximo, el trabajo realizado por el muelle es:

$$\text{Trabajo} = \frac{1}{2} F \cdot d = 0.5E$$

donde:

F = fuerza que debe resistirse

d = distancia donde se mueven las fuerzas; también se entiende como la compresión elástica de la defensa o deflexión defensa-estructura.

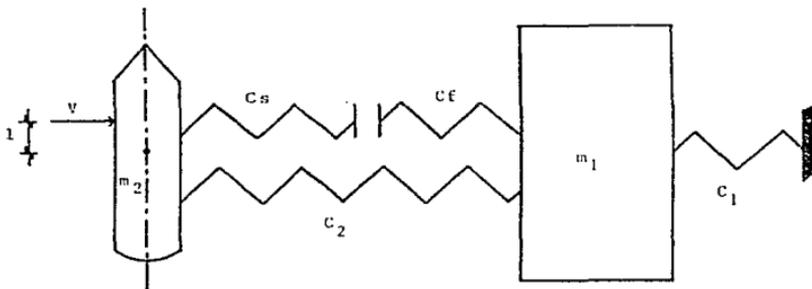
Generalmente los sistemas de defensa se proyectan tomando en cuenta los elementos teóricos mencionados, lo cual también se hará en este caso, es decir, que para revisar las defensas se tomará la mitad de la energía total generada (0.5E) por el atraque del buque, mientras que la fuerza resultante que debe ser resistida por el muelle depende básicamente del tipo y construcción de la defensa, así como de la deflexión del muelle mismo. Esto último, en el caso de diseñarlo como estructura flexible.

ENERGIA DE ATRAQUE.

La energía de atraque del buque sobre el muelle es una carga de tipo dinámica que reviste gran importancia debido a que, para determinar su magnitud y efecto sobre la estructura, es necesario tomar en cuenta varios factores que son poco usuales cuando se analizan estructuras comunes. De

hecho, para lograr que los efectos obtenidos en el análisis sean representativos de los que realmente suceden es importante comprender bien el fenómeno para utilizar las variables con un criterio adecuado, es decir, que los conceptos teóricos se apeguen lo más posible al fenómeno real.

Es posible simular el impacto de un buque -para efecto de análisis teórico- mediante la realización de un modelo dinámico de impacto el cual, tomando en cuenta las constantes elásticas y masas tanto de la estructura de atraque como del barco, queda como se muestra a continuación:



donde:

C_s = constante elástica del casco

C_f = constante elástica de las defensas

C_2 = constante elástica combinada

La constante elástica combinada está definida como:

$$1/C_2 = 1/C_s + 1/C_f$$

En este modelo, las ecuaciones de movimiento están dadas por:

$$m_1 \left(\frac{\partial^2 y_1}{\partial t^2} + \frac{\partial^2 y_2}{\partial t^2} - l \frac{\partial^2 \theta}{\partial t^2} \right) + C_2 y_1 = 0 \quad (1)$$

$$(m_1 + m_2) \frac{\partial^2 y_1}{\partial t^2} + m_2 \frac{\partial^2 y_2}{\partial t^2} + C_1 y_1 - m_2 l \frac{\partial^2 \theta}{\partial t^2} = 0 \quad (2)$$

$$I \frac{\partial^2 \theta}{\partial t^2} + C_2 y_2 l = 0 \quad (3)$$

$$\text{además} \quad I = m_2 r^2 \quad (4)$$

En estas ecuaciones los términos utilizados son:

m_1 = masa de la estructura de atraque

m_2 = masa virtual del buque

y_1 = deflexión de la estructura de atraque

y_2 = deflexión del casco en el punto de contacto

C_1 = constante elástica de la estructura de atraque

t = tiempo

l = distancia del centro de gravedad al punto de contacto con una defensa

θ = ángulo de rotación del buque

I = momento de inercia del buque en el eje vertical a través del centro de gravedad

Las ecuaciones dadas se pueden transformar de la siguiente manera:

de la ecuación (3):

$$I \frac{\partial^2 \theta}{\partial t^2} = -C_2 y_2 l \quad ; \quad \text{pero } I = m_2 r^2$$

entonces:

$$m_2 r^2 \frac{\partial^2 \theta}{\partial t^2} = -C_2 y_2 l$$

finalmente:

$$m_2 \frac{\partial^2 \theta}{\partial t^2} = \frac{C_2 y_2 l}{r^2} \quad (3')$$

Sustituyendo (3') en (1) se tiene:

$$m_2 \left(\frac{\partial^2 Y_1}{\partial t^2} + \frac{\partial^2 Y_2}{\partial t^2} \right) - \left(-\frac{C_2 Y_2 \ell}{r^2} \right) \ell + C_1 Y_2 = 0$$

$$m_2 \left(\frac{\partial^2 Y_1}{\partial t^2} + \frac{\partial^2 Y_2}{\partial t^2} \right) + C_1 Y_2 \left(\frac{\ell^2}{r^2} + 1 \right) = 0 \quad (5)$$

De esta misma ecuación, se tiene que:

$$C_1 Y_2 = -m_2 \left(\frac{\partial^2 Y_1}{\partial t^2} + \frac{\partial^2 Y_2}{\partial t^2} \right) \frac{r^2}{\ell^2 + r^2} \quad (5')$$

La ecuación (2) también puede transformarse como sigue, sustituyendo (3') en (2):

$$m_1 \frac{\partial^2 Y_1}{\partial t^2} + m_2 \left(\frac{\partial^2 Y_1}{\partial t^2} + \frac{\partial^2 Y_2}{\partial t^2} \right) + C_1 Y_1 - \left(-\frac{C_2 Y_2 \ell}{r^2} \right) \ell = 0$$

pero:

$$\text{de (5)} \quad m_2 \left(\frac{\partial^2 Y_1}{\partial t^2} + \frac{\partial^2 Y_2}{\partial t^2} \right) = -C_1 Y_2 \left(\frac{\ell^2}{r^2} + 1 \right)$$

$$C_1 Y_1 + m_1 \frac{\partial^2 Y_1}{\partial t^2} + \left(-C_1 Y_2 \left(\frac{\ell^2}{r^2} + 1 \right) \right) + \frac{C_2 Y_2 \ell^2}{r^2} = 0$$

factorizando:

$$C_1 Y_1 + m_1 \frac{\partial^2 Y_1}{\partial t^2} - C_1 Y_2 = 0$$

Si se sustituye la ecuación (5'), entonces:

$$C_1 Y_1 + m_1 \frac{\partial^2 Y_1}{\partial t^2} - \left(-m_2 \left(\frac{\partial^2 Y_1}{\partial t^2} + \frac{\partial^2 Y_2}{\partial t^2} \right) \frac{r^2}{\ell^2 + r^2} \right)$$

Finalmente:

$$C_1 Y_1 + m_1 \frac{\partial^2 Y_1}{\partial t^2} + m_2 \frac{r^2}{\ell^2 + r^2} \left(\frac{\partial^2 Y_1}{\partial t^2} + \frac{\partial^2 Y_2}{\partial t^2} \right) = 0 \quad (6)$$

En este caso, es obvio que m_1 es bastante menor que m_2 , se puede decir que $m_1 = 0$, y sustituyendo este valor en la ecuación (6) se tiene:

$$C_1 Y_1 + m_2 \frac{r^2}{\ell^2 + r^2} \left(\frac{\partial^2 Y_1}{\partial t^2} + \frac{\partial^2 Y_2}{\partial t^2} \right) = 0 \quad \circ$$

$$C_1 Y_1 \left(\frac{\ell^2}{r^2} + 1 \right) + m_2 \left(\frac{\partial^2 Y_1}{\partial t^2} + \frac{\partial^2 Y_2}{\partial t^2} \right) = 0 \quad (6')$$

de (6') y (5) puede deducirse que $C_1 Y_1 = C_1 Y_2$

Volviendo a la ecuación de energía de atraque:

$$E = \frac{1}{2} m_1 v^{*2} \quad \text{ó} \quad E = \frac{1}{2} C_1 Y_1^{*2} \text{ máx.} + \frac{1}{2} C_2 Y_2^{*2} \text{ máx.}$$

pero $C_1 Y_1 = C_1 Y_1$, por tanto, la energía es:

$$E = C_1 * y_1^{**2} \text{ máx} = \frac{1}{2} m_1 * v^{**2} \quad (7)$$

Ahora bien, de acuerdo a las consideraciones teóricas expuestas anteriormente, la energía por absorber será:

$$E_{\text{máx}} = \frac{1}{2} C_2 * y_2^{**2} \text{ máx} = (m_2 * v^{**2}) / 4 \quad (8)$$

Para efecto de conocer la fuerza de atraque o reacción del sistema de defensas, se sabe que $E = Fd$ y, en este caso, $E = F * y_{\text{máx}}$, de donde $F = E / y$; sustituyendo el valor de "y" dado en la ecuación (7) se tiene:

$$F = [C_2 * y_2^{**2} \text{ máx}] / y_2$$

de donde:

$$F = C_2 * y_2 \text{ máx}$$

donde:

$F =$ reacción del sistema de defensa

Para la ecuación (8) se sabe que el peso virtual del buque es la suma del desplazamiento y el peso adicional, esto es:

$$m_2 * g = D + W_a$$

$$m_2 = (D + W_a) / g$$

donde:

$m_2 * g = W =$ peso virtual

$D =$ desplazamiento

$W_a =$ peso adicional

Sustituyendo este valor de m en la ecuación (8), se tiene:

$$E_{\text{máx}} = [(D + W_a) v^{**2}] / 4g$$

Ahora bien, el peso adicional de un buque está dado por:

$$W_a = \rho * L * D^{**2} * \pi / 4$$

donde:

ρ = densidad del agua de mar

L = eslora entre perpendiculares

D' = calado del buque

En este caso se tienen los siguientes valores:

D = 69000 Ton

ρ = 1.025 Ton/M³

L = 225 M

D' = 12 M

v = 0.13 M/Seg (obtenida de la carta de Vasco-Costa para un buque de más de 10000 Ton. en condiciones de navegación)

Con los datos anteriores y sustituyendo en la ecuación de peso adicional, se llega a:

W_a = 26083 Ton

y la energía por absorber es:

E_{máx} = 40.95 Ton

Una vez que se ha obtenido la energía que deberá absorber el sistema de atraque, se determinará la fuerza que deberá resistirse por atraque del buque (impacto) de la manera siguiente:

Se sabe que trabajo es $W = \frac{1}{2} E * d = 0.5E$

donde:

$$E = \frac{1}{2} m * v^{**2}$$

de las expresiones anteriores se tiene que:

$$\frac{1}{2} E * d = \frac{1}{2} m * v^{**2}$$

de donde:

$$E = (m * v^{**2})/d$$

por lo tanto:

$$F = E/2d$$

La compresión elástica de la defensa o deflexión defensa-estructura que especifican los fabricantes del tipo de defensa (1) a usar es:

$$d = 0.34 \text{ M}$$

Sustituyendo este valor en la ecuación de fuerza, se tiene:

$$F = 60.22 \text{ Ton}$$

Esta es la fuerza que deberá resistir una defensa, pero cada plataformas de atraque tiene dos pantallas y cada pantalla tiene, a su vez, dos defensas; por lo tanto, la fuerza que deberá resistir cada plataforma de atraque es:

$$F_h = 240.88 \text{ Ton}$$

REVISION DE LA PRESION EN EL CASCO DEL BUQUE.

$$\text{Placa de las defensas} = 2.20 * 3.90 = 8.58 \text{ M}^2$$

$$\text{Presión} = (60.22 * 2)/8.58 = 14.04 \text{ Ton/M}^2$$

De los reportes de investigación VII y VIII citados en la bibliografía se puede establecer que la presión arriba determinada se encuentra por debajo de aquella que pueden soportar los diversos componentes estructurales de las partes laterales de los buques tanque entre 28000 DWT y 200000 DWT.

TENSION Y EMPUJE PRODUCIDOS POR LA ACCION DEL OLEAJE SOBRE EL BUQUE AMARRADO.

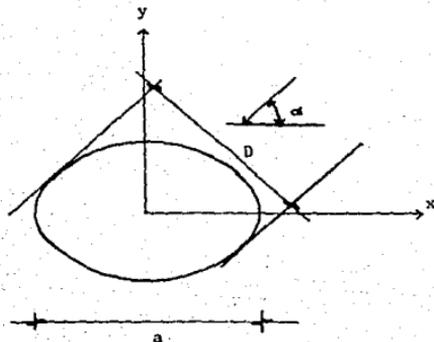
Existen distintos estudios, basados en modelos que definen las fuerzas de tensión en los cabos de amarre en los buques. Sin embargo, cada uno de dichos estudios se refiere a un tipo particular de buque (forma y tonelaje) y a un determinado sistema de amarre (número, posición y orientación de los cabos de amarre).

(1) Se seleccionó una defensa del tipo "CP-TYPE 900 H", cuya deflexión defensa-estructura es $d = 0.34 \text{ m}$.

Puesto que no fue encontrado algún reporte que asemejara el buque de diseño, así como su sistema de amarre y considerando que no se tiene un muelle marginal ni un muro reflejante detrás del buque amarrado, es posible calcular la fuerza de oleaje mediante el procedimiento que se detallará más adelante; dicho procedimiento está basado en la teoría de difracción del oleaje, suponiendo el barco similar a un cilindro elíptico. Una vez encontradas las fuerzas, se procederá a calcular la tensión en los cabos así como los empujes en las defensas de manera similar al caso del viento y al de atraque, respectivamente.

En la práctica, las fuerzas de atraque varían periódicamente de manera que los buques amarrados generalmente oscilan. En tales casos, la fuerza transmitida a las instalaciones de amarre es, en la mayoría de los casos, más pequeña que la componente de la fuerza de la ola actuando sobre el buque atraque.

La siguiente figura muestra el modelo teórico sobre el cual está basado el procedimiento antes mencionado.



$$F_{x \text{ max}} = C m \gamma \frac{\sinh(2\pi \frac{h}{L}) - \sinh(\pi \frac{h-d}{L})}{\cosh(2\pi \frac{h}{L})} \frac{\pi \cos \alpha}{8} D^2 \omega_0 H$$

$$F_{y \text{ max}} = C m \gamma \frac{\sinh(2\pi \frac{h}{L}) - \sinh(\pi \frac{h-d}{L})}{\cosh(2\pi \frac{h}{L})} \frac{\pi \sin \alpha}{8} D^2 \omega_0 H$$

en donde:

$F_{x\text{máx}}$ = valor máximo de la componente en la dirección x (Ton)

$F_{y\text{máx}}$ = valor máximo de la componente en la dirección y (Ton)

C_{mx} = coeficiente de la fuerza inercial de la componente x

C_{my} = coeficiente de la fuerza inercial de la componente y

h = profundidad (M)

d = calado (M)

D = ancho del buque con respecto a la dirección del oleaje (M)

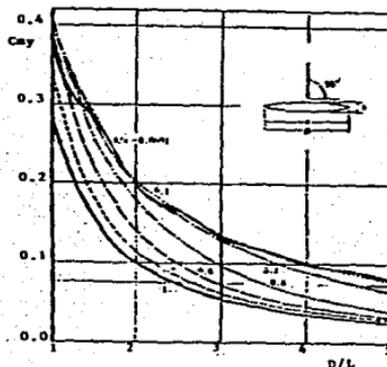
w_0 = peso unitario del agua de mar (Ton/M³)

α = ángulo de incidencia de las olas con el eje x (grado)

L = longitud de la ola incidente a la profundidad h (M)

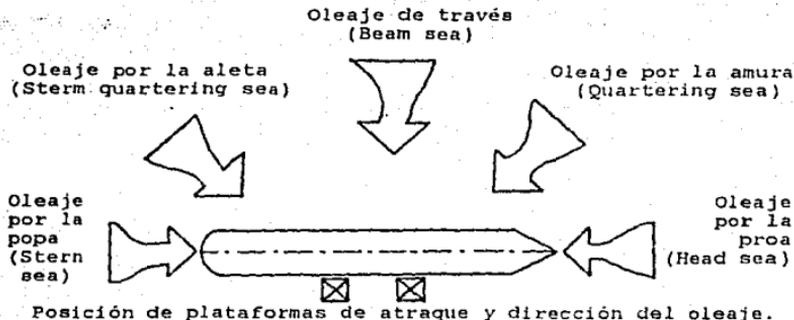
H = altura de la ola incidente (M)

El coeficiente C_{my} será obtenido de la siguiente gráfica:



(figura 5)

(1) Goda y Yoshimura, "Wave Force computation for Structures of Large Diameter, Isolated Off Shore"



Para conocer los empujes en las plataformas de atraque producidos por el buque, al moverse por la acción del oleaje, se estudiará el oleaje por la aleta, por la amura y de través. La dirección de dicho oleaje está debidamente comprendida en los cinco casos siguientes:

1. $\alpha = 90^\circ$
2. $\alpha = 75^\circ$
3. $\alpha = 60^\circ$
4. $\alpha = 45^\circ$
5. $\alpha = 30^\circ$

en donde:

profundidad $h = 15 \text{ M}$

calado $d = 12 \text{ M}$

peso del agua $w_0 = 1.025 \text{ Ton/M}^3$

Se considerará una ola de 6.5 pies de altura y un periodo de 5.5 segundos, tomando en cuenta que se trata de olas con las cuales puede estar el buque amarrado y operando.

VARIABLES.

$H = 6.50 \text{ Pies} = 1.98 \text{ M}$

$$D = 225 \text{ M}$$

$$D' = 128.8 \text{ M (parte recta)}$$

$$b = 32.6 \text{ M}$$

Ahora bien, para encontrar la longitud de la ola incidente a la profundidad h , se usará la siguiente ecuación:

$$L = (g * T^{*2}) / 2\pi [\text{Tanh}(2\pi d) / L]$$

Al observar la expresión anterior se puede ver que se trata de una ecuación implícita, cuya solución se obtiene por prueba y error, realizando iteraciones sucesivas, por lo que se procede dando un valor inicial tentativo de $L = 60 \text{ M}$.

* Primera Iteración.

$$L = 20.74 \text{ M} \ll 60 \text{ M}$$

* Segunda Iteración.

Cómo L calculada es mucho menor que L propuesta, se disminuye el valor de L a 40, entonces:

$$L = 28.75 \text{ M} < 40 \text{ M}$$

* Tercera Iteración.

Suponiendo $L = 35 \text{ M}$,

$$L = 31.57 \text{ M} < 35 \text{ M}$$

* Cuarta Iteración.

Para $L = 33 \text{ M}$,

$$L = 32.81 \text{ M} < 33 \text{ M}$$

* Quinta Iteración.

Para $L = 32.88 \text{ M}$,

$$L = 32.88 \text{ M}$$

Además,

$$D/L = 6.84 \text{ M}$$

$$b/a = 0.15$$

De las gráficas anteriores es posible obtener los coeficientes de la fuerza inercial de las componentes x,y para diferentes casos de ángulos de incidencia de oleaje respecto al eje x; sin embargo, se puede observar que la mayor componente que es posible calcular en una dirección es cuando $\alpha = 90^\circ$, entonces:

$$\text{para } \alpha = 90^\circ \quad \implies \quad C_{mx} = 0; \quad F_{x\text{máx}} = 0$$

además, para $D/L = 6.84 \text{ M}$ y $b/a = 0.15$, no es posible leer los valores correspondientes de C_{my} en la gráfica por lo que se considerará un valor aproximado menor que el último valor que se alcanza a leer, por tanto, para efectos de cálculo de $F_{y\text{máx}}$, se tomará $C_{my} = 0.05$. Sustituyendo los valores correspondientes en la ecuación de $F_{y\text{máx}}$ se obtiene:

$$F_{y\text{máx}} = 382.50 \text{ Ton}$$

Esta es la fuerza que la estructura de atraque deberá absorber por efectos producidos por oleaje sobre el buque.

SISMO TRANSVERSAL Y LONGITUDINAL. (1)

Se sabe que la energía liberada por un sismo provoca una aceleración en el terreno de la cual, parte se transmite a la estructura; dicha aceleración es función del tipo de suelo donde se encuentra ubicada la estructura, del tipo de estructura según su destino, y del tipo de estructuración de la construcción.

En base a lo anterior, se pueden obtener algunos parámetros necesarios para determinar el coeficiente sísmico correspondiente a la estructura en cuestión. Dichos parámetros son:

- a. Factor de amortiguamiento crítico. Este factor depende, entre otras cosas, del tipo de conexiones que tiene la estructura y de la interacción suelo-estructura. En este caso, el porcentaje de amortiguamiento crítico es de 0.05.

(1) Newmark, N.M., Rosenbluth, E. "Fundamentos de Ingeniería Sísmica"

- b. Factor de ductilidad. Se determina de acuerdo al tipo de material que constituye a la estructura y a la estructuración que se le da a la construcción. Para el caso de estudio FD = 4.

Por otro lado, para determinar la aceleración del terreno, es necesario recurrir a los acelerogramas registrados que se consideren representativos de la zona donde se ubica la estructura; es base a dichos acelerogramas se obtiene la máxima aceleración registrada hasta el momento en que se tome la historia de aceleraciones, además, en función de la historia de aceleraciones se puede obtener el periodo de recurrencia del sismo.

Cabe señalar que la aceleración del terreno es una fracción de la aceleración de la gravedad g ; de lo anterior se encontró que la aceleración del terreno es de 0.148g.

Dado que el tipo de estructura en cuestión es especial, se considera necesario tomar en cuenta un factor de amplificación, el cual es función de la esbeltez de la estructura para el que se tomará un valor de 2.6.

Ya se tienen todos los datos necesarios para obtener el coeficiente sísmico el cual es un factor que, multiplicado por el peso total de la estructura, da como resultado la fuerza cortante en la base; entonces

$$C = 0.096 = 0.1$$

CARGAS POR SISMO.

Se considerará la carga muerta y el 50% de la carga viva vertical como el peso de cada estructura el cual, multiplicado por el coeficiente sísmico, dará como resultado la carga por sismo.

- a. Duques de Alba 1 y 4.

$$F_{s1s} = 33.91 \text{ Ton}$$

b. Diques de Alba 2 y 3.

Fsis = 35.91 Ton

c. Plataformas de Amarre y Atraque 1 y 2.

Fsis = 114.6 Ton

d. Plataforma de Operación.

Fsis = 120.94 Ton

RESUMEN FINAL DE FUERZAS.

CARGA MUERTA Y CARGA VIVA VERTICAL

ELEMENTO	CARGA MUERTA (TON)	CARGA VIVA (TON)
DA#1,4	264.19	149.73
DA#2,3	284.21	149.73
PA#1,2	922.97	445.98
PO	984.92	449.73

	A plena carga (Ton)	VIENTO SOBRE BUQUE	En lastre (Ton)
Ex	7.15		47.66
Fya	-30.30		-122.08
Fyf	-15.46		-110.78

CORRIENTE SOBRE BUQUE

	A plena carga (Ton)	En lastre (Ton)
Ex	7.27	3.00
Fya	-24.57	-2.80
Fyf	-24.03	-20.03

VIENTO Y CORRIENTE

	A plena carga (Ton)	En lastre (Ton)
Ex	14.42	50.66
Fya	-54.87	-124.89
Fyf	-39.49	-130.81

EMPUJES PRODUCIDOS POR ACCION COMBINADA DE VIENTO Y CORRIENTE

a. Buque a plena carga

Empuje en cada plataforma 46.87 Ton

b. Buque en lastre

Empuje en cada plataforma 121.59 Ton

TENSIONES DE BOLARDO (Ton)

ELEMENTO	COMPONENTE PERPENDICULAR Fx	COMPONENTE LONGITUDINAL Fy	COMPONENTE VERTICAL Fz	TENSION EN EL CABO Tr
DA#1,4	65.40	166.59	53.19	188.49
DA#2,3	130.81	0.00	26.42	133.45
PA#1,2	4.79	50.66	57.45	76.74

VIENTO SOBRE EL MUELLE

* Duques de Alba 1,2 3 y 4

Fv = 2.19 Ton

* Plataformas de Atraque 1 y 2

Fv = 15.30 Ton

* Plataforma de Operación

Fv = 5.24 Ton

IMPACTO

Sobre plataformas de atraque, únicamente.

Fh = 240.88 Ton (en cada plataforma)

EMPUJE BAJO LA ACCION DEL OLEAJE SOBRE BUQUE AMARRADO

Sólo en plataformas de atraque.

Fymáx = 191.25 Ton en cada plataforma

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

SISMO

ELEMENTO	FUERZA SISMICA (Ton)
DA#1,4	33.91
DA#2,3	35.91
PA#1,2	114.60
PO	120.94

COMBINACIONES DE CARGA.

* Plataformas de Atraque

- a. $W_m + W_v$
- b. $W_m + W_v(50\%) + \text{Eza. sismica}$
- c. $W_m + W_v(50\%) + \text{Eza. sismica} + \text{Eza. oleaje}(R)$
- d. $W_m + \text{Eza. de atraque del buque}$
- e. $W_m + \text{Eza. de atraque del buque} + \text{Eza. de corrientes}(R)$
- f. $W_m + W_v + \text{Eza. de atraque del buque}$
- g. $W_m + \text{Eza. de corrientes}$
- h. $W_m + \text{Eza. de oleaje}$
- i. $W_m + \text{Eza. inducida por el buque amarrado sujeto a la acción del oleaje o empuje de corrientes}$
- j. $W_m + \text{viento sobre la estructura}$
- k. $W_m + \text{viento sobre el buque (Aconchamiento)}$
- l. $W_m + \text{viento sobre la estructura} + \text{oleaje}$

Sustituyendo los valores de las variables en cada una de las expresiones anteriores se obtuvo:

- a. 1368.9 Ton
- b. 1260.6 Ton
- c. 1451.8 Ton
- d. 1163.8 Ton
- e. 1188.4 Ton
- f. 1609.8 Ton (rige)
- g. 947.5 Ton
- h. 1123.0 Ton
- i. 1305.5 Ton
- j. 938.27 Ton
- k. 1039.4 Ton
- l. 1137.4 Ton

* Duques de Alba 2 y 3.

- a. $W_m + W_v$
- b. $W_m + W_v(50\%) + \text{Fza. sismica}$
- c. $W_m + W_v(50\%) + \text{Fza. sismica} + \text{Fza. oleaje(R)}$
- d. $W_m + \text{tensión de bita-cabos través}$
- e. $W_m + \text{tensión de bita} + \text{Fza. de corrientes(R)}$
- f. $W_m + W_v + \text{tensión de bita-cabos través}$
- g. $W_m + \text{Fza. de corrientes}$
- h. $W_m + \text{Fza. oleaje}$
- i. $W_m + \text{viento sobre la estructura}$
- j. $W_m + \text{viento sobre la estructura} + \text{oleaje}$

Sustituyendo los valores de las variables en cada una de las expresiones anteriores se obtiene:

- a. 433.9 Ton
- b. 395.0 Ton
- c. 586.1 Ton (rige)
- d. 417.7 Ton
- e. 442.2 Ton
- f. 567.4 Ton
- g. 308.8 Ton
- h. 484.2 Ton
- i. 286.4 Ton
- j. 486.4 Ton

* Duques de Alba 1 y 4.

- a. $W_m + W_v$
- b. $W_m + W_v(50\%) + \text{Fza. sismica}$
- c. $W_m + W_v(50\%) + \text{Fza. sismica} + \text{Fza. oleaje(R)}$
- d. $W_m + \text{tensión de bita-cabos largos}$
- e. $W_m + \text{tensión de bita} + \text{Fza. de corrientes(R)}$
- f. $W_m + W_v + \text{tensión de bita-cabos largos}$
- g. $W_m + \text{Fza. de corrientes}$
- h. $W_m + \text{Fza. oleaje}$
- i. $W_m + \text{viento sobre la estructura}$
- j. $W_m + \text{viento sobre la estructura} + \text{oleaje}$

Sustituyendo los valores de las variables en cada una de las expresiones anteriores se obtiene:

- a. 413.9 Ton
- b. 373.0 Ton
- c. 584.1 Ton
- d. 452.7 Ton
- e. 477.2 Ton
- f. 602.4 Ton (rige)
- g. 288.8 Ton
- h. 464.2 Ton
- i. 266.4 Ton
- j. 466.4 Ton

* Plataforma de Operación.

- a. $W_m + W_v$
- b. $W_m + W_v(50\%) + \text{Fza. sismica}$
- c. $W_m + W_v(50\%) + \text{Fza. sismica} + \text{Fza. oleaje}(R)$
- d. $W_m + \text{Fza. de oleaje}$
- e. $W_m + \text{viento sobre la estructura}$
- f. $W_m + \text{viento sobre la estructura} + \text{Fza. oleaje}$

Sustituyendo los valores de las variables en las expresiones anteriores, se obtienen:

- a. 1434.3 Ton
- b. 1330.3 Ton
- c. 1521.6 Ton (rige)
- d. 1194.5 Ton
- e. 989.8 Ton
- f. 1189.8 Ton

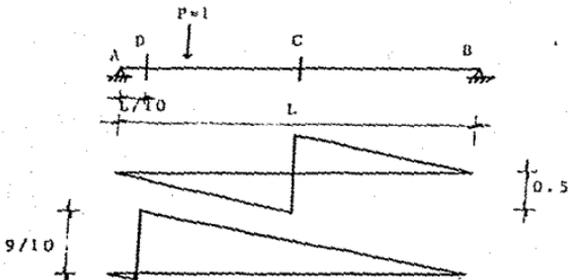
CAPITULO III
ANALISIS

INTRODUCCION.

Antes de iniciar el análisis del viaducto y tomando en cuenta que es necesario basar dicho análisis en la Teoría de Líneas de Influencia como un auxilio para encontrar los elementos mecánicos más desfavorables en las vigas, se considera conveniente hacer un breve recordatorio de las características esenciales del mismo, ya que en este caso se tienen cargas móviles sobre la estructura.

Se sabe que el esfuerzo producido en una sección cualquiera de una estructura por una sobrecarga varía con la posición de ésta, habiendo una posición en la cual el esfuerzo producido en la mencionada sección es máximo. En este punto es posible definir que línea de influencia es la curva gráfica cuya ordenada en un punto dado es la magnitud de alguna función particular en una sección predeterminada debida a una carga unitaria aplicada en ese punto.

Una vez que se ha entendido esta definición es posible darse cuenta que para cada sección de una viga, por ejemplo, se tiene una línea de influencia particular de un elemento mecánico cualquiera. Es importante señalar que el valor máximo que se obtenga es sólo para la sección o punto para el cual corresponde la gráfica, pero no necesariamente es el valor máximo que se pueda obtener debido a dicha sobrecarga; por ejemplo, para el cortante en dos secciones diferentes de una viga, una al centro y otra cercana a una apoyo, el valor máximo dado por las líneas de influencia será diferente y el valor máximo para la sección al centro no es el máximo cortante que se pueda obtener con una carga móvil; esto es:



CORTANTE EN "C" y "D" DEBIDA A "P"

Para optimizar el análisis las líneas de influencia resultan insuficientes, ya que también es necesario visualizar los puntos donde se presentarán los máximos valores de una función de interés y, entonces, definir la línea de influencia que proporcione dicho valor.

En el ejemplo anterior se ve que la magnitud de la ordenada es un valor adimensional, lo cual se debe a que la carga aplicada es unitaria y también adimensional; pues bien, para obtener el valor real de la función es necesario conocer la magnitud de la sobrecarga. Esto resulta evidente y queda inmerso en las particularidades que sobre las líneas de influencia se mencionan a continuación:

1. Para obtener el valor máximo de una función debido a una sobrecarga aislada, ésta se colocará en el punto en que la ordenada de la línea de influencia de dicha función sea máxima.
2. El valor de la función mencionada es igual al producto de la magnitud de la carga por la ordenada de la línea de influencia de dicha función, medida en el punto de aplicación de la carga.
3. Para obtener el valor máximo de una función producida por una carga uniformemente repartida, ésta se colocará en todas las zonas de la estructura para las cuales las ordenadas de la línea de influencia tienen el signo de la función deseada.
4. El valor de una función debida a una sobrecarga uniformemente repartida es igual al producto de la intensidad de la carga por el área total bajo la parte de la línea de influencia de la función considerada correspondiente a la zona de estructura cargada.

A continuación se señalan dos puntos que son de gran utilidad para el análisis de la estructura en estudio:

1. La magnitud de un elemento mecánico cualquiera se obtiene multiplicando la magnitud de la carga que lo produce por la ordenada de la línea de influencia en el punto o sección de aplicación de dicha carga.
2. Es válida la Teoría de superposición de causas y efectos, es decir, si se tienen dos o más cargas puntuales, el elemento mecánico en cuestión será la suma de los productos de la magnitud de cada carga por la correspondiente ordenada de la línea de influencia.

VIADUCTO.

Para iniciar el análisis de este elemento, primero deben determinarse sus características así como la función para la cual está destinado; en primer lugar, se puede decir que el viaducto está constituido de la siguiente manera:

- * El tramo inicial es un espigón de material graduado y enrocamiento de 115 M de longitud.
- * 40 tramos de superestructura a base de elementos prefabricados de concreto reforzado, cuya sección es de cajón y longitud de 20 M cada tramo (trabe).
- * Un elemento final igual al descrito en el punto anterior pero de 10 M de longitud.
- * Las trabes son simplemente apoyadas sobre caballetes de concreto reforzado, los cuales están cimentados con pilotes tubulares de acero de 30" de diámetro.

Con respecto a la función, se pueden mencionar dos etapas principales:

1. Deberá soportar el peso de las tuberías llenas de combustible y paso de peatones.
2. Deberá permitir y soportar el tránsito de vehículos ligeros tipo C-2 cuyo peso total cuando están cargados es, según SAHOP, de 10 Ton.

Es importante puntualizar que por las características particulares de los caballetes de apoyo, los cuales serán descritos en su momento, son autosuficientes para tomar y transmitir cargas verticales y horizontales cuando éstas sean transversales al eje del viaducto, pero no absorben las longitudinales a ese eje, ya que estas cargas serán absorbidas y transmitidas por caballetes de 4 pilotes que se tienen contemplados en el diseño de la subestructura; puede decirse entonces que, mientras los elementos de la superestructura se analizarán como vigas simplemente apoyadas, la subestructura se analizará en marco plano (caballete de dos pilotes), así como en marco en el espacio (caballete de 4 pilotes).

La estructura del viaducto estará sujeta a las siguientes cargas:

* Verticales

Peso propio de superestructura
Peso de tuberías y peatones (carga viva)
Peso de camiones C-2
Peso propio de subestructura

* Horizontales

Viento
Sismo
Oleaje
Efectos de temperatura

Los reglamentos que se utilizarán desde la determinación de cargas son: AASHTO, ACI AISC y el manual de Diseño de Obras Civiles de la CFE.

DIMENSIONAMIENTO DE TRABE CAJON.

Para iniciar con la determinación de cargas, se supone un dimensionamiento inicial tentativo de la sección de trabes, el cual se puede obtener basado en las especificaciones de AASHTO para el caso.

* Peralte mínimo (h)

$$h = (S + 10)/20$$

donde:

S = claro (pies)

h (=) pies

Si S = 20 M = 65.6 pies ==> h = 1.15 M

* Espesor mínimo de patín (t)

$$t = (S + 10)/30$$

donde:

S = longitud volada del patin (pies)

Se propone $S = 1 \text{ M} = 3.28 \text{ pies} \implies t = 0.135 \text{ M}$

* Espesor mínimo de losa inferior (t')

$$t' = S/16 \geq 5.5''$$

donde:

S = ancho de losa inferior

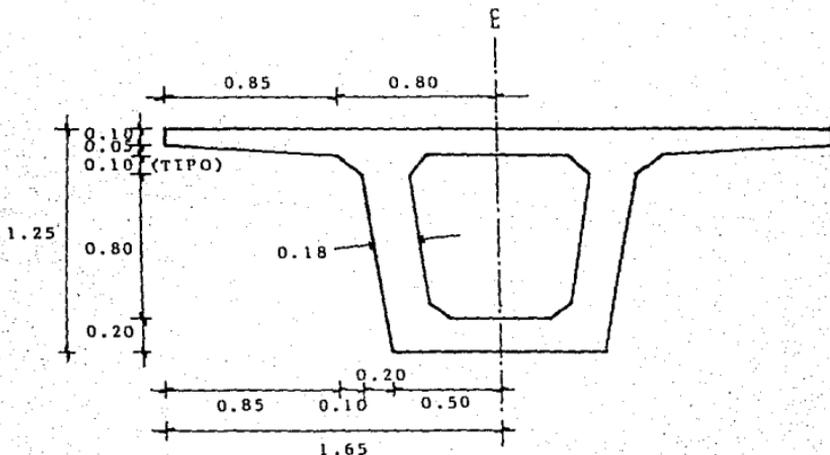
Se propone $S = 0.9 \text{ M} = 2.95 \text{ pies} \implies t' = 0.14 \text{ M}$

para efectos prácticos se usará $t' = 0.20 \text{ M}$

* Espesor mínimo de nervaduras

Por construcción se utilizará $t'' = 0.18 \text{ M}$

Redondeando los datos anteriores, se propone una sección de trabe como la que a continuación se muestra.



CARGAS.

Cargas Muertas.

Peso propio:

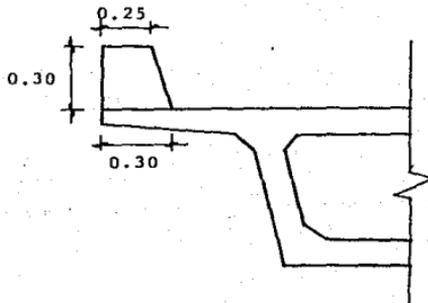
patín volado	=	0.2125 M2
patín superior	=	0.2400 M2
losa inferior	=	0.2000 M2
nervaduras	=	0.3240 M2
chaflanes	=	0.0300 M2
A total	=	1.0065 M2

La carga repartida es, entonces:

$$wpp = 2.50 \text{ Ton/M}$$

Guarnición:

Se tiene una sección de guarnición con las dimensiones que se muestran:



de donde:

$$Ag = 0.165 \text{ M2}$$

$$wg = 0.396 \text{ Ton/M}$$

Pilastra:

Se tienen pilastras en ambos lados de $0.20 \times 0.30 \times 0.55$ M, y a cada 1.75 M, por lo que:

$$w_p = 0.091 \text{ Ton/M}$$

Se tiene además una viga parapeto de 0.15 X 0.30 M, cuya carga es:

$$w_v = 0.216 \text{ Ton/M}$$

Carga Viva.

En este caso, las tuberías que conducen el combustible representan una carga considerable; tomando en cuenta que el viaducto deberá soportar tres tuberías, cada cual de 6", 14" y 24" respectivamente, por lo que se tendría una carga de:

6"	wpp	0.0282 Ton/M (vacío)
14"	wpp	0.0938 Ton/M (vacío)
24"	wpp	<u>0.2214</u> Ton/M (vacío)
		0.3434 Ton/M

Considerando, ahora, las tuberías llenas de agua
(= 1 Ton/M³).

6"	wu = (Atub * ρ)	0.018 Ton/M
14"	wu	0.099 Ton/M
24"	wu	<u>0.292</u> Ton/M
		0.409 Ton/M

Nota: Este valor representa sólo el peso del agua

Previendo una ampliación del 100%, de acuerdo a especificaciones de proyecto, el peso total de la tubería cargada es:

$$\text{Peso Total} = 1.5 \text{ Ton/M}$$

Dado que esta carga es considerada como viva, es necesario repartirla en todo el ancho de la losa (3.30 M), por lo tanto:

$$w_{cv} = 0.45 \text{ Ton/M}^2$$

Para efectos de análisis se considerará:

wcv = 0.50 Ton/M2

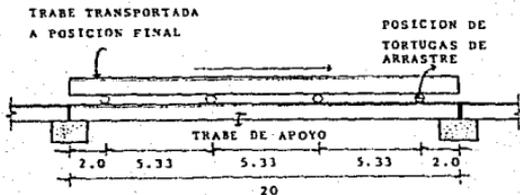
Cargas de Montaje.

Para poder evaluar la magnitud de los elementos mecánicos que se generan durante las maniobras de montaje, es necesario conocer el procedimiento de construcción del viaducto pero, dado que este no es el objetivo del presente trabajo, se mencionará únicamente las particularidades suficientes que permitan tomar un criterio de análisis de acuerdo con la realidad:

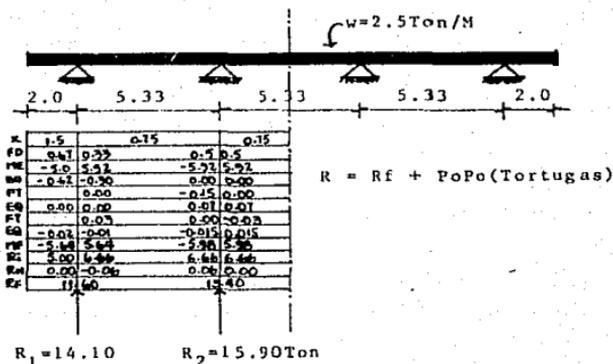
- * Cada trabe es transportada por 4 tortugas de arrastre cuya posición se describe más adelante.
- * La trabe colocada sirve como vía para las tortugas que transportan la siguiente trabe.
- * En primera instancia (cuando la trabe es acarreada), sólo actúa el peso propio de la trabe, ya que los demás elementos son colocados posteriormente y no actúan en forma simultánea con la carga de montaje.
- * El peso aproximado de cada tortuga es de 2.5 Ton.

ANALISIS DE TRABE CAJON.

De acuerdo con las consideraciones anteriores se analizará la trabe que está siendo arrastrada como una trabe continua con 4 apoyos y cantiliver en los extremos, actuando sólo peso propio; mientras que la trabe-soporte deberá ser analizada como simplemente apoyada, sujeta a peso propio y, además, a las cargas puntuales móviles que le transmitan las tortugas de arrastre. Lo anterior puede visualizarse mejor con la ayuda de la siguiente figura:

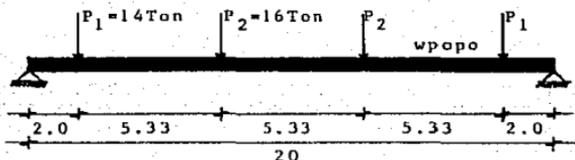


El análisis de la trabe arrastrada se realizará con el método de Cross, tomando en cuenta la simetría, se tiene:



Para obtener las cargas puntuales que se transmiten a la trabe que sirve de apoyo, es necesario agregar a la reacción final obtenida en el análisis anterior, el peso de las tortugas de arrastre.

Por facilidad de cálculo, se pueden redondear las cargas puntuales que actuarán sobre la trabe de apoyo; esto se muestra en diagrama de cuerpo libre como sigue:



Es importante visualizar que la posición de las cargas puntuales P_1 y P_2 pueden variar, y de hecho lo hacen con la posición de las tortugas. Esto se debe a que son cargas móviles, pero su magnitud es constante pues no depende de la posición de la trabe que las soporta, sino de la que están cargando, y ésta sí permanece en su posición respecto a las tortugas.

Carga Móvil (para etapa futura).

Como se mencionó al principio, la carga móvil a considerar en esta etapa es la de un camión tipo C-2, cuyas características son las siguientes:

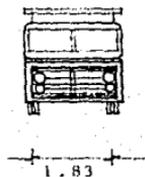
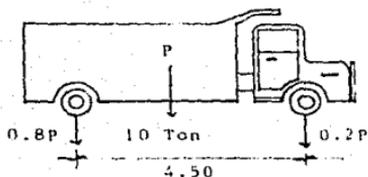
Peso vacío 4 Ton

Peso cargado 10 Ton

de los cuales, 20% es soportado por el eje delantero y el 80% restante, por el trasero.

Distancia entre ejes 4.5 M

Distancia entre ruedas 1.83 M



Peso Propio de Asfalto (Etapa futura).

Si el espesor de la capa asfáltica es de 5 cm. y el peso volumétrico es de 1.9 Ton /M³, se tiene:

$$w_a = 0.095 \text{ Ton/M}^2$$

Para obtener el valor de la carga por metro, se debe multiplicar por el ancho de la trabe, menos el espesor de las guarniciones:

$$w_a = 0.25 \text{ Ton/M}$$

Peso de Equipamiento. (Charolas, cables y postes)

Se considerará:

$$w_e = 0.10 \text{ Ton/M}$$

ANALISIS DE COMBINACIONES DE CARGAS.

* Cargas de Operación.

En este caso actúan simultáneamente peso propio, tuberías, cargas muertas y equipamiento, por lo cual se tiene:

$$w = 4.80 \text{ Ton/M}$$

Dado que la trabe está simplemente apoyada, el momento actuante máximo es:

$$M = (w * L^{*2})/8 = 240 \text{ Ton-M}$$

El cortante máximo se presenta inmediatamente después del apoyo y es igual a la reacción en ese punto, entonces:

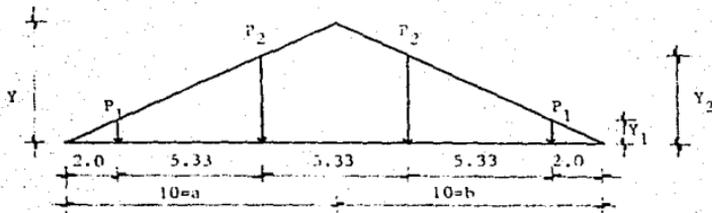
$$V = 48 \text{ Ton}$$

* Cargas en la Etapa de Montaje.

En este caso deberán usarse líneas de influencia por tratarse de cargas móviles y se buscará la posición crítica de éstas para obtener los mayores elementos mecánicos que se presenten en dicha posición, la cual, en el caso de momento, es al centro del claro, mientras que para el cortante es prácticamente en el apoyo.

Momento.

En el centro del claro, la línea de influencia del momento es:



Si el momento es $M = P(a * b)/L$. y $P = 1$, la ordenada máxima al centro es:

$$(a * b)/L$$

y las demás en P_1 y P_2 se obtienen por semejanza de triángulos, entonces:

$$Y = 5 \quad M$$

$$Y_1 = 1 \quad M$$

$$Y_2 = 3.67 \quad M$$

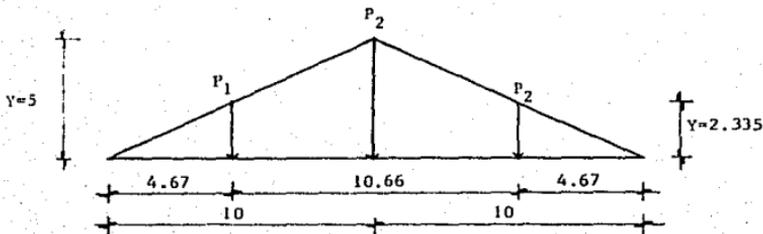
El valor del momento es la suma de la magnitud de carga por su correspondiente ordenada de la línea de influencia; por lo tanto, el momento debido a la carga por maniobra de montaje es:

$$M = 2 * P_1 * L_{I1} + 2P_2 * L_{I2}$$

donde:

$$M = 145.28 \text{ Ton-M}$$

Este momento es para una posición dada de las cargas puntuales P_1 y P_2 , pero puede existir otra posición en la cual el momento podría incrementar su valor. Entonces se obtiene el momento para otra posición, cuando una carga P_2 se encuentra al centro del claro; esto es:



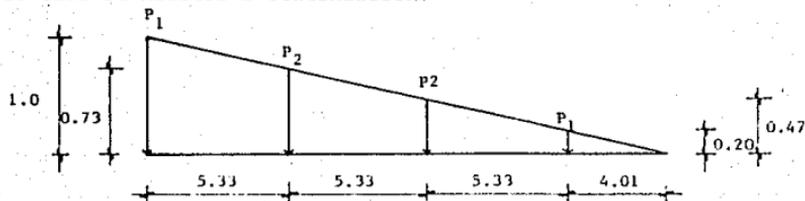
De esta posición de cargas se obtiene:

$$M = 2.335P_1 + 5P_2 + 2.335P_2 = 150.05 \text{ Ton}$$

Es posible observar que esta es la posición crítica aún cuando sólo actúan tres cargas, ya que la otra ha quedado fuera del claro de la trabe; por lo tanto, este es el valor del momento que se considerará para el análisis.

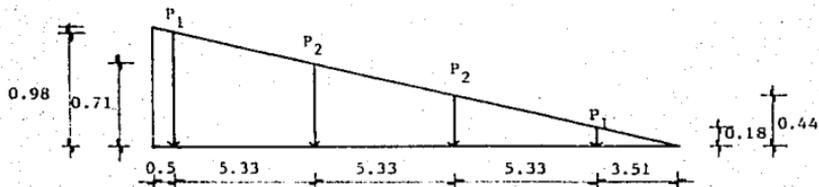
Cortante.

Se sabe que el cortante máximo se presenta en la sección inmediata al apoyo, por lo que puede considerarse como cortante máximo la reacción máxima que se presente en el caso crítico de posición de cargas, es decir, se obtendrá la línea de influencia de la reacción o cortante en el apoyo izquierdo lo cual se muestra a continuación:

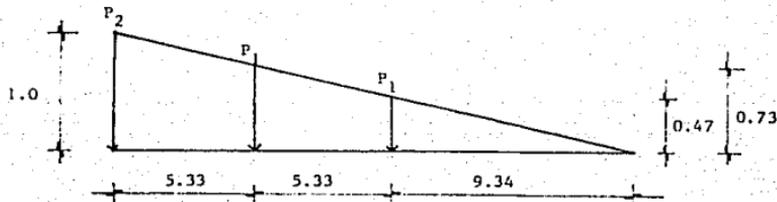


$$R = R_{\text{máx}} = \sum P_i L_i = 36 \text{ Ton}$$

Para otras posiciones de carga se tiene:



$$R = V = 34.57 \text{ Ton} < 36 \text{ Ton}$$



$$R = V = 34.26 \text{ Ton} < 36 \text{ Ton}$$

Se puede observar que para cualquier otra posición de las cargas moviéndose hacia la derecha, el valor, tanto del cortante como de la reacción en el apoyo, irá disminuyendo; además, se debe considerar un factor que tome en cuenta el incremento de los elementos mecánicos debido al impacto de la carga. Si este incremento se considera del 25%, se tienen, entonces, como valores máximos, los siguientes:

$$M = 187.56 \text{ Ton-M}$$

$$R = 45 \text{ Ton}$$

$$V = 45 \text{ Ton}$$

Por otro lado, durante la etapa de montaje, la trabe estará sujeta, tanto a las cargas puntuales como al peso propio y se puede considerar el peso de la guarnición para estar del lado de la seguridad, ya que existe la posibilidad de que esté colocada cuando aún se estén acarreado traveses para completar el viaducto. Se pueden obtener, entonces, los elementos mecánicos totales durante la etapa de montaje:

$$w = 2.896 \text{ Ton/M}$$

$$M = (w * L^2)/8 = 144.8 \text{ Ton-M}$$

de donde:

$$M_m = 144.8 + 187.56 = 332.36 \text{ Ton-M}$$

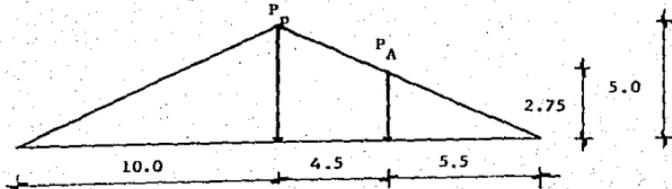
$$V_m = (w * L)/2 + V = 73.96 \text{ Ton}$$

* Cargas en Etapa Futura.

En esta etapa actuarán sobre la trabe, además del peso propio, guarnición, asfalto y charolas, las cargas móviles de los camiones C-2 cuyas características ya fueron mencionadas.

Momento.

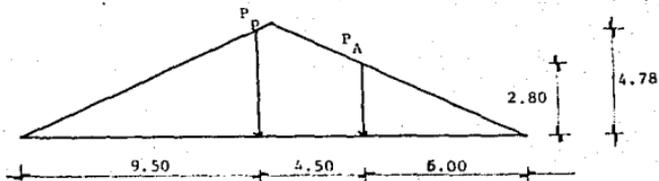
Como el momento se presenta al centro del claro, la línea de influencia para esta sección es:



de donde:

$$M = 45.5 \text{ Ton-M}$$

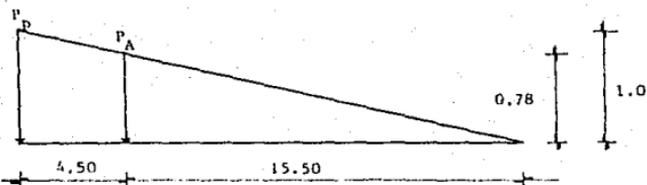
Para otra posición de cargas:



$$M = 43.8 \text{ Ton-M} < 45.5 \text{ Ton-M}$$

Cortante.

Al igual que en el caso anterior, se calculará la reacción en el apoyo:



$$R = V_{\text{máx}} = 9.55 \text{ Ton}$$

Tomando en cuenta el impacto se tiene:

$$M = 45.5 * 1.25 = 56.87 \text{ Ton-M}$$

$$V = 9.55 * 1.25 = 11.94 \text{ Ton}$$

Por lo tanto, el momento y el cortante de diseño serán:

$$w = 3.55 \text{ Ton/M}$$

Luego:

$$M = (w * L^2) / 8 = 177.5 \text{ Ton-M}$$

$$M_m = 177.5 + 56.87 = 234.37 \text{ Ton-M}$$

$$V = (w * L)/2 = 35.5 \text{ Ton}$$

$$V_m = 35.5 + 1.94 = 47.44 \text{ Ton}$$

Resumen de elementos mecánicos para cada una de las etapas consideradas.

ELEMENTO MECANICO	ETAPA DE MONTAJE	ETAPA DE OPERACION	ETAPA FUTURA
Mm	332.36 *	240.00	234.37
Vm	73.96 *	48.00	47.44
R	73.96 *	48.00	47.44

Mm (=) Ton-M

Vm (=) Ton

R (=) Ton

* Valores que rigen para diseño.

Se sabe ya que las cargas que se transmiten durante la etapa de montaje son las mayores y, por tanto, las que se considerarán para el diseño; ahora bien, es necesario conocer algunos valores, tanto de momento flexionante como de fuerza cortante en secciones predeterminadas; esto con el fin de trazar los diagramas de elementos mecánicos para facilitar el diseño.

Si se observan detenidamente los resultados de los elementos mecánicos con los diagramas de líneas de influencia realizados en páginas anteriores, se podrá visualizar que las cargas móviles tienen una posición crítica con respecto a una sección para obtener el máximo valor del elemento mecánico en cuestión, sin perder de vista que los elementos que actúan como cargas móviles son las tortugas de arrastre. La posición crítica mencionada es:

- Para momento flexionante. Cuando una carga P2 (valor mayor que P1) actúa en la sección por analizar, buscando que todas las cargas actúen de tal forma que produzcan momento.

- b. Para fuerza cortante. Cuando una carga mayor (P2) se coloca inmediatamente después de la sección analizada y las demás actúan hacia un lado de la sección.

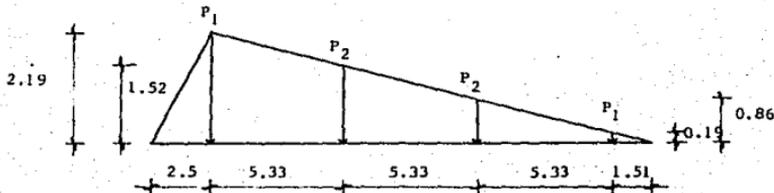
De acuerdo con esto, no será necesario obtener varios diagramas de líneas de influencia para cada sección, ya que con la posición crítica de cargas se obtendrá el mayor valor de elementos mecánicos provocados por cargas móviles de montaje, los cuales se sumarán con los correspondientes debidos a peso propio de la misma forma que se obtuvieron los elementos mecánicos máximos de toda la trabe. Lo anterior se realizará a cada 2.5 M de la trabe a fin de tener puntos representativos en el diagrama, de tal forma que, determinando el diagrama para la mitad de la trabe, se podrá obtener el diagrama completo de la trabe.

Es importante recordar que los valores obtenidos deberán multiplicarse por el factor de impacto.

Análisis.

Para flexión: $Y = (a * b) / L$

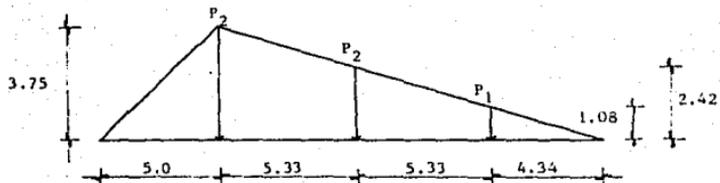
a. A 2.5 M del apoyo:



$$M = [16(1.52 + 0.86) + 14(2.19 + 0.19)] * 1.25$$

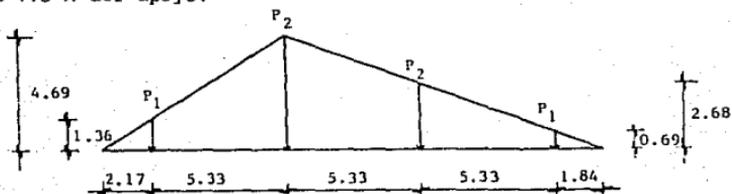
$$= 89.25 \text{ Ton-M}$$

b. A 5 M del apoyo:



$$M = [16(3.75 + 2.42) + 14 \cdot 1.08] \cdot 1.25 = 142.30 \text{ Ton-M}$$

c. A 7.5 M del apoyo:



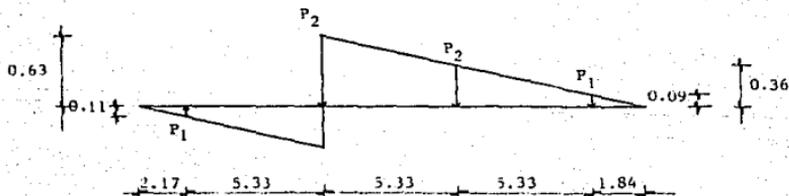
$$M = [16(4.69 + 2.68) + 14(1.30 + 0.69)] \cdot 1.25 = 182.23 \text{ Ton-M}$$

d. Al centro del claro:

$$M = 187.56 \text{ Ton-M (obtenida anteriormente)}$$

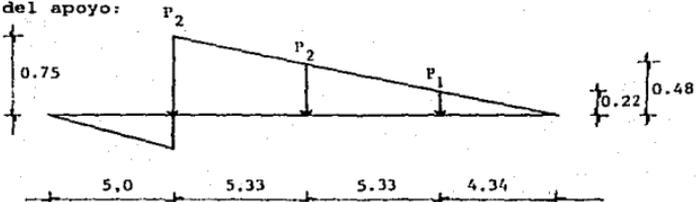
Para cortante: $Y(+)$ = b/L; $Y(-)$ = (b/L) - 1

a. A 7.5 M del apoyo:



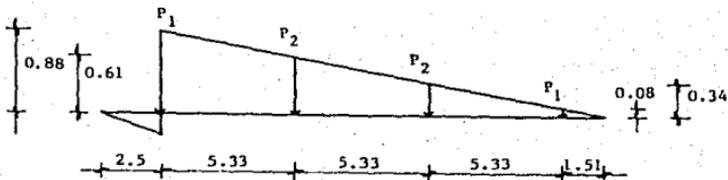
$$V = [16(0.63 + 0.36) + 14(0.09 + 0.11)] * 1.25 = 19.45 \text{ Ton}$$

b. A 5 M del apoyo:



$$V = [16(0.75 + 0.48) + 14 * 0.22] * 1.25 = 28.45 \text{ Ton}$$

c. A 2.5 M del apoyo:



$$V = [16(0.61 + 0.34) + 14(0.88 + 0.08)] * 1.25 = 35.80 \text{ Ton}$$

d. En el apoyo:

$$V = 45 \text{ Ton (obtenido anteriormente)}$$

e. A 10 M del apoyo:

$$V = [16(0.5 + 0.23) - 14 * 0.23] * 1.25 = 10.64 \text{ Ton}$$

Con respecto al momento producido por peso propio, se tiene que:

$$M = [(w * L)/2] * X - (w * X**2)/2$$

Para valores de $X = 2.5, 5$ y 7.5 , y sabiendo además que $w = 2.896 (w_{pp} + w_g)$:

a. A 2.5 M del apoyo:

$$M_{pp} = 63.35 \text{ Ton-M}$$

b. A 5 M del apoyo:

$$M_{pp} = 108.60 \text{ Ton-M}$$

c. A 7.5 M del apoyo:

$$M_{pp} = 135.75 \text{ Ton-M}$$

d. A 10 M del apoyo:

$$M = (w * L**2)/8 = 144.8 \text{ Ton-M}$$

El cortante por carga permanente es:

$$V = [(w * L**2)/2] - w * X$$

a. A 2.5 M del apoyo:

$$V = 21.72 \text{ Ton}$$

b. A 5 M del apoyo:

$$V = 14.48 \text{ Ton}$$

c. A 7.5 M del apoyo:

$$V = 7.24 \text{ Ton}$$

d. A 10 M del apoyo:

$$V = 0 \text{ Ton}$$

e. En el apoyo:

$$V = (w * L)/2 = 28.96 \text{ Ton}$$

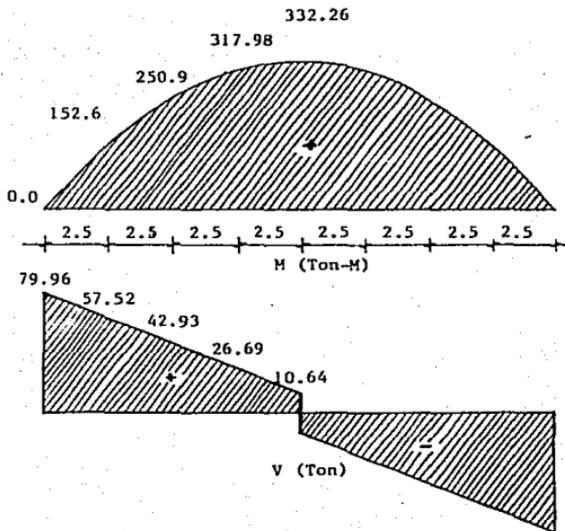
Sumando los valores de carga móvil y carga muerta se tiene:

MOMENTO FLEXIONANTE (Ton-M)			
SECCION	CARGA MOVIL	CARGA MUERTA	TOTAL
2.5	89.25	63.35	152.60
5.0	142.30	108.60	250.90
7.5	182.23	135.75	317.98
10.0	187.56	144.80	332.26

FUERZA CORTANTE (Ton)			
SECCION	CARGA MOVIL	CARGA MUERTA	TOTAL
2.5	35.80	21.72	57.52
5.0	28.45	14.48	42.93
7.5	19.45	7.24	26.69
10.0	10.64	0.00	10.64

Los diagramas de momento flexionante y fuerza cortante se muestran en la figura 6.

DIAGRAMAS DE MOMENTO FLEXIONANTE Y FUERZA CORTANTE

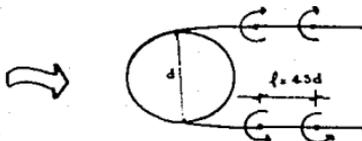


(figura 6)

ANÁLISIS DE LA SUBESTRUCTURA.

Oscilación Inducida por Corrientes.

Una estructura de este tipo puede estar sujeta, tanto en el sentido de las corrientes como en el sentido transversal a éstas. Este fenómeno es causado por la resonancia de vórtices alternantes transversales al flujo, lo cual no es más que perturbaciones que algunos cuerpos ocasionan en el flujo de la corriente; se manifiestan en forma de vórtices que se generan periódicamente y que viajan a lo largo de una corriente turbulenta causando empujes dinámicos. El caso más típico es el que se presenta cuando la corriente incide normalmente al eje de un cuerpo prismático o cilíndrico; entonces se producen remolinos o vórtices cilíndricos con eje paralelo al del cuerpo y que se desprenden alternadamente a cada lado del mismo; sus ejes se desprenden a lo largo de la corriente presentando sentidos opuestos de giro, según se trate de vórtices a uno u otro costado del obstáculo.



El resultado de esta perturbación es la generación de fuerzas periódicas de sentido alternante que actúan transversalmente sobre el cuerpo.

Este fenómeno también se presenta bajo la acción del flujo del aire, el cual no se considerará en el presente trabajo debido a que el área expuesta del pilote es relativamente pequeña. En este caso, el fenómeno se debe a la resonancia de vórtice que aparece por la acción del flujo del agua sobre los pilotes del muelle. Puesto que este problema no está totalmente comprendido y es extremadamente complejo, se preve su presencia y se trata de evitarlo manejando las características geométricas y físicas del pilote en función de la velocidad de las corrientes.

Sainsbury y D. King, en base a mediciones analíticas y de campo, han recomendado una velocidad máxima segura que no provoca oscilaciones, conduciendo al diseñador a usar un

margen de seguridad amplio basado en el criterio de la velocidad reducida ($V/N * D$).

La fórmula estándar para la frecuencia natural de una viga uniforme es:

$$N = (K/L^{**2}) * (E * I/M)^{**1/2}$$

donde:

K = 0.56 para cantiliver

K = 2.45 para empotrada y apoyada

K = 3.56 para empotrada

Después de un extenso análisis y observaciones de campo de un amplio rango de estructuras marítimas típicas realizado por Sainsbury y D.King, aparece que en muchas ocasiones la frecuencia natural de una estructura es más baja que la frecuencia de un pilote con extremo articulado de la misma longitud. De esta observación, el límite inferior de la envolvente de frecuencias ocurre en un valor aproximado al 75% de la frecuencia de un pilote con el extremo teóricamente articulado:

$$2.45 * 0.75 = 1.84$$

por lo tanto:

$$N = (1.84/L^{**2}) * (E * I/M)^{**1/2}$$

y la condición límite para la estructura terminada o rigidizada es:

$$V/N * D < = 1.2$$

Sin embargo, durante la construcción, los pilotes en cantiliver son comunes, haciendo el diseño para propósitos constructivos inaceptables. Entonces, la condición límite para este caso es:

$$V/N * D < = 3.5$$

y la expresión para la frecuencia de cantiliver es:

$$N = (0.56/L^{**2}) * (E * I/M)^{**1/2}$$

donde:

N = Frecuencia natural del pilote
M = Masa efectiva por unidad de longitud del pilote
E = Módulo de Young del material del pilote
I = Momento de inercia de la sección del pilote
V = $3.5N * D$

de donde:

$$V_{\text{máx}} = 1.96 \{ (E * I * D^{**2}) / (M * L^{**4}) \}^{**\frac{1}{2}}$$

La revisión para pilotes de acero se llevará a cabo tal como se ejecutó en el proyecto, aunque cabe señalar que el costo por mantenimiento de la subestructura a base de pilotes de acero es considerablemente mayor que aquel que pudiera darse a otra a base de pilotes de concreto.

Revisión con Pilotes de 30" de Diámetro y Espesor de 3/4".

Datos:

$$d = 76.20 \text{ cm}$$

$$d' = 72.39 \text{ cm}$$

Area de la sección:

$$A = [\pi * (76.20)^{**2}] / 4 = 4560.38 \text{ cm}^2$$

Area interior:

$$A = [\pi * (72.39)^{**2}] / 4 = 4115.74 \text{ cm}^2$$

Area de acero:

$$A = [\pi * ((76.20)^{**2} - (72.39)^{**2})] / 4 = 444.64 \text{ cm}^2$$

Peso del pilote por unidad de longitud:

$$w1 = 444.64 \text{ cm}^2 * 0.0078 \text{ Kg/cm}^3 = 346.82 \text{ Kg/m}$$

Peso del pilote con agua:

$$w2 = 4115.74 \text{ cm}^2 * 0.001025 \text{ Kg/cm}^3 = 421.86 \text{ Kg/m}$$

$$E = 2110000 \text{ Kg/cm}^2$$

$$I = \pi * (d^{**4} - d'^{**4})/64$$

Sustituyendo los valores de d y d' en la expresión para I:

$$I = 306987.08 \text{ cm}^4$$

Masa:

$$M = m + m_w = (3.4682 + 4.2186)/981 = 7.84 \times 10^{*-3}$$

Longitud del pilote:

$$L = 2200 \text{ cm}$$

$$V_{\text{máx}} = \frac{1.96 * (2110000 * 306987.08 * 5806.44)^{**\frac{1}{2}}}{[7.84 \times 10^{*-3} * (2200)^{**4}]^{**\frac{1}{2}}}$$

$$V_{\text{máx}} = 1.96 * [3.761079348 \times 10^{**15} / 1.83656704 \times 10^{**11}]^{**\frac{1}{2}}$$

$$V_{\text{máx}} = 280.48 \text{ cm/seg}$$

$$V = 2.80 \text{ m/seg} = 10.08 \text{ Km/hr} * 0.54 = 5.44 \text{ Nudos}$$

Esta velocidad calculada para pilotes de acero de 30" de diámetro es mayor que las máximas velocidades que han registrado las corrientes en la zona donde se encuentra ubicado el descargadero.

Como se indicó anteriormente, la velocidad calculada corresponde a la etapa más crítica, la cual se presenta durante la construcción para pilote empotrado apoyado y, por tanto, un diámetro de 30" para el mismo, es aceptable por concepto de oscilaciones.

ANALISIS DE CABALLETES POR COMPUTADORA.

Hasta este momento, todo el trabajo ha sido realizado mediante procedimientos conocidos, utilizando la calculadora únicamente para llevar a cabo operaciones básicas en forma rápida. Dada la complejidad que representa el análisis de la subestructura, es necesario hacer uso de programas de computadora para efecto de simplificar el análisis debido a que se trata de marcos en el espacio cuya solución resultaría sumamente complicada utilizando métodos manuales. Por lo anterior se considerará, para efectos prácticos, el uso de análisis por computadora, lográndose de esta manera resultados más exactos al tomar el sistema estructural como un todo y no separarlo en marcos planos como comúnmente se lleva a cabo con los métodos aproximados.

Para poder hacer uso de los programas que aplican en este caso, se requiere tener datos característicos de la estructura en cuestión, tales como:

- sección geométrica de los elementos
- características del material a utilizar
- solicitaciones
- etc.

El programa seleccionado es el denominado "STRUPL", el cual está diseñado de tal manera que resuelve sistemas estructurales en base a marcos en el espacio para lo cual sigue un proceso similar a la base teórica del Método del Elemento Finito; es decir, desglosa toda la estructura en pequeñas partes componentes de un todo, manejándolos como elementos independientes pero que en realidad interactúan entre sí por medio de nodos comunes. En esta forma se obtienen los elementos mecánicos para cada elemento en base a la combinación de cargas más crítica.

Para conseguir dicho fin, es necesario proponer un modelo en forma congruente que facilite un ordenamiento sencillo de datos; es decir, se propone un determinado número de elementos basados en la complejidad de la estructura y se le otorga una numeración progresiva arbitraria. Se propone también un sistema de ejes coordenados en base al cual se localizan todos y cada uno de los elementos por sus puntos extremos, los cuales en su mayoría son comunes a dos o más elementos, siendo esto lo que le da continuidad a la estructura. Estas uniones o nodos también deben ser numerados en forma lógica, ya que son datos de suma importancia para

alimentar al programa y su codificación debe ser lo menos compleja posible.

Es conveniente aclarar que este programa analiza tanto marcos en el espacio como marcos planos pero, más aún, al resolver la estructura como un todo, lo hace tanto para elementos de infraestructura (pilotes) como para los de superestructura (plataformas, exceptuando traveses de viaducto).

En este trabajo en particular se presentan tres tipos de sistemas estructurales, los cuales son:

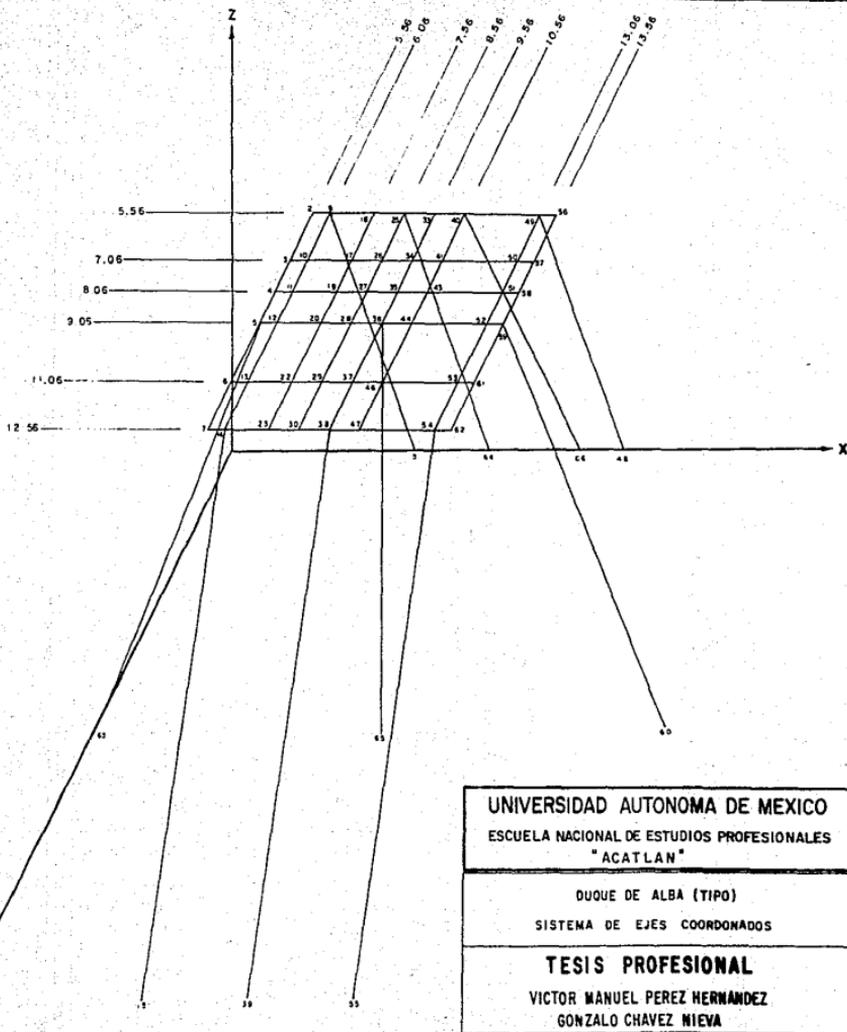
a. Marcos Planos

b. Marcos Regulares en el espacio

c. Sistemas Irregulares de Marcos Espaciales

Como se puede observar, el sistema más complejo es del tipo c por lo que en un momento determinado podría ser representativo de los otros dos y una vez analizado, se puede pensar que el problema general está resuelto.

Siguiendo este orden de ideas, se presenta a continuación un modelo aproximado para una plataforma, así como la codificación de datos para alimentar el programa. Se presenta también, como anexo, todo el listado de la corrida para el modelo codificado donde se puede revisar la numeración de coordenadas, elementos y otras características de la estructura así como los resultados obtenidos, que finalmente constituyen el aspecto más importante.



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MEXICO
 ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
 "ACATLAN"

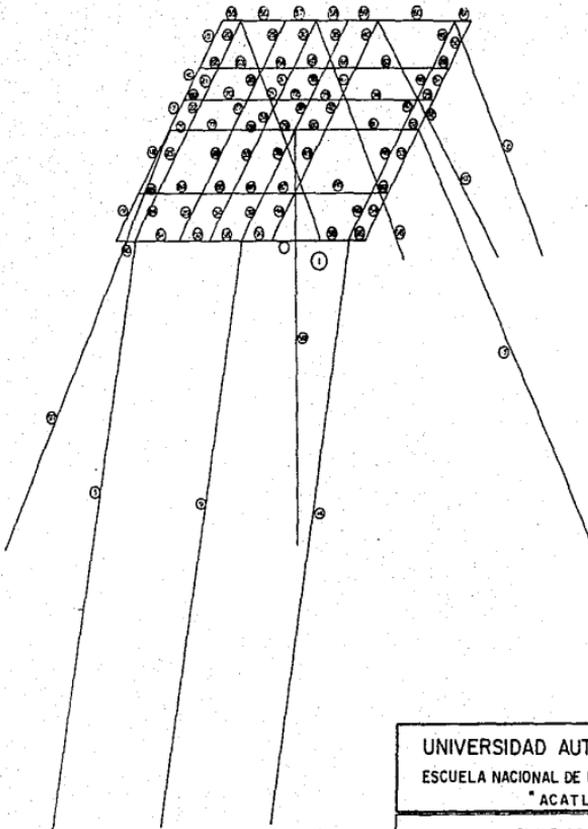
DUQUE DE ALBA (TIPO)
 SISTEMA DE EJES COORDONADOS

TESIS PROFESIONAL

VICTOR MANUEL PEREZ HERNANDEZ
 GONZALO CHAVEZ NIEVA

ACATLAN, EDO DE MEXICO ABRIL DE 1989.

PLANO N° 1.



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MEXICO
 ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
 "ACATLAN"

DUQUE DE ALBA (TIPO)

NUMERACION DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

TESIS PROFESIONAL

VICTOR MANUEL PEREZ HERNANDEZ
 GONZALO CHAVEZ NIEVA

ACATLAN, EDO DE MEXICO ABRIL DE 1969

PLANO N° 2

De acuerdo al modelo presentado, las coordenadas de cada nodo son:

NODO	X	Y	Z
* 1	-	-	-
2	5.56	5.56	22.30
3	5.56	7.06	22.30
4	5.56	8.06	22.30
5	5.56	9.06	22.30
6	5.56	11.06	22.30
7	5.56	12.56	22.30
8	6.06	0.00	0.00
9	6.06	5.56	22.30
10	6.06	7.06	22.30
11	6.06	8.06	22.30
12	6.06	9.06	22.30
13	6.06	11.06	22.30
14	6.06	12.56	22.30
15	6.06	18.12	0.00
16	7.56	5.56	22.30
17	7.56	7.06	22.30
*18	-	-	-
19	7.56	8.06	22.30
20	7.56	9.06	22.30
*21	-	-	-
22	7.56	11.06	22.30
23	7.56	12.56	22.30
*24	-	-	-
25	8.56	5.56	22.30
26	8.56	7.06	22.30
27	8.56	8.06	22.30
28	8.56	9.06	22.30
29	8.56	11.06	22.30
30	8.56	12.56	22.30
*31	-	-	-
*32	-	-	-
33	9.56	5.56	22.30
34	9.56	7.06	22.30
35	9.56	8.06	22.30
36	9.56	9.06	22.30
37	9.56	11.06	22.30
38	9.56	12.56	22.30
39	9.56	18.12	0.00
40	10.56	5.56	22.30
41	10.56	7.06	22.30
*42	-	-	-
43	10.56	8.06	22.30
44	10.56	9.06	22.30
*45	-	-	-

* NODO INACTIVO

NODO	X	Y	Z
46	10.56	11.06	22.30
47	10.56	12.56	22.30
48	13.06	0.00	0.00
49	13.06	5.56	22.30
50	13.06	7.06	22.30
51	13.06	8.06	22.30
52	13.06	9.06	22.30
53	13.06	11.06	22.30
54	13.06	12.56	22.30
55	13.06	18.12	0.00
56	13.56	5.56	22.30
57	13.56	7.06	22.30
58	13.56	8.06	22.30
59	13.56	9.06	22.30
60	19.12	9.06	0.00
61	13.56	11.06	22.30
62	13.56	12.56	22.30
63	0.00	9.06	0.00
64	8.56	0.00	0.00
65	9.56	9.06	0.00
66	11.56	0.00	0.00

A partir del segundo modelo considerado, la incidencia de miembros queda como a continuación se muestra:

No. de Barra	Nodo Origen	Nodo Destino
1	8	9
* 2	-	-
3	14	15
* 4	-	-
* 5	-	-
* 6	-	-
* 7	-	-
* 8	-	-
9	39	38
*10	-	-
*11	-	-
12	48	49
13	59	60
14	55	54
15	2	3
16	3	4
17	4	5
18	5	6
19	6	7
20	9	10

* MIEMBRO INACTIVO

No. de Barra	Nodo Origen	Nodo Destino
21	10	11
22	11	13
23	12	13
24	13	14
25	16	17
26	17	19
27	19	20
28	20	22
29	22	23
30	25	26
31	26	27
32	27	38
33	28	29
34	29	30
35	33	34
36	34	35
37	35	36
38	36	37
39	37	38
40	40	41
41	41	43
42	43	44
43	44	46
44	46	47
45	49	50
46	50	51
47	51	52
48	52	53
49	53	54
50	56	57
51	57	58
52	58	59
53	59	61
54	61	62
55	2	9
56	9	16
57	16	25
58	25	33
59	33	40
60	40	49
61	49	56
62	3	10
63	10	17
64	17	26
65	26	34
66	34	41
67	41	50
68	50	57
69	4	11

No. de Barra	Nodo Origen	Nodo Destino
70	11	19
71	19	27
72	27	35
73	35	43
74	43	51
75	51	58
76	5	12
77	12	20
78	20	28
79	28	36
80	36	44
81	44	52
82	52	59
83	6	13
84	13	22
85	22	29
86	29	37
87	37	46
88	46	53
89	53	61
90	7	14
91	14	23
92	23	30
93	30	38
94	38	47
95	47	54
96	54	62
97	63	5
98	64	25
99	65	36
100	66	40

INTERPRETACION DE LA CORRIDA.

Ya se habian señalado anteriormente los requerimientos necesarios para alimentar al programa "STRUDE" con el fin de poder realizar con él un análisis. En el Anexo 2, "Corrida para el Análisis de un Duque de Alba", se puede observar, a partir de la página 3, los datos de coordenadas para cada nodo del sistema, tomando en cuenta como base de referencia el modelo geométrico presentado al inicio, así como el sistema coordenado determinado en el mismo modelo. Posteriormente, se proporcionan datos de localización para cada elemento referidos a los nodos ya determinados (nodos extremos de cada barra o elemento).

Adicionalmente se dieron datos de las propiedades de cada sección (A, I, E y K) y, por último, las magnitudes de las cargas actuantes.

Es importante señalar en este momento, que las combinaciones de cargas más significativas para el elemento o sistema en análisis fueron establecidas a priori; en este caso, fueron 5 diferentes combinaciones y, por lo tanto, el análisis se realizó para el mismo número de condiciones de carga.

Los siguientes resultados fueron obtenidos de la corrida del programa:

- de la página 7 a la 23, se muestran los resultados de los elementos mecánicos en cada elemento componente del sistema
- de la página 24 a la 32, se muestran los resultados de los giros y deformaciones en los mismos elementos
- de la página 33 a la 37, se muestran los resultados de las cargas y desplazamientos en los apoyos bajo un sistema global de cargas
- de la página 38 a la 41, se muestran los resultados de los desplazamientos en los nodos libres

Con base en lo anterior es posible localizar los elementos críticos para cada elemento mecánico actuante y revisar las propiedades actuantes de los mismos con el fin de obtener una conclusión adecuada. También es posible definir la combinación de carga más desfavorable para la estructura, estos datos son:

Elementos Mecánicos	Magnitud	Elemento	Tipo	Combinación de Carga
Carga Axial	106.65	14	Pilote	5
Cortante(Y)	104.40	37	Trabe	5
Cortante(Z)	26.33	79	Trabe	4
Torsión	54.16	55	Trabe	5

Elementos Mecánicos	Magnitud	Elemento	Tipo	Combinación de Carga
Momento(Mx)	102.48	99	Pilote	5
Momento(My)	-140.00	37	Trabe	5

REVISION.

En este punto se localiza el elemento crítico en cuanto a pilotes se refiere para realizar una revisión de la subestructura y de esta forma determinar que el funcionamiento, en condiciones de servicio, es adecuado.

De acuerdo a los datos de la corrida el elemento crítico es el miembro No. 14, correspondiente a un pilote, cuyas sollicitaciones son:

$$P = 106.65 \text{ Ton}$$

$$M = 105.44 \text{ Ton-M}$$

De acuerdo a datos proporcionados por el proveedor, el pilote utilizado tiene las siguientes características:

Pilote de acero, API-X52

$$\sigma_y = 52000 \text{ psi (3656 kg/cm}^2\text{)}$$

$$\phi = 30" \quad (76.2 \text{ cm})$$

$$t = 5/8" \quad (1.58 \text{ cm})$$

$$L = 21.80 \text{ M}$$

Con estos datos, se obtienen los siguientes elementos para el cálculo:

$$\text{Area} = 3.72 \text{ cm}^2$$

$$\text{Momento de Inercia} = \pi(D^{*4} - d^{*4})/64 = 259062 \text{ cm}^4$$

$$c = 38.1 \text{ cm}$$

por lo tanto, el Módulo de Sección es:

$$S = I/c = 6799.5 \text{ cm}^3$$

Para el radio de giro se tiene:

$$r = (I/A)^{.5}$$

$$r = 26.39 \text{ cm}$$

Como el elemento está sujeto a flexocompresión, se analizará la falla por pandeo para lo cual es necesario obtener la relación de esbeltez dada por la siguiente expresión:

$$K*L/r = 99.12$$

$K = 1.2$, de acuerdo al AISC que es el factor que toma en cuenta el empotramiento al terreno y el desplazamiento superior.

De acuerdo a la fórmula empírica desarrollada por el "Council Research Columns" (CRC), se determinará si el elemento se encuentra dentro del rango elástico o inelástico, comparando el valor que resulte de esta expresión contra la relación de esbeltez obtenida. Esto es:

$$C_c = \{ [(2\pi)^2 * E / F_y]^{.5} \}$$

$$C_c = 106.48$$

Si $K*L/r > C_c$, el elemento se encuentra en el rango elástico

Si $53 < K*L/r < C_c$, el elemento se encuentra en el rango inelástico

Como el valor obtenido para C_c es mayor que la relación de esbeltez, el elemento se encuentra en el rango inelástico y, por lo tanto, la ecuación a emplear para determinar el máximo esfuerzo permisible según AISC es:

$$F_a = (F_y / F_S) \{ 1 - [(K*L/r)^2 / (2*C_c^2)] \}$$

donde:

$$F_S = 5/3 + 3/8 [(K*L/r) / C_c] - [(K*L/r)^3 / (2*C_c^3)]$$

Sustituyendo valores en la expresión anterior, se obtiene:

$$F_S = 1.91$$

El esfuerzo máximo permisible es, por lo tanto:

$$F_a = 1084.8 \text{ kg/cm}^2$$

Por otro lado, si $f_a = P/A = 286.69 \text{ kg/cm}^2$, entonces:

$$f_a/F_a = 0.2643$$

además,

$$f_b = M/S = 1550.7 \text{ kg/cm}^2$$

Como el esfuerzo permisible está restringido por:

$$F_b = 0.6F_y = 2194 \text{ kg/cm}^2, \text{ entonces:}$$

$$f_b/F_b = 0.7078$$

La fórmula de iteración para un elemento a flexocompresión está dado por:

$$f_a/F_{a\text{máx}} + f_b/F_{b\text{máx}} < 1 \text{ ó } 1.33$$

Como $f_a/F_a = 0.26 > 0.15$ se tiene la siguiente expresión de acuerdo al AISC:

$$f_a/F_a + C_{mx}/(1 - f_a/F'_{ex}) * (f_b/F_b) < 1 \text{ ó } 1.33$$

donde:

C_{mx} = Factor de amplificación que depende de los grados de libertad o giros de cada elemento. En este caso, $C_{mx} = 0.85$ (miembros sujetos a compresión con traslación de sus juntas)

F'_{ex} = Esfuerzo crítico de Euler, dado por:

$$F'_{ex} = (12 * E * \pi^2) / 23 * (K * L / r)^2$$

de donde:

$$F'_{ex} = 1100$$

Finalmente, sustituyendo valores en la siguiente expresión:

$$f_a/F_a + C_{mx}/(1 - f_a/F'_{ex}) * (f_b/F_b) < 1 \text{ ó } 1.33$$

se obtiene el valor de 1.07 por lo cual el elemento es aceptado.

CAPITULO IV

DISEÑO

DISEÑO DE TRABE CAJON.

Con los elementos mecánicos obtenidos se debe revisar la sección para determinar la cantidad de acero de refuerzo necesaria, así como su colocación. El momento resistente de acuerdo al ACI está definido por:

$$MR = A_s * f_s * j * d$$

donde:

MR = Momento resistente

A_s = Area de acero

f_s = Resistencia del acero

j = Factor de reducción para elementos sujetos a flexión (0.9 para elementos sujetos a flexión)

d = Peralte efectivo

Mu = Momento último actuante

Si MR = Mu, el área mínima de acero requerida será:

$$A's = M/(f_s * j * d) = 160.51 \text{ cm}^2$$

NOTA: d = 115 cm debido a que el eje de acomodo de refuerzo es a la mitad del espesor de la losa inferior de la sección; d = h - d' = 125 - 10 = 115.

Se proponen 32 varillas No. 8; A_s = 32 * 5.068 = 162.2 cm².

Una vez que se ha determinado el área de acero, se procede a revisar la posición del eje neutro (x) para poder verificar que los esfuerzos últimos no rebasen los permisibles. De acuerdo al ACI se tiene:

$$Kd = (2n * d * A_s + b * t^{*2}) / (2n * A_s + 2 * b * t)$$

donde:

b = ancho efectivo de la sección y corresponde al menor valor que resulte de:

$$b = 0.5L' \quad \text{ó} \quad b = 12t + b'$$

L' = ancho total de la sección

b' = peralte de losa inferior

t = peralte de losa superior

n = relación modular = $2,100,000 / (15,000 * (f'c)^{1/2}) = 9$

$b = 0.5 * 330 = 165 \text{ cm}$ (rige)

$b = 12 * 15 + 18 = 198 \text{ cm}$

Sustituyendo los valores correspondientes en la expresión de K_d , se llega a:

$$K_d = 31.98 \text{ cm} \implies K = 31.98/115 = 0.278$$

La fuerza de tensión es, entonces:

$$T = A_s * f_s = 324,400 \text{ Kg}$$

por equilibrio, $T = C = 324,400 \text{ Kg}$

Por otro lado, los esfuerzos generados en los materiales, y considerando las expresiones del ACI para tales efectos, se tiene:

$$C = b * t * f_c [1 - t/2K_d] \implies f_c = C / [1 - t/2K_d] * b * t$$

$$f_c = 85.60 \text{ Kg/cm}^2 < f'c = 170 \text{ Kg/cm}^2$$

luego:

$$f_s = [(1 - K)/K] * n * f_c$$

sustituyendo valores:

$$f_s = 2000.8 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_s \text{ máx.} = 2000.8 (120/115) = 2088 \text{ Kg/cm}^2 \text{ (aceptable)}$$

Para la posición del eje neutro, es necesario el valor de f_{c1} , el cual está dado por:

$$f_{c1} = [(K_d - t)/K_d] * f_c$$

sustituyendo valores:

$$f_{c1} = 45.45 \text{ Kg/cm}^2$$

finalmente:

$$\bar{x} = t/3 [(2f_{c1} + f_c)/(f_{c1} + f_c)]$$

sustituyendo valores:

$$\bar{x} = 6.73 \text{ cm}$$

Se puede ahora obtener el momento resistente de la sección conociendo $A_s * f_s$ y el brazo de palanca con respecto al eje neutro, el cual es:

$$j d = d - \bar{x}$$

de donde:

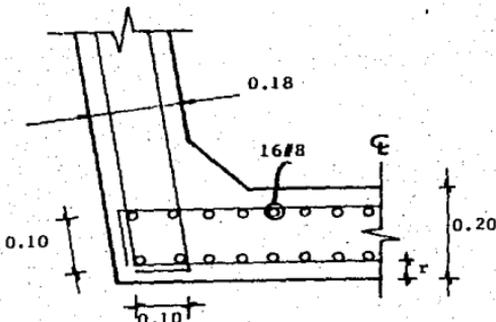
$$j d = 108.27 \text{ cm}$$

y el momento resistente es, por lo tanto:

$$MR = T * j d = 351.23 \times 10^{**5} \text{ Kg-cm}$$

como $MR = 351.23 \times 10^{**5} > M_u = 332.26 \times 10^{**5} \implies$
se acepta la sección.

En la figura siguiente se muestra el acomodo del refuerzo en la sección de la trabe.



El recubrimiento del acero será de 4 cm, considerando que se encuentra en un medio de alto riesgo de corrosión.

REVISION POR CORTANTE.

Como se mostró anteriormente, el cortante máximo se presenta en el apoyo, y el valor crítico que se obtuvo para ésta es $V = 73.96 \text{ Ton}$

$$\begin{aligned} \text{El esfuerzo es } V/A; \text{ si } A &= d * e = 115 * 18 * 2(\text{nerv}) \\ &= 4140 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

por lo tanto, el esfuerzo último es:

$$V_u = V/A = 17.86 \text{ Kg/cm}^2$$

El esfuerzo permisible es:

$$V_{\text{perm}} = 1.30(f'c)^{1/2} \implies f'c = 250 \text{ Kg/cm}^2$$

$$V_{\text{perm}} = 20.55 \text{ Kg/cm}^2$$

Como $V_{\text{perm}} > V_u \implies$ la sección propuesta es aceptada por cortante.

Ahora se definirá el armado que debe llevar la sección para soportar el cortante; para ello se tomará en cuenta que el acero calculado para momento positivo se obtuvo con el valor máximo al centro del claro, de tal forma que, al ir aproximándose al extremo, se reducirá la cantidad del mismo; las mismas varillas dobladas a 45° , recorriendo toda la nervadura, ayudarán a soportar el cortante, completando el área de acero necesaria por cortante con estribos donde la magnitud de dicha fuerza así lo requiera, pues no debe perderse de vista que para efectos de cálculo se está considerando el valor máximo que se presenta en el extremo de la sección el cual, al acercarse al centro del claro, va disminuyendo. Estos son conceptos básicos en análisis estructural que resultan más obvios si se consultan los diagramas de elementos mecánicos obtenidos con anterioridad.

De acuerdo a las consideraciones anteriores se puede pensar en un porcentaje de cortante soportado por las barras de 1" y otro por estribos de 3/8" del total a soportar por el acero; pues de acuerdo a especificaciones para construcción de puentes de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, no se deberá considerar el cortante absorbido por el concreto; entonces:

$$V = 73.96 \text{ Ton}$$

de donde ==> $73.96/2 = 36.98 \text{ Ton/nervadura}$

Si el 75% de esta fuerza es absorbida con barras de 1" a 45° y el resto con estribos de 3/8" en dos ramas, se tiene:

a. Cortante a soportar con barras:

$$0.75 * 36.96 = 27.74 \text{ Ton}$$

La separación máxima necesaria estará dada por:

$$S = as * fs * d(\text{Sen}\theta + \text{Cos}\theta)/Vs$$

donde:

as = área de acero de una barra

θ = ángulo de la barra

Sustituyendo valores:

$$S = 59.28 \text{ cm}$$

b. Cortante a soportar con estribos.

$$0.25 * 36.98 = 9.24 \text{ Ton}$$

La separación de los estribos, si son verticales ($\text{Sen}\theta + \text{Cos}\theta = 1$) es:

$$S = (as * fs * d)/Vs = 35.32 \text{ cm}$$

Con el fin de visualizar mejor la posición del acero, se realizará un diagrama comparativo de elementos mecánicos, tanto resistente como actuante, para momento flexionante y para fuerza cortante. Para esto, se tabularán los valores de momento y cortante resistentes de acuerdo al área de acero As y superponerlos a los de Mu y Vu.

Si se considera que el cortante es menor al acercarse a la sección media, se puede ampliar la separación de las barras, buscando que Mu sea siempre menor que MR; es decir, las barras se doblarán hasta que ya no sean necesarias, de tal manera que absorban el momento que se presenta en la sección que se dobla, y no precisamente a la separación obtenida con el valor de Vm; se sabe además que:

$$jd = 108.27 \text{ cm}$$

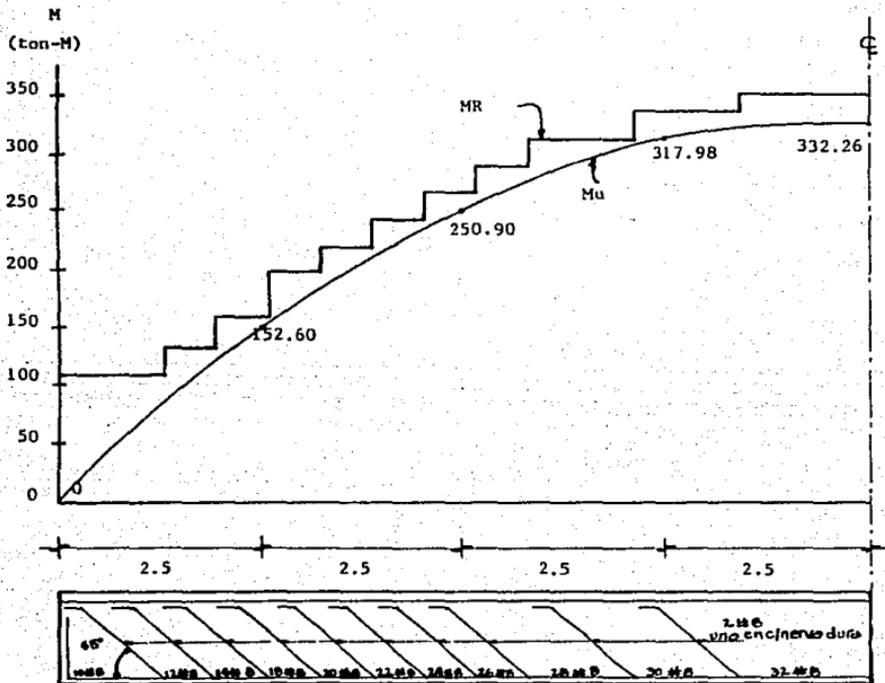
$$MR = As * fs * jd, \text{ o bien:}$$

$$MR = (\text{No. vars.})(5.07)(2000)(108.27)$$

Entonces, para tabular:

$$MR = (\text{No. vars.})(10.98) \text{ Ton-M}$$

No. Vars.	32	30	28	26	24	22
MR	351.29	329.34	307.38	285.43	263.47	241.52
No. Vars.	20	18	16	14	12	10
MR	219.56	197.60	175.65	153.69	131.74	109.78



Realizando el mismo procedimiento para la fuerza cortante, se sabe que:

$$S = a_s * f_s * (\text{Sen}\theta + \text{Cos}\theta)/V_s$$

o:

$$V_{perm} = (1/S) * a_s * f_s * (\text{Sen}\theta + \text{Cos}\theta)$$

a. Para barras a 45°.

$$V_{perm} = (1/S) * 1644.2 \text{ Ton}$$

b. Para barras verticales (estribos).

$$V_{perm} = (1/S) * 326.6 \text{ Ton}$$

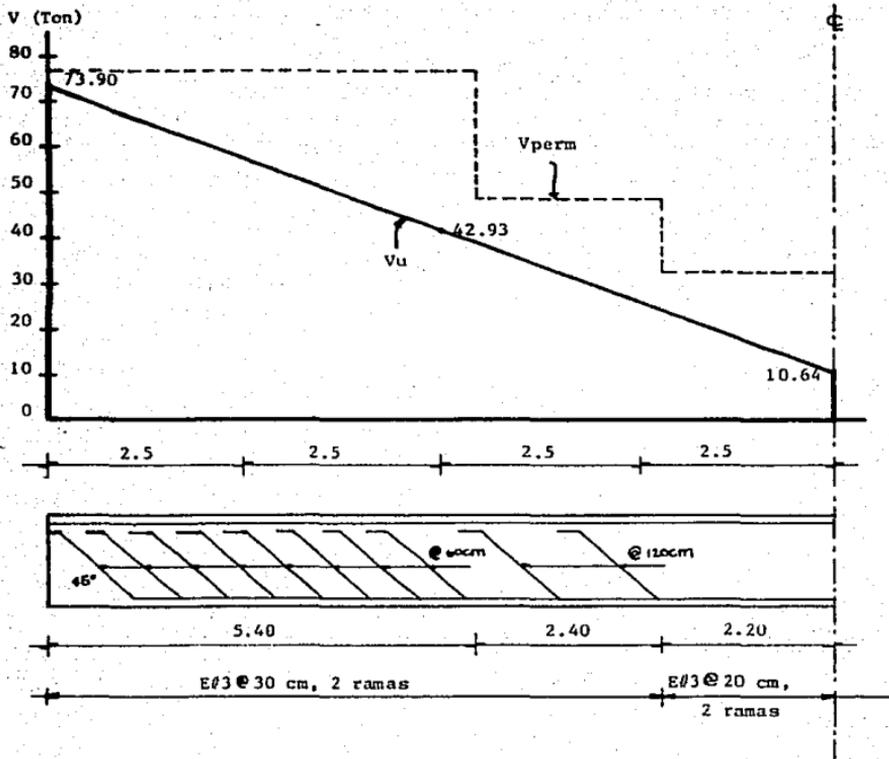
Tabulando:

S	20	25	30	35	40	45
Vperm	16.33	13.06	10.88	9.33	8.16	7.26

S	50	60	70	80	120	160
Vperm	6.53	27.40	23.49	20.55	13.70	10.27

Se realizará un diagrama similar al de momento y se obtendrá la separación necesaria de estribos para que V_{perm} sea mayor que V_u . No debe olvidarse que el diagrama de V_u es en ambas nervaduras, por lo que los valores de V_{perm} se deben duplicar.

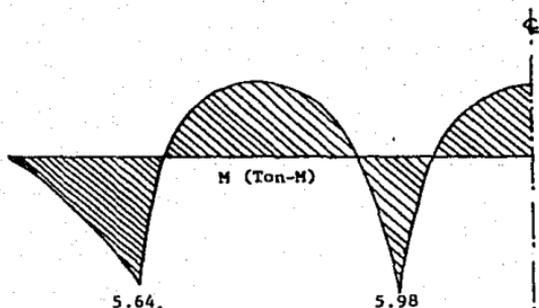
Con la siguiente figura queda definido el armado necesario por cortante.



VR por barras	$27.4 \times 2 = 54.80$ Ton.	$13.70 \times 2 = 27.40$	0
VR por estribos	$10.88 \times 2 = 21.76$ Ton.	$10.88 \times 2 = 21.76$	32.66
VR Total	76.56 Ton.	49.16	32.66

REVISION POR FLEXION (Armado para Momento Negativo).

De acuerdo al análisis realizado durante la etapa de montaje, se tenía un valor de momento negativo tal como se muestra en la siguiente figura.



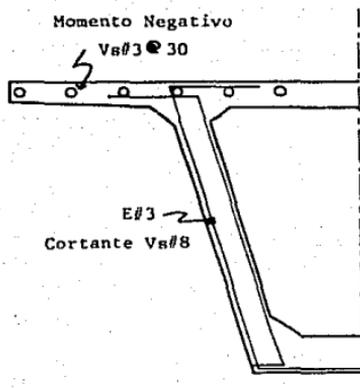
$$\text{Si } MR = A_s * f_s * jd \implies A_s = MR / (f_s * jd)$$

$$A_s = 2.88 \text{ cm}^2$$

Dado que la guarnición puede incrementar el valor del momento se propone un armado sobrado. Si se colocan varillas del No.3 a cada 30 cm., el número de varillas será de 10, cuya área de acero es $A_s = 7.1 \text{ cm}^2$; por lo tanto:

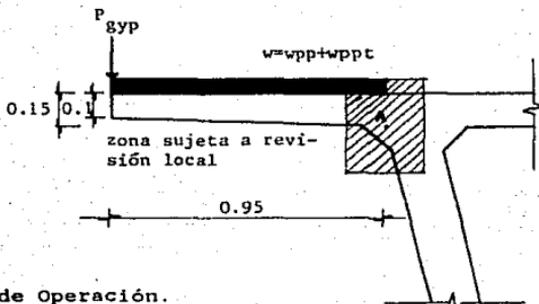
$$MR = 14.69 \text{ Ton-M}$$

De ello se desprende que el armado para momento negativo se colocará tal como se muestra en la siguiente figura:



Revisión Local.

La revisión local se llevará a cabo en las secciones críticas de la trabe con el fin de determinar la cantidad de acero necesaria. En el presente caso, dichas secciones corresponden a las uniones del patín con la sección, lo cual se muestra esquemáticamente en la siguiente figura:



a. Cargas de Operación.

Analizando la sección para un metro de longitud de trabe, se tiene:

$$w_{pp} = 0.285 \text{ Ton/M}$$

Se había determinado que la carga viva es de 0.5 Ton/M2; si se está analizando 1 M de profundidad, entonces:

$$wcv = 0.5 \text{ Ton/M}$$

de donde:

$$w = 0.78 \text{ Ton/M}$$

Para efectos de análisis, se considerará $w = 0.80 \text{ Ton/M}$.

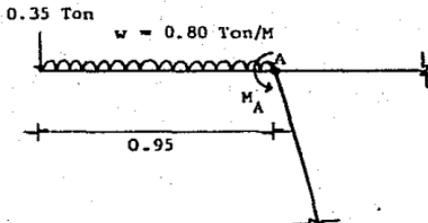
La carga concentrada obtenida anteriormente para toda la sección es:

$$wgp = 0.703 \text{ Ton/M}$$

de donde:

$$Pgp = (0.703 * 1)/2 = 0.35 \text{ Ton.}$$

Se tiene entonces un diagrama de cuerpo libre como el siguiente:



de donde:

$$MA = (w * L^2)/2 + P * L = 0.69 \text{ Ton-M/M}$$

$$VA = (w * L) + P = 1.11 \text{ Ton}$$

b. Cargas por Montaje.

Se había determinado que la carga máxima es 16 Ton, la cual, al dividirse entre las cuatro ruedas de la tortuga de arrastre y tomando en cuenta el factor de impacto, se tiene:

$$P = 4 * 1.25 = 5 \text{ Ton}$$

Esta carga se aplicará a una distancia de 0.20 M de la sección crítica de acuerdo a especificaciones proporcionadas.

Si $w_{pp} = 0.30$ Ton/M, entonces:

$$MA = 1.14 \text{ Ton-M/M}$$

y

$$VA = 5.29 \text{ Ton}$$

c. Para etapa futura.

Se determinó que $P_{gp} = 0.35$ Ton y $w = w_{pp} + w_a = 0.4$ Ton.

Como $w = 0.40$ es menor que en el caso de carga de operación, los elementos mecánicos son también menores.

d. Carga móvil.

Como se mencionó anteriormente, el peso de un camión tipo C-2 es de 10 Ton del cual el 80% es transmitido al eje trasero, por lo que el peso en cada llanta es $P = 4$ Ton. El ancho de distribución de esta carga, según AASHTO, está dado por:

$$E = 0.8X + 1.143$$

donde:

X = distancia entre la guarnición y el punto de aplicación de la carga

Si $X = 0.35$ M, entonces $E = 1.42$ M.

El momento por carga móvil es, por tanto:

$$M = P * X * I/E$$

donde:

I = factor de impacto

$$M = 1.23 \text{ Ton-M/M}$$

El momento total en la etapa futura, será la suma del momento producido por carga repartida más el momento por carga puntual más el momento por carga móvil, por lo tanto:

$$M_t = 1.75 \text{ Ton-M}$$

$$V_t = 4.73 \text{ Ton}$$

Por lo tanto, los valores que rigen para diseño son:

$$M = 1.75 \text{ Ton-M (en etapa futura)}$$

$$V = 5.29 \text{ Ton (en etapa de montaje)}$$

De acuerdo a los elementos mecánicos calculados, el área de acero necesaria es:

$$A_s = M / f_s * j d = 8.83 \text{ cm}^2$$

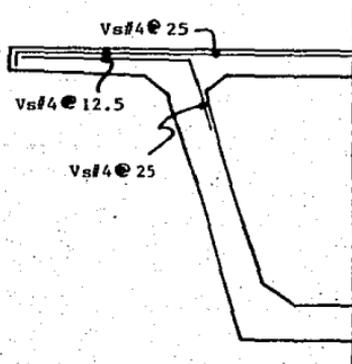
Se proponen varillas del No. 4 cuya área de acero es:

$$a_s = 1.26 \text{ cm}^2 \text{ (por barra)}$$

Por lo tanto, la separación entre varillas será:

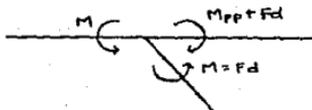
$$s = (a_s / A_s) * 100 = 14 \text{ cm}$$

Por procedimiento de construcción, se correrá una varilla por todo el patín y otra se doblará hacia la nervadura en forma alterna (ver figura); lo anterior para soportar momento negativo dentro del cajón.



REVISION DEL CAJON.

Para esta revisión se observa que en la losa actúa tanto momento por peso propio y carga repartida, como un momento que transmite el patin volado, cuya magnitud depende de la rigidez del elemento, mientras que en la nervadura sólo actúa el momento transmitido por el volado; esto es:



El peso de la losa es: 0.44 Ton/M.

La carga viva : 0.50 Ton/M

Total $w = 0.94$ Ton/M

De lo anterior se obtiene:

$$M = (w * L^2) / 10 = 0.14 \text{ Ton-M}$$

La rigidez está dada por:

$$K = E * I / L$$

Como $E = \text{cte} \implies K = I / L$

rigidez de la losa:

$$K_l = [(b * h^3) / 12] / 1.22 = 23.05 * 10^{-5}$$

rigidez de la nervadura:

$$K_n = 44.18 * 10^{-5}$$

de donde:

$$K_l + K_n = 67.23 * 10^{-5}$$

Los factores de distribución son:

$$F_{dl} = 0.35$$

$$F_{dn} = 0.65$$

Por lo anterior:

a. $M_l = 0.75 \text{ Ton-M} \implies A_s = 3.78 \text{ cm}^2$

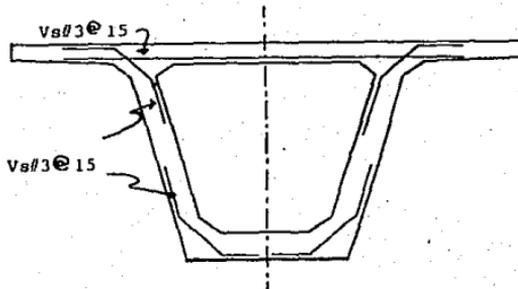
Si se proponen varillas del No. 3, la separación entre éstas será de 18 cm.

b. $M_n = 1.14 \text{ Ton-M} \implies A_s = 4.52 \text{ cm}^2$

Si se proponen varillas del No. 3, la separación será de 15 cm.

Por procedimiento de construcción se colocarán en ambos casos a 15 cm.

En la nervadura inferior se colocará el mismo armado, aún cuando se sabe que sólo se transporta la mitad del momento de la nervadura superior. Lo anterior se visualiza en la figura siguiente:



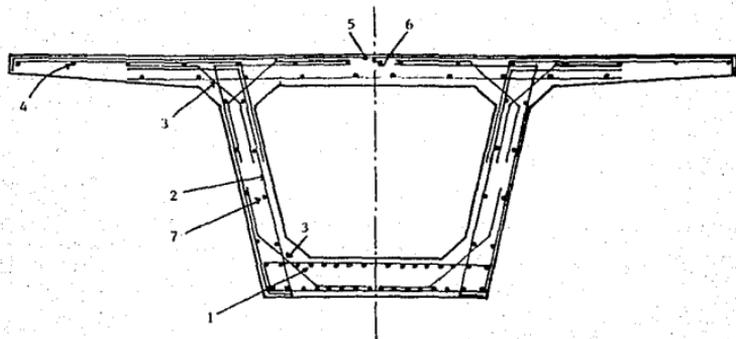
Armado por Temperatura.

Finalmente, el acero longitudinal por temperatura será:

$$a_{smin} = 0.002e * 0.5 = 1.8 \text{ cm}^2/\text{M}$$

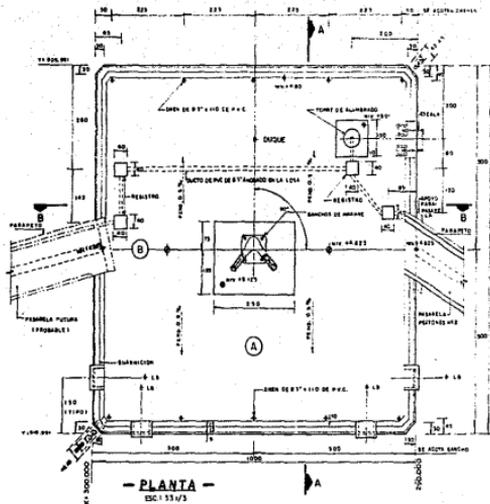
Proponiendo varillas del No. 3, la separación entre ellas será de 39 cm.

Con esto, la revisión de la trabe queda completa, mostrándose en la figura siguiente como queda colocado el acero de refuerzo.

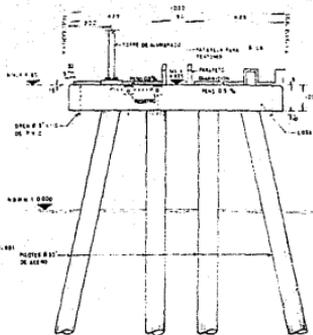


REFERENCIA:

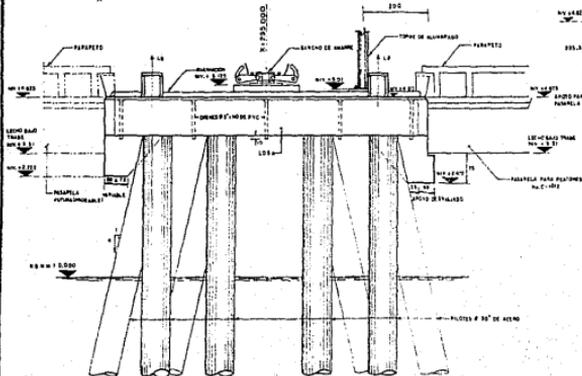
1. Armado para momento positivo	32Vs#8
2. Armado por cortante	Vs#8 45° y E#3, 2 ramas
3. Armado para momento en nervadura (local)	Vs#3 15
4. Armado para momento en patín (local)	Vs#4 25
5. Armado para momento en patín	Vs#4 25
6. Armado para momento negativo	Vs#3 30
7. Armado por temperatura	4Vs#3 en cada cara



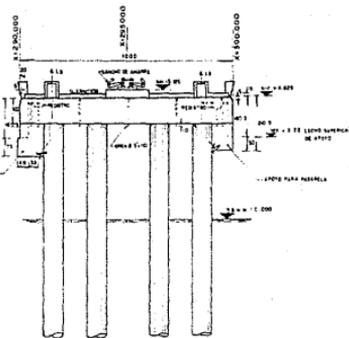
- PLANTA -
ESC: 1/32 V/3



- CORTE A-A -
ESC: 1/50



- ELEVACION -
ESC: 1/32 V/3



- CORTE B-B -
ESC: 1/50

- NOTAS -

- 1.- DIMENSIONES EN CENTIMETROS, EXCEPTO LAS MENCIONADAS EN OTRA UNIDAD
- 2.- NIVELES EN METROS, REFERIDOS AL NIVEL DE BAHIA MAR MEDIA INFERIOR CON NIVELO DE 0.00 M QUE CORRESPONDE AL NIVEL 5.830 CONVENCIONAL DE LA PLANTA FERROELECTRICA
- 3.- COMERCIALIZADAS ESTAN REFERIDAS AL SISTEMA PARTICULAR PARA EL DERECHAMIENTO.
- 4.- EN ESTE PLANO SE MUESTRAN LAS DIMENSIONES GENERALES DE UN DISQUE DE ALBA.
- 5.- DEBERAN COMPROBARSE DURANTE LA CONSTRUCCION LAS DIMENSIONES, LOCALIZACIONES Y ELEVACIONES MOSTRADAS.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MEXICO.
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"ACATLAN"

DUQUE DE ALBA (TIPO)
DIMENSIONES GENERALES

TESIS PROFESIONAL
VICTOR MANUEL PEREZ HERNANDEZ
GONZALO CHAVEZ NIEVA

ANEXO
CORRIDA DEL PROGRAMA

70 1	1017	220	7007	
70 4	1017	220	8007	
70 7	1017	220	9007	
70 10	1017	220	1007	
70 13	1017	220	1107	
70 16	1017	220	1207	
70 19	1017	220	1307	
70 22	1017	220	1407	
70 25	1017	220	1507	
70 28	1017	220	1607	
70 31	1017	220	1707	
70 34	1017	220	1807	
70 37	1017	220	1907	
70 40	1017	220	2007	
70 43	1017	220	2107	
70 46	1017	220	2207	
70 49	1017	220	2307	
70 52	1017	220	2407	
70 55	1017	220	2507	
70 58	1017	220	2607	
70 61	1017	220	2707	
70 64	1017	220	2807	
70 67	1017	220	2907	
70 70	1017	220	3007	
70 73	1017	220	3107	
70 76	1017	220	3207	
70 79	1017	220	3307	
70 82	1017	220	3407	
70 85	1017	220	3507	
70 88	1017	220	3607	
70 91	1017	220	3707	
70 94	1017	220	3807	
70 97	1017	220	3907	
70 100	1017	220	4007	
70 103	1017	220	4107	
70 106	1017	220	4207	
70 109	1017	220	4307	
70 112	1017	220	4407	
70 115	1017	220	4507	
70 118	1017	220	4607	
70 121	1017	220	4707	
70 124	1017	220	4807	
70 127	1017	220	4907	
70 130	1017	220	5007	
70 133	1017	220	5107	
70 136	1017	220	5207	
70 139	1017	220	5307	
70 142	1017	220	5407	
70 145	1017	220	5507	
70 148	1017	220	5607	
70 151	1017	220	5707	
70 154	1017	220	5807	
70 157	1017	220	5907	
70 160	1017	220	6007	
70 163	1017	220	6107	
70 166	1017	220	6207	
70 169	1017	220	6307	
70 172	1017	220	6407	
70 175	1017	220	6507	
70 178	1017	220	6607	
70 181	1017	220	6707	
70 184	1017	220	6807	
70 187	1017	220	6907	
70 190	1017	220	7007	
70 193	1017	220	7107	
70 196	1017	220	7207	
70 199	1017	220	7307	
70 202	1017	220	7407	
70 205	1017	220	7507	
70 208	1017	220	7607	
70 211	1017	220	7707	
70 214	1017	220	7807	
70 217	1017	220	7907	
70 220	1017	220	8007	
70 223	1017	220	8107	
70 226	1017	220	8207	
70 229	1017	220	8307	
70 232	1017	220	8407	
70 235	1017	220	8507	
70 238	1017	220	8607	
70 241	1017	220	8707	
70 244	1017	220	8807	
70 247	1017	220	8907	
70 250	1017	220	9007	
70 253	1017	220	9107	
70 256	1017	220	9207	
70 259	1017	220	9307	
70 262	1017	220	9407	
70 265	1017	220	9507	
70 268	1017	220	9607	
70 271	1017	220	9707	
70 274	1017	220	9807	
70 277	1017	220	9907	
70 280	1017	220	10007	
70 283	1017	220	10107	
70 286	1017	220	10207	
70 289	1017	220	10307	
70 292	1017	220	10407	
70 295	1017	220	10507	
70 298	1017	220	10607	
70 301	1017	220	10707	
70 304	1017	220	10807	
70 307	1017	220	10907	
70 310	1017	220	11007	
70 313	1017	220	11107	
70 316	1017	220	11207	
70 319	1017	220	11307	
70 322	1017	220	11407	
70 325	1017	220	11507	
70 328	1017	220	11607	
70 331	1017	220	11707	
70 334	1017	220	11807	
70 337	1017	220	11907	
70 340	1017	220	12007	
70 343	1017	220	12107	
70 346	1017	220	12207	
70 349	1017	220	12307	
70 352	1017	220	12407	
70 355	1017	220	12507	
70 358	1017	220	12607	
70 361	1017	220	12707	
70 364	1017	220	12807	
70 367	1017	220	12907	
70 370	1017	220	13007	
70 373	1017	220	13107	
70 376	1017	220	13207	
70 379	1017	220	13307	
70 382	1017	220	13407	
70 385	1017	220	13507	
70 388	1017	220	13607	
70 391	1017	220	13707	
70 394	1017	220	13807	
70 397	1017	220	13907	
70 400	1017	220	14007	
70 403	1017	220	14107	
70 406	1017	220	14207	
70 409	1017	220	14307	
70 412	1017	220	14407	
70 415	1017	220	14507	
70 418	1017	220	14607	
70 421	1017	220	14707	
70 424	1017	220	14807	
70 427	1017	220	14907	
70 430	1017	220	15007	
70 433	1017	220	15107	
70 436	1017	220	15207	
70 439	1017	220	15307	
70 442	1017	220	15407	
70 445	1017	220	15507	
70 448	1017	220	15607	
70 451	1017	220	15707	
70 454	1017	220	15807	
70 457	1017	220	15907	
70 460	1017	220	16007	
70 463	1017	220	16107	
70 466	1017	220	16207	
70 469	1017	220	16307	
70 472	1017	220	16407	
70 475	1017	220	16507	
70 478	1017	220	16607	
70 481	1017	220	16707	
70 484	1017	220	16807	
70 487	1017	220	16907	
70 490	1017	220	17007	
70 493	1017	220	17107	
70 496	1017	220	17207	
70 499	1017	220	17307	
70 502	1017	220	17407	
70 505	1017	220	17507	
70 508	1017	220	17607	
70 511	1017	220	17707	
70 514	1017	220	17807	
70 517	1017	220	17907	
70 520	1017	220	18007	
70 523	1017	220	18107	
70 526	1017	220	18207	
70 529	1017	220	18307	
70 532	1017	220	18407	
70 535	1017	220	18507	
70 538	1017	220	18607	
70 541	1017	220	18707	
70 544	1017	220	18807	
70 547	1017	220	18907	
70 550	1017	220	19007	
70 553	1017	220	19107	
70 556	1017	220	19207	
70 559	1017	220	19307	
70 562	1017	220	19407	
70 565	1017	220	19507	
70 568	1017	220	19607	
70 571	1017	220	19707	
70 574	1017	220	19807	
70 577	1017	220	19907	
70 580	1017	220	20007	
70 583	1017	220	20107	
70 586	1017	220	20207	
70 589	1017	220	20307	
70 592	1017	220	20407	
70 595	1017	220	20507	
70 598	1017	220	20607	
70 601	1017	220	20707	
70 604	1017	220	20807	
70 607	1017	220	20907	
70 610	1017	220	21007	
70 613	1017	220	21107	
70 616	1017	220	21207	
70 619	1017	220	21307	
70 622	1017	220	21407	
70 625	1017	220	21507	
70 628	1017	220	21607	
70 631	1017	220	21707	
70 634	1017	220	21807	
70 637	1017	220	21907	
70 640	1017	220	22007	
70 643	1017	220	22107	
70 646	1017	220	22207	
70 649	1017	220	22307	
70 652	1017	220	22407	
70 655	1017	220	22507	
70 658	1017	220	22607	
70 661	1017	220	22707	
70 664	1017	220	22807	
70 667	1017	220	22907	
70 670	1017	220	23007	
70 673	1017	220	23107	
70 676	1017	220	23207	
70 679	1017	220	23307	
70 682	1017	220	23407	
70 685	1017	220	23507	
70 688	1017	220	23607	
70 691	1017	220	23707	
70 694	1017	220	23807	
70 697	1017	220	23907	
70 700	1017	220	24007	
70 703	1017	220	24107	
70 706	1017	220	24207	
70 709	1017	220	24307	
70 712	1017	220	24407	
70 715	1017	220	24507	
70 718	1017	220	24607	
70 721	1017	220	24707	
70 724	1017	220	24807	
70 727	1017	220	24907	
70 730	1017	220	25007	
70 733	1017	220	25107	
70 736	1017	220	25207	
70 739	1017	220	25307	
70 742	1017	220	25407	
70 745	1017	220	25507	
70 748	1017	220	25607	
70 751	1017	220	25707	
70 754	1017	220	25807	
70 757	1017	220	25907	
70 760	1017	220	26007	
70 763	1017	220	26107	
70 766	1017	220	26207	
70 769	1017	220	26307	
70 772	1017	220	26407	
70 775	1017	220	26507	
70 778	1017	220	26607	
70 781	1017	220	26707	
70 784	1017	220	26807	
70 787	1017	220	26907	
70 790	1017	220	27007	
70 793	1017	220	27107	
70 796	101			

14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100														
100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200

133	1	0	00
134	11	2	10
135	12	3	20
136	13	4	30
137	14	5	40
138	15	6	50
139	16	7	60
140	17	8	70
141	18	9	80
142	19	10	90
143	20	11	00
144	21	12	10
145	22	13	20
146	23	14	30
147	24	15	40
148	25	16	50
149	26	17	60
150	27	18	70
151	28	19	80
152	29	20	90
153	30	21	00
154	31	22	10
155	32	23	20
156	33	24	30
157	34	25	40
158	35	26	50
159	36	27	60
160	37	28	70
161	38	29	80
162	39	30	90
163	40	31	00
164	41	32	10
165	42	33	20
166	43	34	30
167	44	35	40
168	45	36	50
169	46	37	60
170	47	38	70
171	48	39	80
172	49	40	90
173	50	41	00
174	51	42	10
175	52	43	20
176	53	44	30
177	54	45	40
178	55	46	50
179	56	47	60
180	57	48	70
181	58	49	80
182	59	50	90
183	60	51	00
184	61	52	10
185	62	53	20
186	63	54	30
187	64	55	40
188	65	56	50
189	66	57	60
190	67	58	70
191	68	59	80
192	69	60	90
193	70	61	00
194	71	62	10
195	72	63	20
196	73	64	30
197	74	65	40
198	75	66	50
199	76	67	60
200	77	68	70
201	78	69	80
202	79	70	90
203	80	71	00
204	81	72	10
205	82	73	20
206	83	74	30
207	84	75	40
208	85	76	50
209	86	77	60
210	87	78	70
211	88	79	80
212	89	80	90
213	90	81	00
214	91	82	10
215	92	83	20
216	93	84	30
217	94	85	40
218	95	86	50
219	96	87	60
220	97	88	70
221	98	89	80
222	99	90	90
223	00	91	00
224	01	92	10
225	02	93	20
226	03	94	30
227	04	95	40
228	05	96	50
229	06	97	60
230	07	98	70
231	08	99	80
232	09	00	90
233	10	01	00
234	11	02	10
235	12	03	20
236	13	04	30
237	14	05	40
238	15	06	50
239	16	07	60
240	17	08	70
241	18	09	80
242	19	10	90
243	20	11	00
244	21	12	10
245	22	13	20
246	23	14	30
247	24	15	40
248	25	16	50
249	26	17	60
250	27	18	70
251	28	19	80
252	29	20	90
253	30	21	00
254	31	22	10
255	32	23	20
256	33	24	30
257	34	25	40
258	35	26	50
259	36	27	60
260	37	28	70
261	38	29	80
262	39	30	90
263	40	31	00
264	41	32	10
265	42	33	20
266	43	34	30
267	44	35	40
268	45	36	50
269	46	37	60
270	47	38	70
271	48	39	80
272	49	40	90
273	50	41	00
274	51	42	10
275	52	43	20
276	53	44	30
277	54	45	40
278	55	46	50
279	56	47	60
280	57	48	70
281	58	49	80
282	59	50	90
283	60	51	00
284	61	52	10
285	62	53	20
286	63	54	30
287	64	55	40
288	65	56	50
289	66	57	60
290	67	58	70
291	68	59	80
292	69	60	90
293	70	61	00
294	71	62	10
295	72	63	20
296	73	64	30
297	74	65	40
298	75	66	50
299	76	67	60
300	77	68	70
301	78	69	80
302	79	70	90
303	80	71	00
304	81	72	10
305	82	73	20
306	83	74	30
307	84	75	40
308	85	76	50
309	86	77	60
310	87	78	70
311	88	79	80
312	89	80	90
313	90	81	00
314	91	82	10
315	92	83	20
316	93	84	30
317	94	85	40
318	95	86	50
319	96	87	60
320	97	88	70
321	98	89	80
322	99	90	90
323	00	91	00
324	01	92	10
325	02	93	20
326	03	94	30
327	04	95	40
328	05	96	50
329	06	97	60
330	07	98	70
331	08	99	80
332	09	00	90
333	10	01	00
334	11	02	10
335	12	03	20
336	13	04	30
337	14	05	40
338	15	06	50
339	16	07	60
340	17	08	70
341	18	09	80
342	19	10	90
343	20	11	00
344	21	12	10
345	22	13	20
346	23	14	30
347	24	15	40
348	25	16	50
349	26	17	60
350	27	18	70
351	28	19	80
352	29	20	90
353	30	21	00
354	31	22	10
355	32	23	20
356	33	24	30
357	34	25	40
358	35	26	50
359	36	27	60
360	37	28	70
361	38	29	80
362	39	30	90
363	40	31	00
364	41	32	10
365	42	33	20
366	43	34	30
367	44	35	40
368	45	36	50
369	46	37	60
370	47	38	70
371	48	39	80
372	49	40	90
373	50	41	00
374	51	42	10
375	52	43	20
376	53	44	30
377	54	45	40
378	55	46	50
379	56	47	60
380	57	48	70
381	58	49	80
382	59	50	90
383	60	51	00
384	61	52	10
385	62	53	20
386	63	54	30
387	64	55	40
388	65	56	50
389	66	57	60
390	67	58	70
391	68	59	80
392	69	60	90
393	70	61	00
394	71	62	10
395	72	63	20
396	73	64	30
397	74	65	40
398	75	66	50
399	76	67	60
400	77	68	70
401	78	69	80
402	79	70	90
403	80	71	00
404	81	72	10
405	82	73	20
406	83	74	30
407	84	75	40
408	85	76	50
409	86	77	60
410	87	78	70
411	88	79	80
412	89	80	90
413	90	81	00
414	91	82	10
415	92	83	20
416	93	84	30
417	94	85	40
418	95	86	50
419	96	87	60
420	97	88	70
421	98	89	80
422	99	90	90
423	00	91	00
424	01	92	10
425	02	93	20
426	03	94	30
427	04	95	40
428	05	96	50
429	06	97	60
430	07	98	70
431	08	99	80
432	09	00	90
433	10	01	00
434	11	02	10
435	12	03	20
436	13	04	30
437	14	05	40
438	15	06	50
439	16	07	60
440	17	08	70
441	18	09	80
442	19	10	90
443	20	11	00
444	21	12	10
445	22	13	20
446	23	14	30
447	24	15	40
448	25	16	50
449	26	17	60
450	27	18	70
451	28	19	80
452	29	20	90
453	30	21	00
454	31	22	10
455	32	23	20
456	33	24	30
457	34	25	40
458	35	26	50
459	36	27	60
460	37	28	70
461	38	29	80
462	39	30	90
463	40	31	00
464	41	32	10
465	42	33	20
466	43	34	30
467	44	35	40
468	45	36	50
469	46	37	60
470	47	38	70
471	48	39	80
472	49	40	90
473	50	41	00
474	51	42	10
475	52	43	20
476	53	44	30
477	54	45	40
478	55	46	50
479	56	47	60
480	57	48	70
481	58	49	80
482	59	50	90
483	60	51	00
484	61	52	10
485	62	53	20
486	63	54	30
487	64	55	40
488	65	56	50
489	66	57	60
490	67	58	70
491	68	59	80
492	69	60	90
493	70	61	00
494	71	62	10
495	72	63	20
496			

183* 02 10 10 17 10 05 FCB X LLC UNI W -1830
 184* 04 10 10 16 16 02 FCB Y LLC UNI W -1840
 185* 06 10 10 17 16 10 FCB Z LLC UNI W -1850
 186* 01017 LCA01
 187* 10 10 FCB Y -1870
 188* 11 10 FCB X -1880
 189* 10 16 FCB Y -1890
 190* 0 1 10 16 16 10 FCB X -1900
 191* 0 1 10 16 16 10 FCB Y -1910
 192* 0 1 10 16 16 10 FCB Z -1920
 193* 0 1 10 16 16 10 FCB X -1930
 194* 0 1 10 16 16 10 FCB Y -1940
 195* 0 1 10 16 16 10 FCB Z -1950
 196* 0 1 10 16 16 10 FCB X -1960
 197* 0 1 10 16 16 10 FCB Y -1970
 198* 0 1 10 16 16 10 FCB Z -1980
 199* 0 1 10 16 16 10 FCB X -1990
 200* 0 1 10 16 16 10 FCB Y -2000
 201* 0 1 10 16 16 10 FCB Z -2010
 202* 0 1 10 16 16 10 FCB X -2020
 203* 0 1 10 16 16 10 FCB Y -2030
 204* 0 1 10 16 16 10 FCB Z -2040
 205* 0 1 10 16 16 10 FCB X -2050
 206* 0 1 10 16 16 10 FCB Y -2060
 207* 0 1 10 16 16 10 FCB Z -2070
 208* 0 1 10 16 16 10 FCB X -2080
 209* 0 1 10 16 16 10 FCB Y -2090
 210* 0 1 10 16 16 10 FCB Z -2100
 211* 0 1 10 16 16 10 FCB X -2110
 212* 0 1 10 16 16 10 FCB Y -2120
 213* 0 1 10 16 16 10 FCB Z -2130
 214* 0 1 10 16 16 10 FCB X -2140
 215* 0 1 10 16 16 10 FCB Y -2150
 216* 0 1 10 16 16 10 FCB Z -2160
 217* 0 1 10 16 16 10 FCB X -2170
 218* 0 1 10 16 16 10 FCB Y -2180
 219* 0 1 10 16 16 10 FCB Z -2190
 220* 0 1 10 16 16 10 FCB X -2200
 221* 0 1 10 16 16 10 FCB Y -2210
 222* 0 1 10 16 16 10 FCB Z -2220
 223* 0 1 10 16 16 10 FCB X -2230
 224* 0 1 10 16 16 10 FCB Y -2240
 225* 0 1 10 16 16 10 FCB Z -2250
 226* 0 1 10 16 16 10 FCB X -2260
 227* 0 1 10 16 16 10 FCB Y -2270
 228* 0 1 10 16 16 10 FCB Z -2280
 229* 0 1 10 16 16 10 FCB X -2290
 230* 0 1 10 16 16 10 FCB Y -2300
 231* 0 1 10 16 16 10 FCB Z -2310
 232* 0 1 10 16 16 10 FCB X -2320
 233* 0 1 10 16 16 10 FCB Y -2330
 234* 0 1 10 16 16 10 FCB Z -2340
 235* 0 1 10 16 16 10 FCB X -2350
 236* 0 1 10 16 16 10 FCB Y -2360
 237* 0 1 10 16 16 10 FCB Z -2370
 238* 0 1 10 16 16 10 FCB X -2380
 239* 0 1 10 16 16 10 FCB Y -2390
 240* 0 1 10 16 16 10 FCB Z -2400
 241* 0 1 10 16 16 10 FCB X -2410
 242* 0 1 10 16 16 10 FCB Y -2420
 243* 0 1 10 16 16 10 FCB Z -2430
 244* 0 1 10 16 16 10 FCB X -2440
 245* 0 1 10 16 16 10 FCB Y -2450
 246* 0 1 10 16 16 10 FCB Z -2460
 247* 0 1 10 16 16 10 FCB X -2470
 248* 0 1 10 16 16 10 FCB Y -2480
 249* 0 1 10 16 16 10 FCB Z -2490
 250* 0 1 10 16 16 10 FCB X -2500
 251* 0 1 10 16 16 10 FCB Y -2510
 252* 0 1 10 16 16 10 FCB Z -2520
 253* 0 1 10 16 16 10 FCB X -2530
 254* 0 1 10 16 16 10 FCB Y -2540
 255* 0 1 10 16 16 10 FCB Z -2550
 256* 0 1 10 16 16 10 FCB X -2560
 257* 0 1 10 16 16 10 FCB Y -2570
 258* 0 1 10 16 16 10 FCB Z -2580
 259* 0 1 10 16 16 10 FCB X -2590
 260* 0 1 10 16 16 10 FCB Y -2600
 261* 0 1 10 16 16 10 FCB Z -2610
 262* 0 1 10 16 16 10 FCB X -2620
 263* 0 1 10 16 16 10 FCB Y -2630
 264* 0 1 10 16 16 10 FCB Z -2640
 265* 0 1 10 16 16 10 FCB X -2650
 266* 0 1 10 16 16 10 FCB Y -2660
 267* 0 1 10 16 16 10 FCB Z -2670
 268* 0 1 10 16 16 10 FCB X -2680
 269* 0 1 10 16 16 10 FCB Y -2690
 270* 0 1 10 16 16 10 FCB Z -2700
 271* 0 1 10 16 16 10 FCB X -2710
 272* 0 1 10 16 16 10 FCB Y -2720
 273* 0 1 10 16 16 10 FCB Z -2730
 274* 0 1 10 16 16 10 FCB X -2740
 275* 0 1 10 16 16 10 FCB Y -2750
 276* 0 1 10 16 16 10 FCB Z -2760
 277* 0 1 10 16 16 10 FCB X -2770
 278* 0 1 10 16 16 10 FCB Y -2780
 279* 0 1 10 16 16 10 FCB Z -2790
 280* 0 1 10 16 16 10 FCB X -2800
 281* 0 1 10 16 16 10 FCB Y -2810
 282* 0 1 10 16 16 10 FCB Z -2820
 283* 0 1 10 16 16 10 FCB X -2830
 284* 0 1 10 16 16 10 FCB Y -2840
 285* 0 1 10 16 16 10 FCB Z -2850
 286* 0 1 10 16 16 10 FCB X -2860
 287* 0 1 10 16 16 10 FCB Y -2870
 288* 0 1 10 16 16 10 FCB Z -2880
 289* 0 1 10 16 16 10 FCB X -2890
 290* 0 1 10 16 16 10 FCB Y -2900
 291* 0 1 10 16 16 10 FCB Z -2910
 292* 0 1 10 16 16 10 FCB X -2920
 293* 0 1 10 16 16 10 FCB Y -2930
 294* 0 1 10 16 16 10 FCB Z -2940
 295* 0 1 10 16 16 10 FCB X -2950
 296* 0 1 10 16 16 10 FCB Y -2960
 297* 0 1 10 16 16 10 FCB Z -2970
 298* 0 1 10 16 16 10 FCB X -2980
 299* 0 1 10 16 16 10 FCB Y -2990
 300* 0 1 10 16 16 10 FCB Z -3000

2057 CONT'D LIST 12
 274. CUMUL OF APPLIC
 247. LIST FOR MP LIST CISE ALL

 RESULTS OF LIST ANALYSIS

JOB ID = 440121C LCL TITLE = CESCARGAGENO DL CCHLITILLE DUCHE DE ALFA #1

ACTIVE UNITS - L1L10 FORCE ANGLE TEMPERATURE TIME
 P PETA RAD DECF SLC

ACTIVE STRUCTURE TYPE = SPACE FRAME

ACTIVE COORDINATE ONLY A V Z

MEMBER FORCES

MEMBER LOADING UNIT

		FORCE		MOMENT		TORSION		MEMBER 2	
		AXIAL	SHEAR Y	SHEAR Z	TORSION	MOMENT Y	MOMENT Z		
1	P	02.000	7.080	0.000	-0.000	-0.000	-0.000		
2	P	-2.000	-0.000	-0.000	0.000	-12.000	-0.000		
3	P	12.000	-0.000	-0.000	0.000	12.000	-0.000		
4	P	-12.000	-0.000	-0.000	0.000	-12.000	-0.000		
5	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
6	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
7	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
8	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
9	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
10	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
11	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
12	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
13	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
14	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
15	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
16	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
17	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
18	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
19	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
20	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
21	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
22	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
23	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
24	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
25	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
26	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
27	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
28	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
29	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
30	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
31	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
32	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
33	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
34	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
35	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
36	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
37	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
38	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
39	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
40	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
41	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
42	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
43	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
44	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
45	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
46	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
47	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
48	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
49	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
50	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
51	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
52	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
53	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
54	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
55	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
56	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
57	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
58	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
59	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
60	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
61	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
62	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
63	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
64	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
65	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
66	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
67	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
68	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
69	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
70	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
71	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
72	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
73	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
74	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
75	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
76	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
77	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
78	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
79	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
80	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
81	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
82	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
83	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
84	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
85	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
86	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
87	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
88	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
89	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
90	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
91	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
92	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
93	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
94	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
95	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
96	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
97	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
98	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
99	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
100	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		

		RESULTS PISTON FOR HPDLC					
1	1	44.054	44.274	44.547	44.827	45.154	45.525
1	2	44.056	44.276	44.549	44.829	45.156	45.527
1	3	44.058	44.278	44.551	44.831	45.158	45.529
1	4	44.060	44.280	44.553	44.833	45.160	45.531
1	5	44.062	44.282	44.555	44.835	45.162	45.533
1	6	44.064	44.284	44.557	44.837	45.164	45.535
1	7	44.066	44.286	44.559	44.839	45.166	45.537
1	8	44.068	44.288	44.561	44.841	45.168	45.539
1	9	44.070	44.290	44.563	44.843	45.170	45.541
1	10	44.072	44.292	44.565	44.845	45.172	45.543
1	11	44.074	44.294	44.567	44.847	45.174	45.545
1	12	44.076	44.296	44.569	44.849	45.176	45.547
1	13	44.078	44.298	44.571	44.851	45.178	45.549
1	14	44.080	44.300	44.573	44.853	45.180	45.551
1	15	44.082	44.302	44.575	44.855	45.182	45.553
1	16	44.084	44.304	44.577	44.857	45.184	45.555
1	17	44.086	44.306	44.579	44.859	45.186	45.557
1	18	44.088	44.308	44.581	44.861	45.188	45.559
1	19	44.090	44.310	44.583	44.863	45.190	45.561
1	20	44.092	44.312	44.585	44.865	45.192	45.563
1	21	44.094	44.314	44.587	44.867	45.194	45.565
1	22	44.096	44.316	44.589	44.869	45.196	45.567
1	23	44.098	44.318	44.591	44.871	45.198	45.569
1	24	44.100	44.320	44.593	44.873	45.200	45.571
1	25	44.102	44.322	44.595	44.875	45.202	45.573
1	26	44.104	44.324	44.597	44.877	45.204	45.575
1	27	44.106	44.326	44.599	44.879	45.206	45.577
1	28	44.108	44.328	44.601	44.881	45.208	45.579
1	29	44.110	44.330	44.603	44.883	45.210	45.581
1	30	44.112	44.332	44.605	44.885	45.212	45.583
1	31	44.114	44.334	44.607	44.887	45.214	45.585
1	32	44.116	44.336	44.609	44.889	45.216	45.587
1	33	44.118	44.338	44.611	44.891	45.218	45.589
1	34	44.120	44.340	44.613	44.893	45.220	45.591
1	35	44.122	44.342	44.615	44.895	45.222	45.593
1	36	44.124	44.344	44.617	44.897	45.224	45.595
1	37	44.126	44.346	44.619	44.899	45.226	45.597
1	38	44.128	44.348	44.621	44.901	45.228	45.599
1	39	44.130	44.350	44.623	44.903	45.230	45.601
1	40	44.132	44.352	44.625	44.905	45.232	45.603
1	41	44.134	44.354	44.627	44.907	45.234	45.605
1	42	44.136	44.356	44.629	44.909	45.236	45.607
1	43	44.138	44.358	44.631	44.911	45.238	45.609
1	44	44.140	44.360	44.633	44.913	45.240	45.611
1	45	44.142	44.362	44.635	44.915	45.242	45.613
1	46	44.144	44.364	44.637	44.917	45.244	45.615
1	47	44.146	44.366	44.639	44.919	45.246	45.617
1	48	44.148	44.368	44.641	44.921	45.248	45.619
1	49	44.150	44.370	44.643	44.923	45.250	45.621
1	50	44.152	44.372	44.645	44.925	45.252	45.623
1	51	44.154	44.374	44.647	44.927	45.254	45.625
1	52	44.156	44.376	44.649	44.929	45.256	45.627
1	53	44.158	44.378	44.651	44.931	45.258	45.629
1	54	44.160	44.380	44.653	44.933	45.260	45.631
1	55	44.162	44.382	44.655	44.935	45.262	45.633
1	56	44.164	44.384	44.657	44.937	45.264	45.635
1	57	44.166	44.386	44.659	44.939	45.266	45.637
1	58	44.168	44.388	44.661	44.941	45.268	45.639
1	59	44.170	44.390	44.663	44.943	45.270	45.641
1	60	44.172	44.392	44.665	44.945	45.272	45.643
1	61	44.174	44.394	44.667	44.947	45.274	45.645
1	62	44.176	44.396	44.669	44.949	45.276	45.647
1	63	44.178	44.398	44.671	44.951	45.278	45.649
1	64	44.180	44.400	44.673	44.953	45.280	45.651
1	65	44.182	44.402	44.675	44.955	45.282	45.653
1	66	44.184	44.404	44.677	44.957	45.284	45.655
1	67	44.186	44.406	44.679	44.959	45.286	45.657
1	68	44.188	44.408	44.681	44.961	45.288	45.659
1	69	44.190	44.410	44.683	44.963	45.290	45.661
1	70	44.192	44.412	44.685	44.965	45.292	45.663
1	71	44.194	44.414	44.687	44.967	45.294	45.665
1	72	44.196	44.416	44.689	44.969	45.296	45.667
1	73	44.198	44.418	44.691	44.971	45.298	45.669
1	74	44.200	44.420	44.693	44.973	45.300	45.671
1	75	44.202	44.422	44.695	44.975	45.302	45.673
1	76	44.204	44.424	44.697	44.977	45.304	45.675
1	77	44.206	44.426	44.699	44.979	45.306	45.677
1	78	44.208	44.428	44.701	44.981	45.308	45.679
1	79	44.210	44.430	44.703	44.983	45.310	45.681
1	80	44.212	44.432	44.705	44.985	45.312	45.683
1	81	44.214	44.434	44.707	44.987	45.314	45.685
1	82	44.216	44.436	44.709	44.989	45.316	45.687
1	83	44.218	44.438	44.711	44.991	45.318	45.689
1	84	44.220	44.440	44.713	44.993	45.320	45.691
1	85	44.222	44.442	44.715	44.995	45.322	45.693
1	86	44.224	44.444	44.717	44.997	45.324	45.695
1	87	44.226	44.446	44.719	44.999	45.326	45.697
1	88	44.228	44.448	44.721	45.001	45.328	45.699
1	89	44.230	44.450	44.723	45.003	45.330	45.701
1	90	44.232	44.452	44.725	45.005	45.332	45.703
1	91	44.234	44.454	44.727	45.007	45.334	45.705
1	92	44.236	44.456	44.729	45.009	45.336	45.707
1	93	44.238	44.458	44.731	45.011	45.338	45.709
1	94	44.240	44.460	44.733	45.013	45.340	45.711
1	95	44.242	44.462	44.735	45.015	45.342	45.713
1	96	44.244	44.464	44.737	45.017	45.344	45.715
1	97	44.246	44.466	44.739	45.019	45.346	45.717
1	98	44.248	44.468	44.741	45.021	45.348	45.719
1	99	44.250	44.470	44.743	45.023	45.350	45.721
1	100	44.252	44.472	44.745	45.025	45.352	45.723

	1	11	14674	-71427E	2495	14935	-17814	12074
	2	11	-14674	16227E	-2495	-14935	17814	-12074
	3	11	14674	-71427E	2495	14935	-17814	12074
	4	11	-14674	16227E	-2495	-14935	17814	-12074
	5	11	14674	-71427E	2495	14935	-17814	12074
	6	11	-14674	16227E	-2495	-14935	17814	-12074
23	1	11	44000	44000	4381	4310	-4074	44173
	2	11	-44000	-44000	-4381	-4310	4074	-44173
	3	11	44000	44000	4381	4310	-4074	44173
	4	11	-44000	-44000	-4381	-4310	4074	-44173
	5	11	44000	44000	4381	4310	-4074	44173
	6	11	-44000	-44000	-4381	-4310	4074	-44173
24	1	11	14674	-71427E	2495	14935	-17814	12074
	2	11	-14674	16227E	-2495	-14935	17814	-12074
	3	11	14674	-71427E	2495	14935	-17814	12074
	4	11	-14674	16227E	-2495	-14935	17814	-12074
	5	11	14674	-71427E	2495	14935	-17814	12074
	6	11	-14674	16227E	-2495	-14935	17814	-12074
25	1	11	14674	-71427E	2495	14935	-17814	12074
	2	11	-14674	16227E	-2495	-14935	17814	-12074
	3	11	14674	-71427E	2495	14935	-17814	12074
	4	11	-14674	16227E	-2495	-14935	17814	-12074
	5	11	14674	-71427E	2495	14935	-17814	12074
	6	11	-14674	16227E	-2495	-14935	17814	-12074
26	1	11	14674	-71427E	2495	14935	-17814	12074
	2	11	-14674	16227E	-2495	-14935	17814	-12074
	3	11	14674	-71427E	2495	14935	-17814	12074
	4	11	-14674	16227E	-2495	-14935	17814	-12074
	5	11	14674	-71427E	2495	14935	-17814	12074
	6	11	-14674	16227E	-2495	-14935	17814	-12074
27	1	11	14674	-71427E	2495	14935	-17814	12074
	2	11	-14674	16227E	-2495	-14935	17814	-12074
	3	11	14674	-71427E	2495	14935	-17814	12074
	4	11	-14674	16227E	-2495	-14935	17814	-12074
	5	11	14674	-71427E	2495	14935	-17814	12074
	6	11	-14674	16227E	-2495	-14935	17814	-12074
28	1	11	14674	-71427E	2495	14935	-17814	12074
	2	11	-14674	16227E	-2495	-14935	17814	-12074
	3	11	14674	-71427E	2495	14935	-17814	12074
	4	11	-14674	16227E	-2495	-14935	17814	-12074
	5	11	14674	-71427E	2495	14935	-17814	12074
	6	11	-14674	16227E	-2495	-14935	17814	-12074

	24	172296	153990	-7,134	1,398	-6387	-7280
	25	173021	154615	-7,094	1412	-6427	-72813
	26	173746	155240	-7,094	1427	-6467	-72821
14	27	174471	155865	-6,954	1442	-6507	-72830
	28	175196	156490	-6,954	1457	-6547	-72838
	29	175921	157115	-6,814	1472	-6587	-72847
	30	176646	157740	-6,814	1487	-6627	-72855
	31	177371	158365	-6,674	1502	-6667	-72864
	32	178096	158990	-6,674	1517	-6707	-72872
	33	178821	159615	-6,534	1532	-6747	-72881
	34	179546	160240	-6,534	1547	-6787	-72889
	35	180271	160865	-6,394	1562	-6827	-72898
	36	181000	161490	-6,394	1577	-6867	-72906
	37	181725	162115	-6,254	1592	-6907	-72915
	38	182450	162740	-6,254	1607	-6947	-72923
	39	183175	163365	-6,114	1622	-6987	-72932
	40	183900	164000	-6,114	1637	-7027	-72940
	41	184625	164625	-5,974	1652	-7067	-72949
	42	185350	165250	-5,974	1667	-7107	-72957
	43	186075	165875	-5,834	1682	-7147	-72966
	44	186800	166500	-5,834	1697	-7187	-72974
	45	187525	167125	-5,694	1712	-7227	-72983
	46	188250	167750	-5,694	1727	-7267	-72991
	47	188975	168375	-5,554	1742	-7307	-73000
	48	189700	169000	-5,554	1757	-7347	-73008
	49	190425	169625	-5,414	1772	-7387	-73017
	50	191150	170250	-5,414	1787	-7427	-73025
	51	191875	170875	-5,274	1802	-7467	-73034
	52	192600	171500	-5,274	1817	-7507	-73042
	53	193325	172125	-5,134	1832	-7547	-73051
	54	194050	172750	-5,134	1847	-7587	-73059
	55	194775	173375	-5,000	1862	-7627	-73068
	56	195500	174000	-5,000	1877	-7667	-73076
	57	196225	174625	-4,860	1892	-7707	-73085
	58	196950	175250	-4,860	1907	-7747	-73093
	59	197675	175875	-4,720	1922	-7787	-73102
	60	198400	176500	-4,720	1937	-7827	-73110
	61	199125	177125	-4,580	1952	-7867	-73119
	62	199850	177750	-4,580	1967	-7907	-73127
	63	200575	178375	-4,440	1982	-7947	-73136
	64	201300	179000	-4,440	1997	-7987	-73144
	65	202025	179625	-4,300	2012	-8027	-73153
	66	202750	180250	-4,300	2027	-8067	-73161
	67	203475	180875	-4,160	2042	-8107	-73170
	68	204200	181500	-4,160	2057	-8147	-73178
	69	204925	182125	-4,020	2072	-8187	-73187
	70	205650	182750	-4,020	2087	-8227	-73195
	71	206375	183375	-3,880	2102	-8267	-73204
	72	207100	184000	-3,880	2117	-8307	-73212
	73	207825	184625	-3,740	2132	-8347	-73221
	74	208550	185250	-3,740	2147	-8387	-73229
	75	209275	185875	-3,600	2162	-8427	-73238
	76	210000	186500	-3,600	2177	-8467	-73246
	77	210725	187125	-3,460	2192	-8507	-73255
	78	211450	187750	-3,460	2207	-8547	-73263
	79	212175	188375	-3,320	2222	-8587	-73272
	80	212900	189000	-3,320	2237	-8627	-73280
	81	213625	189625	-3,180	2252	-8667	-73289
	82	214350	190250	-3,180	2267	-8707	-73297
	83	215075	190875	-3,040	2282	-8747	-73306
	84	215800	191500	-3,040	2297	-8787	-73314
	85	216525	192125	-2,900	2312	-8827	-73323
	86	217250	192750	-2,900	2327	-8867	-73331
	87	217975	193375	-2,760	2342	-8907	-73340
	88	218700	194000	-2,760	2357	-8947	-73348
	89	219425	194625	-2,620	2372	-8987	-73357
	90	220150	195250	-2,620	2387	-9027	-73365
	91	220875	195875	-2,480	2402	-9067	-73374
	92	221600	196500	-2,480	2417	-9107	-73382
	93	222325	197125	-2,340	2432	-9147	-73391
	94	223050	197750	-2,340	2447	-9187	-73399
	95	223775	198375	-2,200	2462	-9227	-73408
	96	224500	199000	-2,200	2477	-9267	-73416
	97	225225	199625	-2,060	2492	-9307	-73425
	98	225950	200250	-2,060	2507	-9347	-73433
	99	226675	200875	-1,920	2522	-9387	-73442
	100	227400	201500	-1,920	2537	-9427	-73450

		-2377	1462	-2394	1461	-2355	2275
		-2376	1461	-2393	1460	-2354	2274
		-2375	1460	-2392	1459	-2353	2273
		-2374	1459	-2391	1458	-2352	2272
		-2373	1458	-2390	1457	-2351	2271
		-2372	1457	-2389	1456	-2350	2270
		-2371	1456	-2388	1455	-2349	2269
		-2370	1455	-2387	1454	-2348	2268
		-2369	1454	-2386	1453	-2347	2267
		-2368	1453	-2385	1452	-2346	2266
		-2367	1452	-2384	1451	-2345	2265
		-2366	1451	-2383	1450	-2344	2264
		-2365	1450	-2382	1449	-2343	2263
		-2364	1449	-2381	1448	-2342	2262
		-2363	1448	-2380	1447	-2341	2261
		-2362	1447	-2379	1446	-2340	2260
		-2361	1446	-2378	1445	-2339	2259
		-2360	1445	-2377	1444	-2338	2258
		-2359	1444	-2376	1443	-2337	2257
		-2358	1443	-2375	1442	-2336	2256
		-2357	1442	-2374	1441	-2335	2255
		-2356	1441	-2373	1440	-2334	2254
		-2355	1440	-2372	1439	-2333	2253
		-2354	1439	-2371	1438	-2332	2252
		-2353	1438	-2370	1437	-2331	2251
		-2352	1437	-2369	1436	-2330	2250
		-2351	1436	-2368	1435	-2329	2249
		-2350	1435	-2367	1434	-2328	2248
		-2349	1434	-2366	1433	-2327	2247
		-2348	1433	-2365	1432	-2326	2246
		-2347	1432	-2364	1431	-2325	2245
		-2346	1431	-2363	1430	-2324	2244
		-2345	1430	-2362	1429	-2323	2243
		-2344	1429	-2361	1428	-2322	2242
		-2343	1428	-2360	1427	-2321	2241
		-2342	1427	-2359	1426	-2320	2240
		-2341	1426	-2358	1425	-2319	2239
		-2340	1425	-2357	1424	-2318	2238
		-2339	1424	-2356	1423	-2317	2237
		-2338	1423	-2355	1422	-2316	2236
		-2337	1422	-2354	1421	-2315	2235
		-2336	1421	-2353	1420	-2314	2234
		-2335	1420	-2352	1419	-2313	2233
		-2334	1419	-2351	1418	-2312	2232
		-2333	1418	-2350	1417	-2311	2231
		-2332	1417	-2349	1416	-2310	2230
		-2331	1416	-2348	1415	-2309	2229
		-2330	1415	-2347	1414	-2308	2228
		-2329	1414	-2346	1413	-2307	2227
		-2328	1413	-2345	1412	-2306	2226
		-2327	1412	-2344	1411	-2305	2225
		-2326	1411	-2343	1410	-2304	2224
		-2325	1410	-2342	1409	-2303	2223
		-2324	1409	-2341	1408	-2302	2222
		-2323	1408	-2340	1407	-2301	2221
		-2322	1407	-2339	1406	-2300	2220
		-2321	1406	-2338	1405	-2299	2219
		-2320	1405	-2337	1404	-2298	2218
		-2319	1404	-2336	1403	-2297	2217
		-2318	1403	-2335	1402	-2296	2216
		-2317	1402	-2334	1401	-2295	2215
		-2316	1401	-2333	1400	-2294	2214
		-2315	1400	-2332	1399	-2293	2213
		-2314	1399	-2331	1398	-2292	2212
		-2313	1398	-2330	1397	-2291	2211
		-2312	1397	-2329	1396	-2290	2210
		-2311	1396	-2328	1395	-2289	2209
		-2310	1395	-2327	1394	-2288	2208
		-2309	1394	-2326	1393	-2287	2207
		-2308	1393	-2325	1392	-2286	2206
		-2307	1392	-2324	1391	-2285	2205
		-2306	1391	-2323	1390	-2284	2204
		-2305	1390	-2322	1389	-2283	2203
		-2304	1389	-2321	1388	-2282	2202
		-2303	1388	-2320	1387	-2281	2201
		-2302	1387	-2319	1386	-2280	2200
		-2301	1386	-2318	1385	-2279	2199
		-2300	1385	-2317	1384	-2278	2198
		-2299	1384	-2316	1383	-2277	2197
		-2298	1383	-2315	1382	-2276	2196
		-2297	1382	-2314	1381	-2275	2195
		-2296	1381	-2313	1380	-2274	2194
		-2295	1380	-2312	1379	-2273	2193
		-2294	1379	-2311	1378	-2272	2192
		-2293	1378	-2310	1377	-2271	2191
		-2292	1377	-2309	1376	-2270	2190
		-2291	1376	-2308	1375	-2269	2189
		-2290	1375	-2307	1374	-2268	2188
		-2289	1374	-2306	1373	-2267	2187
		-2288	1373	-2305	1372	-2266	2186
		-2287	1372	-2304	1371	-2265	2185
		-2286	1371	-2303	1370	-2264	2184
		-2285	1370	-2302	1369	-2263	2183
		-2284	1369	-2301	1368	-2262	2182
		-2283	1368	-2300	1367	-2261	2181
		-2282	1367	-2299	1366	-2260	2180
		-2281	1366	-2298	1365	-2259	2179
		-2280	1365	-2297	1364	-2258	2178
		-2279	1364	-2296	1363	-2257	2177
		-2278	1363	-2295	1362	-2256	2176
		-2277	1362	-2294	1361	-2255	2175
		-2276	1361	-2293	1360	-2254	2174
		-2275	1360	-2292	1359	-2253	2173
		-2274	1359	-2291	1358	-2252	2172
		-2273	1358	-2290	1357	-2251	2171
		-2272	1357	-2289	1356	-2250	2170
		-2271	1356	-2288	1355	-2249	2169
		-2270	1355	-2287	1354	-2248	2168
		-2269	1354	-2286	1353	-2247	2167
		-2268	1353	-2285	1352	-2246	2166
		-2267	1352	-2284	1351	-2245	2165
		-2266	1351	-2283	1350	-2244	2164
		-2265	1350	-2282	1349	-2243	2163
		-2264	1349	-2281	1348	-2242	2162
		-2263	1348	-2280	1347	-2241	2161
		-2262	1347	-2279	1346	-2240	2160
		-2261	1346	-2278	1345	-2239	2159
		-2260	1345	-2277	1344	-2238	2158
		-2259	1344	-2276	1343	-2237	2157
		-2258	1343	-2275	1342	-2236	2156
		-2257	1342	-2274	1341	-2235	2155
		-2256	1341	-2273	1340	-2234	2154
		-2255	1340	-2272	1339	-2233	2153
		-2254	1339	-2271	1338	-2232	2152
		-2253	1338	-2270	1337	-2231	2151
		-2252	1337	-2269	1336	-2230	2150
		-2251	1336	-2268	1335	-2229	2149
		-2250	1335	-2267	1334	-2228	2148
		-2249	1334	-2266	1333	-2227	2147
		-2248	1333	-2265	1332	-2226	2146
		-2247	1332	-2264	1331	-2225	2145
		-2246	1331	-2263	1330	-2224	2144
		-2245	1330	-2262	1329	-2223	2143
		-2244	1329	-2261	1328	-2222	2142
		-2243	1328	-2260	1327	-2221	2141
		-2242	1327	-2259	1326	-2220	2140
		-2241	1326	-2258	1325	-2219	2139
		-2240	1325	-2257	1324	-2218	2138
		-2239	1324	-2256	1323	-2217	2137
		-2238	1323	-2255	1322	-2216	2136
		-2237	1322	-2254	1321	-2215	2135
		-2236	1321	-2253	1320	-2214	2134
		-2235	1320	-2252	1319	-2213	2133
		-2234	1319	-2251	1318	-2212	2132
		-2233	1318	-2250	1317	-2211	2131
		-2232	1317	-2249	1316	-2210	2130
		-2231	1316	-2248	1315	-2209	2129
		-2230	1315	-2247	1314	-2208	2128
		-2229	1314	-2246	1313	-2207	2127
		-2228	1313	-2245	1312	-2206	2126
		-2227	1312	-2244	1311	-2205	2125
		-2226	1311	-2243	1310	-2204	2124
		-2225	1310	-2242	1309	-2203	2123
		-2224	1309	-2241	1308	-2202	2122
		-2223	1308	-2240	1307	-2201	2121
		-2222	1307	-2239	1306	-2200	2120
		-2221	1306	-2238	1305	-2199	2119
		-2220	1305	-2237	1304	-2198	2118
		-2219	1304	-2236	1303	-2197	2117
		-2218	1303	-2235	1302	-2196	2116
		-2217					

	76	26	-21277	-18222	-12226	-12226	12221	12222
		27	-21276	-18221	-12225	-12225	12220	12221
	76	28	-21275	-18220	-12224	-12224	12219	12220
		29	-21274	-18219	-12223	-12223	12218	12219
	76	30	-21273	-18218	-12222	-12222	12217	12218
		31	-21272	-18217	-12221	-12221	12216	12217
	76	32	-21271	-18216	-12220	-12220	12215	12216
		33	-21270	-18215	-12219	-12219	12214	12215
	76	34	-21269	-18214	-12218	-12218	12213	12214
		35	-21268	-18213	-12217	-12217	12212	12213
	76	36	-21267	-18212	-12216	-12216	12211	12212
		37	-21266	-18211	-12215	-12215	12210	12211
	76	38	-21265	-18210	-12214	-12214	12209	12210
		39	-21264	-18209	-12213	-12213	12208	12209
	76	40	-21263	-18208	-12212	-12212	12207	12208
		41	-21262	-18207	-12211	-12211	12206	12207
	76	42	-21261	-18206	-12210	-12210	12205	12206
		43	-21260	-18205	-12209	-12209	12204	12205
	76	44	-21259	-18204	-12208	-12208	12203	12204
		45	-21258	-18203	-12207	-12207	12202	12203
	76	46	-21257	-18202	-12206	-12206	12201	12202
		47	-21256	-18201	-12205	-12205	12200	12201
	76	48	-21255	-18200	-12204	-12204	12199	12200
		49	-21254	-18199	-12203	-12203	12198	12199
	76	50	-21253	-18198	-12202	-12202	12197	12198
		51	-21252	-18197	-12201	-12201	12196	12197
	76	52	-21251	-18196	-12200	-12200	12195	12196
		53	-21250	-18195	-12199	-12199	12194	12195
	76	54	-21249	-18194	-12198	-12198	12193	12194
		55	-21248	-18193	-12197	-12197	12192	12193
	76	56	-21247	-18192	-12196	-12196	12191	12192
		57	-21246	-18191	-12195	-12195	12190	12191
	76	58	-21245	-18190	-12194	-12194	12189	12190
		59	-21244	-18189	-12193	-12193	12188	12189
	76	60	-21243	-18188	-12192	-12192	12187	12188
		61	-21242	-18187	-12191	-12191	12186	12187
	76	62	-21241	-18186	-12190	-12190	12185	12186
		63	-21240	-18185	-12189	-12189	12184	12185
	76	64	-21239	-18184	-12188	-12188	12183	12184
		65	-21238	-18183	-12187	-12187	12182	12183
	76	66	-21237	-18182	-12186	-12186	12181	12182
		67	-21236	-18181	-12185	-12185	12180	12181
	76	68	-21235	-18180	-12184	-12184	12179	12180
		69	-21234	-18179	-12183	-12183	12178	12179
	76	70	-21233	-18178	-12182	-12182	12177	12178
		71	-21232	-18177	-12181	-12181	12176	12177
	76	72	-21231	-18176	-12180	-12180	12175	12176
		73	-21230	-18175	-12179	-12179	12174	12175
	76	74	-21229	-18174	-12178	-12178	12173	12174
		75	-21228	-18173	-12177	-12177	12172	12173
	76	76	-21227	-18172	-12176	-12176	12171	12172
		77	-21226	-18171	-12175	-12175	12170	12171
	76	78	-21225	-18170	-12174	-12174	12169	12170
		79	-21224	-18169	-12173	-12173	12168	12169
	76	80	-21223	-18168	-12172	-12172	12167	12168
		81	-21222	-18167	-12171	-12171	12166	12167
	76	82	-21221	-18166	-12170	-12170	12165	12166
		83	-21220	-18165	-12169	-12169	12164	12165
	76	84	-21219	-18164	-12168	-12168	12163	12164
		85	-21218	-18163	-12167	-12167	12162	12163
	76	86	-21217	-18162	-12166	-12166	12161	12162
		87	-21216	-18161	-12165	-12165	12160	12161
	76	88	-21215	-18160	-12164	-12164	12159	12160
		89	-21214	-18159	-12163	-12163	12158	12159
	76	90	-21213	-18158	-12162	-12162	12157	12158
		91	-21212	-18157	-12161	-12161	12156	12157
	76	92	-21211	-18156	-12160	-12160	12155	12156
		93	-21210	-18155	-12159	-12159	12154	12155
	76	94	-21209	-18154	-12158	-12158	12153	12154
		95	-21208	-18153	-12157	-12157	12152	12153
	76	96	-21207	-18152	-12156	-12156	12151	12152
		97	-21206	-18151	-12155	-12155	12150	12151
	76	98	-21205	-18150	-12154	-12154	12149	12150
		99	-21204	-18149	-12153	-12153	12148	12149
	76	100	-21203	-18148	-12152	-12152	12147	12148
		101	-21202	-18147	-12151	-12151	12146	12147
	76	102	-21201	-18146	-12150	-12150	12145	12146
		103	-21200	-18145	-12149	-12149	12144	12145
	76	104	-21199	-18144	-12148	-12148	12143	12144
		105	-21198	-18143	-12147	-12147	12142	12143
	76	106	-21197	-18142	-12146	-12146	12141	12142
		107	-21196	-18141	-12145	-12145	12140	12141
	76	108	-21195	-18140	-12144	-12144	12139	12140
		109	-21194	-18139	-12143	-12143	12138	12139
	76	110	-21193	-18138	-12142	-12142	12137	12138
		111	-21192	-18137	-12141	-12141	12136	12137
	76	112	-21191	-18136	-12140	-12140	12135	12136
		113	-21190	-18135	-12139	-12139	12134	12135
	76	114	-21189	-18134	-12138	-12138	12133	12134
		115	-21188	-18133	-12137	-12137	12132	12133
	76	116	-21187	-18132	-12136	-12136	12131	12132
		117	-21186	-18131	-12135	-12135	12130	12131
	76	118	-21185	-18130	-12134	-12134	12129	12130
		119	-21184	-18129	-12133	-12133	12128	12129
	76	120	-21183	-18128	-12132	-12132	12127	12128
		121	-21182	-18127	-12131	-12131	12126	12127
	76	122	-21181	-18126	-12130	-12130	12125	12126
		123	-21180	-18125	-12129	-12129	12124	12125
	76	124	-21179	-18124	-12128	-12128	12123	12124
		125	-21178	-18123	-12127	-12127	12122	12123
	76	126	-21177	-18122	-12126	-12126	12121	12122
		127	-21176	-18121	-12125	-12125	12120	12121
	76	128	-21175	-18120	-12124	-12124	12119	12120
		129	-21174	-18119	-12123	-12123	12118	12119
	76	130	-21173	-18118	-12122	-12122	12117	12118
		131	-21172	-18117	-12121	-12121	12116	12117
	76	132	-21171	-18116	-12120	-12120	12115	12116
		133	-21170	-18115	-12119	-12119	12114	12115
	76	134	-21169	-18114	-12118	-12118	12113	12114
		135	-21168	-18113	-12117	-12117	12112	12113
	76	136	-21167	-18112	-12116	-12116	12111	12112
		137	-21166	-18111	-12115	-12115	12110	12111
	76	138	-21165	-18110	-12114	-12114	12109	12110
		139	-21164	-18109	-12113	-12113	12108	12109
	76	140	-21163	-18108	-12112	-12112	12107	12108
		141	-21162	-18107	-12111	-12111	12106	12107
	76	142	-21161	-18106	-12110	-12110	12105	12106
		143	-21160	-18105	-12109	-12109	12104	12105
	76	144	-21159	-18104	-12108	-12108	12103	12104
		145	-21158	-18103	-12107	-12107	12102	12103
	76	146	-21157	-18102	-12106	-12106	12101	12102
		147	-21156	-18101	-12105	-12105	12100	12101
	76	148	-21155	-18100	-12104	-12104	12099	12100
		149	-21154	-18099	-12103	-12103	12098	12099
	76	150	-21153	-18098	-12102	-12102	12097	12098
		151	-21152	-18097	-12101	-12101	12096	12097
	76	152	-21151	-18096	-12100	-12100	12095	12096
		153	-21150	-18095	-12099	-12099	12094	12095
	76	154	-21149	-18094	-12098	-12098	12093	12094
		155	-21148	-18093	-12097	-12097	12092	12093
	76	156	-21147	-18092	-12096	-12096	12091	12092
		157	-21146	-18091	-12095	-12095	12090	12091
	76	158	-21145	-18090	-12094	-12094	12089	

		+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL
	2	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL
	3	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL
26	1	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL
	2	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL
	3	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL
	4	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL
29	1	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL
	2	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL
	3	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL
	4	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL
31	1	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL
	2	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL
	3	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL
	4	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL
32	1	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL
	2	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL
	3	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL
	4	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL
33	1	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL
	2	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL
	3	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL
	4	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL
34	1	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL
	2	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL
	3	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL
	4	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL
35	1	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL
	2	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL
	3	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL
	4	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL
36	1	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL
	2	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL
	3	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL
	4	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL
37	1	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL
	2	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL
	3	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL
	4	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL	+LFL

	4	+FL	+FC	+CC	+FC	+CC	+GU
	5	+FL	+FC	+FL	+FL	+FL	+CC
00	1	+FL	+FC	+FL	+FL	+FL	+CC
	2	+FL	+FC	+FL	+FL	+FL	+CC
	3	+FL	+FC	+FL	+FL	+FL	+CC
	4	+FL	+FC	+FL	+FL	+FL	+CC
	5	+FL	+FC	+FL	+FL	+FL	+CC
01	1	+FL	+FC	+FL	+FL	+FL	+CC
	2	+FL	+FC	+FL	+FL	+FL	+CC
	3	+FL	+FC	+FL	+FL	+FL	+CC
	4	+FL	+FC	+FL	+FL	+FL	+CC
	5	+FL	+FC	+FL	+FL	+FL	+CC
02	1	+FL	+FC	+FL	+FL	+FL	+CC
	2	+FL	+FC	+FL	+FL	+FL	+CC
	3	+FL	+FC	+FL	+FL	+FL	+CC
	4	+FL	+FC	+FL	+FL	+FL	+CC
	5	+FL	+FC	+FL	+FL	+FL	+CC
03	1	+FL	+FC	+FL	+FL	+FL	+CC
	2	+FL	+FC	+FL	+FL	+FL	+CC
	3	+FL	+FC	+FL	+FL	+FL	+CC
	4	+FL	+FC	+FL	+FL	+FL	+CC
	5	+FL	+FC	+FL	+FL	+FL	+CC
04	1	+FL	+FC	+FL	+FL	+FL	+CC
	2	+FL	+FC	+FL	+FL	+FL	+CC
	3	+FL	+FC	+FL	+FL	+FL	+CC
	4	+FL	+FC	+FL	+FL	+FL	+CC
	5	+FL	+FC	+FL	+FL	+FL	+CC
05	1	+FL	+FC	+FL	+FL	+FL	+CC
	2	+FL	+FC	+FL	+FL	+FL	+CC
	3	+FL	+FC	+FL	+FL	+FL	+CC
	4	+FL	+FC	+FL	+FL	+FL	+CC
	5	+FL	+FC	+FL	+FL	+FL	+CC
06	1	+FL	+FC	+FL	+FL	+FL	+CC
	2	+FL	+FC	+FL	+FL	+FL	+CC
	3	+FL	+FC	+FL	+FL	+FL	+CC
	4	+FL	+FC	+FL	+FL	+FL	+CC
	5	+FL	+FC	+FL	+FL	+FL	+CC
07	1	+FL	+FC	+FL	+FL	+FL	+CC
	2	+FL	+FC	+FL	+FL	+FL	+CC
	3	+FL	+FC	+FL	+FL	+FL	+CC
	4	+FL	+FC	+FL	+FL	+FL	+CC
	5	+FL	+FC	+FL	+FL	+FL	+CC
08	1	+FL	+FC	+FL	+FL	+FL	+CC
	2	+FL	+FC	+FL	+FL	+FL	+CC
	3	+FL	+FC	+FL	+FL	+FL	+CC
	4	+FL	+FC	+FL	+FL	+FL	+CC
	5	+FL	+FC	+FL	+FL	+FL	+CC

RESULTS LISTING FOR LOADING 5		- LOADING IGNORED					
15	REPAIR						
1		REF	REF	REF	REF	REF	REF
2		REF	REF	REF	REF	REF	REF
3		REF	REF	REF	REF	REF	REF
4		REF	REF	REF	REF	REF	REF
5		REF	REF	REF	REF	REF	REF
6		REF	REF	REF	REF	REF	REF
7		REF	REF	REF	REF	REF	REF
8		REF	REF	REF	REF	REF	REF
9		REF	REF	REF	REF	REF	REF
10		REF	REF	REF	REF	REF	REF
11		REF	REF	REF	REF	REF	REF
12		REF	REF	REF	REF	REF	REF
13		REF	REF	REF	REF	REF	REF
14		REF	REF	REF	REF	REF	REF
15		REF	REF	REF	REF	REF	REF
16		REF	REF	REF	REF	REF	REF
17		REF	REF	REF	REF	REF	REF
18		REF	REF	REF	REF	REF	REF
19		REF	REF	REF	REF	REF	REF
20		REF	REF	REF	REF	REF	REF
21		REF	REF	REF	REF	REF	REF
22		REF	REF	REF	REF	REF	REF
23		REF	REF	REF	REF	REF	REF
24		REF	REF	REF	REF	REF	REF
25		REF	REF	REF	REF	REF	REF
26		REF	REF	REF	REF	REF	REF
27		REF	REF	REF	REF	REF	REF
28		REF	REF	REF	REF	REF	REF
29		REF	REF	REF	REF	REF	REF
30		REF	REF	REF	REF	REF	REF
31		REF	REF	REF	REF	REF	REF
32		REF	REF	REF	REF	REF	REF
33		REF	REF	REF	REF	REF	REF
34		REF	REF	REF	REF	REF	REF
35		REF	REF	REF	REF	REF	REF
36		REF	REF	REF	REF	REF	REF
37		REF	REF	REF	REF	REF	REF
38		REF	REF	REF	REF	REF	REF
39		REF	REF	REF	REF	REF	REF
40		REF	REF	REF	REF	REF	REF
41		REF	REF	REF	REF	REF	REF
42		REF	REF	REF	REF	REF	REF
43		REF	REF	REF	REF	REF	REF
44		REF	REF	REF	REF	REF	REF
45		REF	REF	REF	REF	REF	REF
46		REF	REF	REF	REF	REF	REF
47		REF	REF	REF	REF	REF	REF
48		REF	REF	REF	REF	REF	REF
49		REF	REF	REF	REF	REF	REF
50		REF	REF	REF	REF	REF	REF
51		REF	REF	REF	REF	REF	REF
52		REF	REF	REF	REF	REF	REF
53		REF	REF	REF	REF	REF	REF
54		REF	REF	REF	REF	REF	REF
55		REF	REF	REF	REF	REF	REF
56		REF	REF	REF	REF	REF	REF
57		REF	REF	REF	REF	REF	REF
58		REF	REF	REF	REF	REF	REF
59		REF	REF	REF	REF	REF	REF
60		REF	REF	REF	REF	REF	REF
61		REF	REF	REF	REF	REF	REF
62		REF	REF	REF	REF	REF	REF
63		REF	REF	REF	REF	REF	REF
64		REF	REF	REF	REF	REF	REF
65		REF	REF	REF	REF	REF	REF
66		REF	REF	REF	REF	REF	REF
67		REF	REF	REF	REF	REF	REF
68		REF	REF	REF	REF	REF	REF
69		REF	REF	REF	REF	REF	REF
70		REF	REF	REF	REF	REF	REF
71		REF	REF	REF	REF	REF	REF
72		REF	REF	REF	REF	REF	REF
73		REF	REF	REF	REF	REF	REF
74		REF	REF	REF	REF	REF	REF
75		REF	REF	REF	REF	REF	REF
76		REF	REF	REF	REF	REF	REF
77		REF	REF	REF	REF	REF	REF
78		REF	REF	REF	REF	REF	REF
79		REF	REF	REF	REF	REF	REF
80		REF	REF	REF	REF	REF	REF
81		REF	REF	REF	REF	REF	REF
82		REF	REF	REF	REF	REF	REF
83		REF	REF	REF	REF	REF	REF
84		REF	REF	REF	REF	REF	REF
85		REF	REF	REF	REF	REF	REF
86		REF	REF	REF	REF	REF	REF
87		REF	REF	REF	REF	REF	REF
88		REF	REF	REF	REF	REF	REF
89		REF	REF	REF	REF	REF	REF
90		REF	REF	REF	REF	REF	REF
91		REF	REF	REF	REF	REF	REF
92		REF	REF	REF	REF	REF	REF
93		REF	REF	REF	REF	REF	REF
94		REF	REF	REF	REF	REF	REF
95		REF	REF	REF	REF	REF	REF
96		REF	REF	REF	REF	REF	REF
97		REF	REF	REF	REF	REF	REF
98		REF	REF	REF	REF	REF	REF
99		REF	REF	REF	REF	REF	REF
100		REF	REF	REF	REF	REF	REF

JOINT		DISPLACEMENTS		FREE LINKS		DISPLACEMENTS		DISPLACEMENTS	
JOINT		X DISP	Y DISP	Z DISP	ROT	ROT	ROT	ROT	ROT
2	LEFTAL	1	+0.03	+0.01	+0.01	+0.00	+0.01	+0.01	+0.01
		2	+0.07	+0.01	+0.01	+0.00	+0.01	+0.01	+0.01
		3	+0.14	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01
		4	+0.13	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01
3	RIGHTAL	1	+0.03	+0.01	+0.01	+0.00	+0.01	+0.01	+0.01
		2	+0.07	+0.01	+0.01	+0.00	+0.01	+0.01	+0.01
		3	+0.14	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01
		4	+0.13	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01
4	GLOBAL	1	+0.03	+0.01	+0.01	+0.00	+0.01	+0.01	+0.01
		2	+0.07	+0.01	+0.01	+0.00	+0.01	+0.01	+0.01
		3	+0.14	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01
		4	+0.13	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01
5	GLOBAL	1	+0.03	+0.01	+0.01	+0.00	+0.01	+0.01	+0.01
		2	+0.07	+0.01	+0.01	+0.00	+0.01	+0.01	+0.01
		3	+0.14	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01
		4	+0.13	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01
6	LEFTAL	1	+0.03	+0.01	+0.01	+0.00	+0.01	+0.01	+0.01
		2	+0.07	+0.01	+0.01	+0.00	+0.01	+0.01	+0.01
		3	+0.14	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01
		4	+0.13	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01
7	RIGHTAL	1	+0.03	+0.01	+0.01	+0.00	+0.01	+0.01	+0.01
		2	+0.07	+0.01	+0.01	+0.00	+0.01	+0.01	+0.01
		3	+0.14	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01
		4	+0.13	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01
8	GLOBAL	1	+0.03	+0.01	+0.01	+0.00	+0.01	+0.01	+0.01
		2	+0.07	+0.01	+0.01	+0.00	+0.01	+0.01	+0.01
		3	+0.14	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01
		4	+0.13	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01
9	GLOBAL	1	+0.03	+0.01	+0.01	+0.00	+0.01	+0.01	+0.01
		2	+0.07	+0.01	+0.01	+0.00	+0.01	+0.01	+0.01
		3	+0.14	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01
		4	+0.13	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01
10	GLOBAL	1	+0.03	+0.01	+0.01	+0.00	+0.01	+0.01	+0.01
		2	+0.07	+0.01	+0.01	+0.00	+0.01	+0.01	+0.01
		3	+0.14	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01
		4	+0.13	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01
11	GLOBAL	1	+0.03	+0.01	+0.01	+0.00	+0.01	+0.01	+0.01
		2	+0.07	+0.01	+0.01	+0.00	+0.01	+0.01	+0.01
		3	+0.14	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01
		4	+0.13	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01

12	GLCPAL	1	0000	0000	0000	0000	0000	0000
		2	0001	0001	0001	0001	0001	0001
		3	0002	0002	0002	0002	0002	0002
		4	0003	0003	0003	0003	0003	0003
13	GLCPAL	1	0004	0004	0004	0004	0004	0004
		2	0005	0005	0005	0005	0005	0005
		3	0006	0006	0006	0006	0006	0006
		4	0007	0007	0007	0007	0007	0007
14	GLCPAL	1	0008	0008	0008	0008	0008	0008
		2	0009	0009	0009	0009	0009	0009
		3	0010	0010	0010	0010	0010	0010
		4	0011	0011	0011	0011	0011	0011
15	GLCPAL	1	0012	0012	0012	0012	0012	0012
		2	0013	0013	0013	0013	0013	0013
		3	0014	0014	0014	0014	0014	0014
		4	0015	0015	0015	0015	0015	0015
16	GLCPAL	1	0016	0016	0016	0016	0016	0016
		2	0017	0017	0017	0017	0017	0017
		3	0018	0018	0018	0018	0018	0018
		4	0019	0019	0019	0019	0019	0019
17	GLCPAL	1	0020	0020	0020	0020	0020	0020
		2	0021	0021	0021	0021	0021	0021
		3	0022	0022	0022	0022	0022	0022
		4	0023	0023	0023	0023	0023	0023
18	GLCPAL	1	0024	0024	0024	0024	0024	0024
		2	0025	0025	0025	0025	0025	0025
		3	0026	0026	0026	0026	0026	0026
		4	0027	0027	0027	0027	0027	0027
19	GLCPAL	1	0028	0028	0028	0028	0028	0028
		2	0029	0029	0029	0029	0029	0029
		3	0030	0030	0030	0030	0030	0030
		4	0031	0031	0031	0031	0031	0031
20	GLCPAL	1	0032	0032	0032	0032	0032	0032
		2	0033	0033	0033	0033	0033	0033
		3	0034	0034	0034	0034	0034	0034
		4	0035	0035	0035	0035	0035	0035
21	GLCPAL	1	0036	0036	0036	0036	0036	0036
		2	0037	0037	0037	0037	0037	0037
		3	0038	0038	0038	0038	0038	0038
		4	0039	0039	0039	0039	0039	0039
22	GLCPAL	1	0040	0040	0040	0040	0040	0040
		2	0041	0041	0041	0041	0041	0041
		3	0042	0042	0042	0042	0042	0042
		4	0043	0043	0043	0043	0043	0043
23	GLCPAL	1	0044	0044	0044	0044	0044	0044
		2	0045	0045	0045	0045	0045	0045
		3	0046	0046	0046	0046	0046	0046
		4	0047	0047	0047	0047	0047	0047
24	GLCPAL	1	0048	0048	0048	0048	0048	0048
		2	0049	0049	0049	0049	0049	0049
		3	0050	0050	0050	0050	0050	0050
		4	0051	0051	0051	0051	0051	0051

			+0F1	+0F1	+0F1	+0F1	+0F1	+0F1
			+0F2	+0F2	+0F2	+0F2	+0F2	+0F2
			+0F3	+0F3	+0F3	+0F3	+0F3	+0F3
53	CECJAL	1	+0F4	+0F4	+0F4	+0F4	+0F4	+0F4
		2	+0F5	+0F5	+0F5	+0F5	+0F5	+0F5
		3	+0F6	+0F6	+0F6	+0F6	+0F6	+0F6
		4	+0F7	+0F7	+0F7	+0F7	+0F7	+0F7
		5	+0F8	+0F8	+0F8	+0F8	+0F8	+0F8
54	FLCJAL	1	+0F9	+0F9	+0F9	+0F9	+0F9	+0F9
		2	+0FA	+0FA	+0FA	+0FA	+0FA	+0FA
		3	+0FB	+0FB	+0FB	+0FB	+0FB	+0FB
		4	+0FC	+0FC	+0FC	+0FC	+0FC	+0FC
		5	+0FD	+0FD	+0FD	+0FD	+0FD	+0FD
46	CECJAL	1	+0FE	+0FE	+0FE	+0FE	+0FE	+0FE
		2	+0FF	+0FF	+0FF	+0FF	+0FF	+0FF
		3	+0F0	+0F0	+0F0	+0F0	+0F0	+0F0
		4	+0F1	+0F1	+0F1	+0F1	+0F1	+0F1
		5	+0F2	+0F2	+0F2	+0F2	+0F2	+0F2
47	CECJAL	1	+0F3	+0F3	+0F3	+0F3	+0F3	+0F3
		2	+0F4	+0F4	+0F4	+0F4	+0F4	+0F4
		3	+0F5	+0F5	+0F5	+0F5	+0F5	+0F5
		4	+0F6	+0F6	+0F6	+0F6	+0F6	+0F6
		5	+0F7	+0F7	+0F7	+0F7	+0F7	+0F7
58	CECJAL	1	+0F8	+0F8	+0F8	+0F8	+0F8	+0F8
		2	+0F9	+0F9	+0F9	+0F9	+0F9	+0F9
		3	+0FA	+0FA	+0FA	+0FA	+0FA	+0FA
		4	+0FB	+0FB	+0FB	+0FB	+0FB	+0FB
		5	+0FC	+0FC	+0FC	+0FC	+0FC	+0FC
54	CECJAL	1	+0FD	+0FD	+0FD	+0FD	+0FD	+0FD
		2	+0FE	+0FE	+0FE	+0FE	+0FE	+0FE
		3	+0FF	+0FF	+0FF	+0FF	+0FF	+0FF
		4	+0F0	+0F0	+0F0	+0F0	+0F0	+0F0
		5	+0F1	+0F1	+0F1	+0F1	+0F1	+0F1
61	CECJAL	1	+0F2	+0F2	+0F2	+0F2	+0F2	+0F2
		2	+0F3	+0F3	+0F3	+0F3	+0F3	+0F3
		3	+0F4	+0F4	+0F4	+0F4	+0F4	+0F4
		4	+0F5	+0F5	+0F5	+0F5	+0F5	+0F5
		5	+0F6	+0F6	+0F6	+0F6	+0F6	+0F6
62	CECJAL	1	+0F7	+0F7	+0F7	+0F7	+0F7	+0F7
		2	+0F8	+0F8	+0F8	+0F8	+0F8	+0F8
		3	+0F9	+0F9	+0F9	+0F9	+0F9	+0F9
		4	+0FA	+0FA	+0FA	+0FA	+0FA	+0FA
		5	+0FB	+0FB	+0FB	+0FB	+0FB	+0FB

2ND FINISH
 DYNAMIC POPL STGZ
 INHERE BLKZ
 1 16L LITERAL WORDS AT END OF ICLZ JOB
 2 16L REORGANIZATIONS IN THIS JOB
 3 16L DATA CONNECTIONS
 4 16L RELEASES
 5 16L RELEASES
 6 16L LABELS
 7 16L LABELS
 8 16L LABELS
 9 16L LABELS
 10 16L LABELS
 11 16L LABELS
 12 16L LABELS
 13 16L LABELS
 14 16L LABELS
 15 16L LABELS
 16 16L LABELS
 17 16L LABELS
 18 16L LABELS
 19 16L LABELS
 20 16L LABELS
 21 16L LABELS
 22 16L LABELS
 23 16L LABELS
 24 16L LABELS
 25 16L LABELS
 26 16L LABELS
 27 16L LABELS
 28 16L LABELS
 29 16L LABELS
 30 16L LABELS
 31 16L LABELS
 32 16L LABELS
 33 16L LABELS
 34 16L LABELS
 35 16L LABELS
 36 16L LABELS
 37 16L LABELS
 38 16L LABELS
 39 16L LABELS
 40 16L LABELS
 41 16L LABELS
 42 16L LABELS
 43 16L LABELS
 44 16L LABELS
 45 16L LABELS
 46 16L LABELS
 47 16L LABELS
 48 16L LABELS
 49 16L LABELS
 50 16L LABELS
 51 16L LABELS
 52 16L LABELS
 53 16L LABELS
 54 16L LABELS
 55 16L LABELS
 56 16L LABELS
 57 16L LABELS
 58 16L LABELS
 59 16L LABELS
 60 16L LABELS
 61 16L LABELS
 62 16L LABELS
 63 16L LABELS
 64 16L LABELS
 65 16L LABELS
 66 16L LABELS
 67 16L LABELS
 68 16L LABELS
 69 16L LABELS
 70 16L LABELS
 71 16L LABELS
 72 16L LABELS
 73 16L LABELS
 74 16L LABELS
 75 16L LABELS
 76 16L LABELS
 77 16L LABELS
 78 16L LABELS
 79 16L LABELS
 80 16L LABELS
 81 16L LABELS
 82 16L LABELS
 83 16L LABELS
 84 16L LABELS
 85 16L LABELS
 86 16L LABELS
 87 16L LABELS
 88 16L LABELS
 89 16L LABELS
 90 16L LABELS
 91 16L LABELS
 92 16L LABELS
 93 16L LABELS
 94 16L LABELS
 95 16L LABELS
 96 16L LABELS
 97 16L LABELS
 98 16L LABELS
 99 16L LABELS
 100 16L LABELS

RECEIVED
JAN 15 1964
FEDERAL BUREAU OF INVESTIGATION
U. S. DEPARTMENT OF JUSTICE
WASHINGTON, D. C. 20535

RECOMENDACIONES

Siempre resulta interesante emitir recomendaciones sobre los resultados obtenidos de un proyecto, pues estas pueden servir de apoyo para aquellas personas que tengan acceso a este trabajo y que de alguna manera estén interesados en conocer diferentes opiniones.

Por lo anterior, en este punto se externarán algunas recomendaciones sobre el análisis y el diseño de la estructura estudiada.

- 1.- de acuerdo con análisis preliminares para determinar el número de pilotes necesarios para cada elemento, se observó que, dichos elementos están sustentados por una cantidad de pilotes superior al número que realmente son necesarios para el soporte de la superestructura, sobre todo en duques de alba, plataformas de amarre y atraque así como en la plataforma de operación.
- 2.- Se cree que una mejor solución para la subestructura hubiese sido a base de pilotes de concreto presforzado, evitando de esta forma proporcionar el mantenimiento permanente al que están sujetos los pilotes de acero, además de facilitar el procedimiento de hincado de pilotes y evitar el vaciado de concreto dentro de los mismos, todo lo cual representa tiempo, costo y calidad.
- 3.- Las trabes cajón como solución a la superestructura del viaducto no es la adecuada pues dicha sección representa una solución óptima para aquellas estructuras que están sujetas a esfuerzos de torsión, los cuales no se presentan en esta estructura (viaducto), por lo cual se debió haber decidido por alguna sección cuyo diseño sea el adecuado para absorber los esfuerzos actuantes bajo condiciones de servicio.

CONCLUSIONES

De alguna manera, siempre resulta satisfactorio dar por terminada una tarea, sea cual fuere su extensión, contenido, grado de dificultad, etc. sobre todo cuando se trata de cumplir con los objetivos planteados desde el inicio. En el presente caso la satisfacción es mayor porque cumple con la finalidad específica para la que fue ideada, es decir para otorgar el derecho de poder presentar un examen que permita obtener un título profesional en Ingeniería Civil.

Respecto al contenido del trabajo, resultaría difícil dar puntos de vista finales, por razones obvias, pues es imposible ser imparcial ante un trabajo cuya finalidad en todos y cada uno de sus temas es conocida a fondo, no obstante, refiriéndose estrictamente al tema central del mismo, se puede afirmar que posee un grado de interés muy particular para todos aquellos que de alguna manera tienen inclinaciones hacia el área de las estructuras, lo anterior debido a que después de haber realizado el presente trabajo, no es difícil pensar en otro sistema que posea la misma riqueza en cuanto a factores a considerar para realizar un análisis que trate de representar una situación lo mas real posible.

Por lo anterior se hace necesario plasmar aquí una modesta constancia del interés que reviste el tema, pero aun mas allá no se quisiera concluir con este trabajo sin mencionar la idea que se tiene de que la terminación del mismo, así como la posterior obtención del título, no es sino la culminación de un proceso de cambio debido a la formación que va dejando la universidad durante el paso que se tiene a través de ella y no solo de un proceso de aprendizaje teórico-practico de un tema particular y específico.

La idea anterior puede comprenderse mejor si se piensa o analiza la calidad de los trabajos que realiza un estudiante al iniciar una licenciatura comparativamente con los que él mismo pudiese realizar al final de la misma, especialmente una tesis. Otra idea muy clara que se puede obtener de todo el trabajo realizado es que, independientemente del mucho o poco aprovechamiento que se pudiese obtener durante la etapa de estudiante, resulta muy claro que el proceso de investigación para el conocimiento y realización de trabajos debe ser constante, pero aun mas, habiendo sido estudiantes

constantes se puede observar que se cuentan con las armas suficientes para atacar de frente, con un grado variable de dificultad, cualquier tipo de problema o situación que se pudiese presentar dentro de la vida profesional de un Ingeniero Civil.

Finalmente, se puede resumir en lo siguiente la conclusión de este trabajo, fue interesante porque nos abrió las puertas a la investigación y conocimiento de temas no dominados y fue efectivo, pues cumplió con el objetivo especificado, que es el de obtener el derecho a presentar un examen profesional para la obtención del título.

BIBLIOGRAFIA

- I. BOWLES, JOSEPH E., "FOUNDATION ANALYSIS AND DESIGN", ED. MCGRAW-HILL, USA, 1978.
- II. CASTILLO MARTINEZ HEBERTO, "NUEVA TEORIA DE LAS ESTRUCTURAS", EDITADO POR HEBERTO CASTILLO, MEXICO, 1964.
- III. COASTAL ENGINEERING RESEARCH CENTER, "SHORE PROTECTION MANUAL", VOL. II, EDIT. U.S. ARMY, USA, 1979.
- IV. DE BUEN, O., DE PABLO, F., ESTEVA, L. Y OLAGARAY, C., "APUNTES DE DISEÑO ESTRUCTURAL", FACULTAD DE INGENIERIA, UNAM, MEXICO, D.F., 1984.
- V. GODA & YOSHIMURA, "WAVE FORCE COMPUTATION FOR STRUCTURES OF LARGE DIAMETER, ISOLATED OFF SHORE", JAPAN, 1978.
- VI. INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELECTRICAS (CFE), "MANUAL DE DISEÑO DE OBRAS CIVILES: Diseño por Viento", MEXICO, 1981.
- VII. INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELECTRICAS (CFE), "MANUAL DE DISEÑO DE OBRAS CIVILES: Diseño por Sismo", MEXICO, 1981.
- VIII. INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C., "REGLAMENTO DE LAS CONSTRUCCIONES DE CONCRETO REFORZADO (A.C.I. 318-83) Y COMENTARIOS", MEXICO, 1984.
- IX. KAWAKAMI, NOBUKAWA, TAKANA Y KURASAWA, "ON THE RELATIONS OF FENDER TO STRENGTH OF SHIP SIDE STRUCTURE" RESEARCH REPORT, VOL. 24, No. 1, FACULTY OF ENGINEERING, HIROSHIMA UNIVERSITY, JAPAN, 1975.
- X. KAWAKAMI, KURASAWA, TAKANA Y MICHIMATO, "ON THE REQUIRED FUNCTION OF FENDER CONSIDERING OF PREVENTION OF DAMAGE OF SHIP SIDE STRUCTURE", RESEARCH REPORT, VOL. 2, No. 2, FACULTY OF ENGINEERING, HIROSHIMA UNIVERSITY, JAPAN, 1976.
- XI. MCGUIRE, WILLIAM, "STEEL STRUCTURES", ED. PRENTICE HALL INC., ENGLEWOOD CLIFFS, NEW YORK, 1968.
- XII. MERRIT, FREDERICK S., "MANUAL DEL INGENIERO CIVIL", VOL. I, ED. MCGRAW-HILL, MEXICO, 1986.

- XIII. MINIKIN, R.R.. "WINDS, WAVES AND MARITIME STRUCTURES", ED. CHARLES GRIFFIN AND CO. LIMITED, ENGLAND, 1967.
- XIV. NEWMARK, N.M. Y ROSENBLUTH, E., "FUNDAMENTOS DE INGENIERIA SISMICA", ED. DIANA, MEXICO, 1976.
- XV. NORMAS AASHTO (AMERICAN ASOCIATION OF STATE HIGHWAYS AND TRANSPORTATION OFICIALS): ULTIMA EDICION, USA, 1977.
- XVI. OIL COMPANIES MARINE FORUM, "GUIDELINESS AND RECOMENDATIONS FOR THE SAFE MOORING OF LARGE SHIPS AT PIERS AND SEA ISLANDS". JAPAN, 1978.
- XVII. PARK, R. Y PAULAY, T., "ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO", ED. LIMUSA, MEXICO, 1979.
- XVIII. QUINN DE F., ALONZO, "DESIGN AND CONSTRUCTION OF PORTS AND MARINE STRUCTURES". ED. MCGRAW-HILL, USA, 1985.
- XIX. "TECHNICAL STANDARD FOR PORT AND HARBOUR FACILITIES IN JAPAN". 1980.
- XX. TORRES, JOSE LUIS, "ESTRUCTURAS MARITIMAS". ED. LIMUSA, MEXICO, 1980.