

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

10

Fey



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

"TOMA DE AGUA DE MAR"

TESIS

Que para obtener el título de:
INGENIERO CIVIL

Presenta:

FELIPE DE JESUS RICALDE SAUCEDO



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.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

I N D I C E

	pag
INTRODUCCION	1
CAPITULO I	
Estudios Previos	3
CAPITULO II	
Toma	25
CAPITULO III	
Caseta de Bombeo	41
CAPITULO IV	
Línea de Conducción	68
CAPITULO V	
Tanques de Almacenamiento	74
CAPITULO VI	
Procedimientos Constructivos	113
CONCLUSIONES	130
BIBLIOGRAFIA	133

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

La Península de la Baja California es un alargamiento estrecho que se extiende de Noroeste a Sureste entre el Mar de Cortéz o Golfo de California y el Océano Pacífico, forma una Entidad Tectónica separada de la masa continental de la República Mexicana (su formación corresponde al mioceno, período de la era terciaria, con características de una fosa de hundimiento.)

Se localiza en los Hemisferios Norte y Occidental entre los paralelos 22°52' y 32°31'58" de latitud Norte, así como entre los Meridianos 109°58' y 117°07'31" de Longitud Oeste.

La Península constituye el Territorio de dos Entidades Federativas : Baja California Norte y Baja California Sur, siendo la Capital del Estado Norte la Ciudad de Mexicali que, junto con Tijuana, Tecate y Ensenada, representan las zonas urbanas más importantes.

Ensenada, Puerto de altura, abierto al comercio en el año de 1877, ubicado en 31°51" Latitud Norte y 116°41' Longitud Oeste, influye grandemente en la economía de la Región por sus diversas actividades tanto pesqueras como de Agricultura y Ganadería.

La Industria Pesquera, pese a las condiciones precarias en que se desarrolla, alcanza índices favorables debido a la privilegiada situación geográfica y de fácil intercambio tecnológico.

Los últimos años han provocado la intensificación de proyectos de investigación Científica bajo condiciones experimentales y controladas, las cuales son destinadas al estudio del crecimiento y desarrollo de especies Marinas de interés tanto Ecológico como Económico; Este ha sido el caso de Instituciones como la Escuela Técnica Pesquera, el Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada (CICESE) y la Escuela Superior de Ciencias Marinas (E.S.C.M.) dependiente de la Universidad Autónoma de Baja California.

C A P I T U L O I
ESTUDIOS PREVIOS

C A P I T U L O I
ESTUDIOS PREVIOS

La Península de la Baja California es un alargamiento estrecho que se extiende de Noroeste a Sureste entre el Mar de Cortéz o Golfo de California y el Océano Pacífico, forma una Entidad Tectónica separada de la masa continental de la República Mexicana (su formación corresponde al mioceno, período de la era terciaria, con características de una fosa de hundimiento.)

Se localiza en los Hemisferios Norte y Occidental entre los paralelos 22°52' y 32°31'58" de latitud Norte, así como entre los Meridianos 109°58' y 117°07'31" de Longitud Oeste.

La Península constituye el Territorio de dos Entidades Federativas : Baja California Norte y Baja California Sur, siendo la Capital del Estado Norte la Ciudad de Mexicali que, junto con Tijuana, Tecate y Ensenada, representan las zonas urbanas más importantes.

Ensenada, Puerto de altura, abierto al comercio en el año de 1877, ubicado en 31°51" Latitud Norte y 116°41' Longitud Oeste, influye grandemente en la economía de la Región por sus diversas actividades tanto pesqueras como de Agricultura y Ganadería.

La Industria Pesquera, pese a las condiciones precarias en que se desarrolla, alcanza índices favorables debido a la privilegiada situación geográfica y de fácil intercambio tecnológico.

Los últimos años han provocado la intensificación de proyectos de investigación Científica bajo condiciones experimentales y controladas, las cuales son destinadas al estudio del crecimiento y desarrollo de especies Marinas de interés tanto Ecológico como Económico; Este ha sido el caso de Instituciones como la Escuela Técnica Pesquera, el Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada (CICESE) y la Escuela Superior de Ciencias Marinas (E.S.C.M.) dependiente de la Universidad Autónoma de Baja California.

Esta última para la realización eficiente de sus - proyectos de cultivos en laboratorios húmedos se ve en la necesidad inmediata de implantar un sistema de alimentación con tinua de agua de mar, cuyas características físico-químicas - deben conservarse tan inalteradas como sea posible. Por otra parte la Organización de Estados Americanos (OEA) pretende -- instalar en los mismos terrenos un laboratorio de cultivo de macroalgas, una fosa experimental y seis módulos con laboratorios de Biología, siendo sus necesidades, en cuanto a calidad de agua marina, del mismo tipo que la de la E.S.C.M.

El trabajo de tesis consiste en proyectar el sistema de alimentación de agua de mar, para las distintas unidades, tomándola directamente del Océano y conduciéndola por tuberías hasta unos tanques de almacenamiento, de los cuales será llevada, según una red de distribución, a los distintos laboratorios; una vez utilizada, el agua será devuelta al mar, para formar de esta manera un sistema abierto.

A pesar de que los recursos renovables litorales de nuestro País, han sido reconocidos a nivel mundial por sus amplias posibilidades de explotación y desarrollo Socio-Económico no se ha logrado el aprovechamiento integral de evaluación y adecuación del Territorio Costero.

La alternativa más viable para empezar dicho --- aprovechamiento, es apoyar las actuales actividades productivas y educativas, con tecnologías propias y acordes a --- nuestra realidad económica y ambiental.

De tal forma, es comprensible que un indispensable requisito para hacer posible el óptimo manejo de los recursos litorales, es la capacidad de adecuar e inter-relacionar favorablemente las condiciones del medio Marítimo-Continental.

La aplicación de la Ingeniería Civil, es precisamente la base infraestructural que permite el desarrollo de las Bio-Tecnologías alternativas, tanto en las pesquerías como en la actividad acuacultural de manera especial.

Las repercusiones de esta condición, se resumen por su relevancia de mejorar, incrementar y facilitar los esfuerzos permanentes de investigación y producción, tanto en condiciones controladas de laboratorio como in-situ.

Para lograr estos propósitos, se debe reconocer que el factor primario a considerar, es el buen manejo y suficiente suministro del recurso agua. Por no hacerlo, nuestro País ha visto fracasar muchos programas de desarrollo costero, entre los cuales destacan los centros de Investigación y Producción Acuaculturales.

En Baja California, es urgente diversificar la actividad Económica Productiva Pesquera, y recuperar los -- sobre-explotados recursos litorales, en especial los bentónicos, (abulón erizo, langosta, almeja y mantos algales entre otros), notables por su demanda en el mercado internacional y por la población económicamente activa que mantie-

nen directa e indirectamente. Además se está subutilizando la actual infraestructura y recursos humanos de que se disponen, los cuales tienen un nivel de vanguardia nacional e internacional en algunas ramas.

De tal manera, los esfuerzos que se han realizado durante los últimos años, que representan muchos millones de inversión y gastos de mantenimiento, personal y de administración, en centros tan importantes como el de la Secretaría de Pesca en la localidad de Eréndira B.C., el de C.I.C.E.S.E., y el de la Escuela Superior de Ciencias Marinas en Ensenada B.C., no han podido concretarse por la falta de suministro de agua de mar a los laboratorios, entre otras limitaciones.

Cabe puntualizar, que las dos últimas instituciones mencionadas, han sido designados sus proyectos, que están inconclusos en su avance, como centros de excelente investigación y producción para todo América Latina.

La posibilidad de aplicación de la Ingeniería Civil en estos casos, debe afrontar tres dificultades principales que se refieren a :

- 1.- Las condiciones oceanográficas con una fuerte intensidad en oleaje y el carácter abrupto de la costa.
- 2.- La necesidad de implantar una tecnología de fácil mantenimiento y requerible de las menores importaciones posibles.
- 3.- La cantidad y la calidad del suministro permanente del agua de mar a los laboratorios.

En este último punto, es fundamental tomar en cuenta que deben mantenerse las propiedades del agua de mar, tanto en el sistema de alimentación como en el de distribución. Por tal motivo, es requisito que además de utilizar los materiales adecuados, se asegure que el gasto sea

continuo y circular, y que el tiempo de permanencia dentro del tanque de almacenamiento sea mínimo y constante.

Esto asegura que la fuente de suministro no sofique los requerimientos técnicos de los controles internos del laboratorio como son filtros, aireación, temperatura y rayos ultra-violeta para agua de mar y agua dulce que en cualquier caso se utilizan de manera standard.

Teniendo en cuenta la problemática existente se estudia como una solución, un sistema de suministro de agua através de tuberías sumergidas dentro del mar que estén tomando el agua directamente y que mediante un equipo de bombeo y sistema de conducción transporten el agua a un tanque de almacenamiento, de donde será distribuida a los distintos laboratorios.

A continuación se presenta un plano en el que se localiza la trayectoria que seguirá el sistema de suministro de agua propuesto; así como también se estudian algunas de las características principales del agua, con el fin de tener una mayor información de esta y del medio marino.

PROPIEDADES FISICAS DEL AGUA DE MAR.

El agua de mar presenta, de manera global, características fundamentales uniformes. Estas características se manifiestan en sus propiedades físicas y químicas y en las variaciones relativamente de estas propiedades que es posible formular conclusiones acerca del comportamiento de las aguas oceánicas. Es por lo tanto menester tener la capacidad de medir y estudiar sistemáticamente tales variaciones. Las características más sobresalientes del agua de mar son indudablemente su contenido de sales disueltas o salinidad, su temperatura y su densidad, por lo tanto la determinación de estos parámetros tiene una importancia sobresaliente. Una metodología adecuada para la determinación de análisis de datos oceanográficos ha sido desarrollada.

SALINIDAD.- La salinidad se define convencionalmente como la cantidad total, en gramos, de materia sólida disuelta en un kilogramo de agua, habiendo sido transformados todos los carbonatos en óxidos, el bromo y el yodo reemplazados por cloro, y toda la materia orgánica oxidada, secando el todo a una temperatura de 480°C. La determinación de la salinidad de esta manera exige la aplicación de una técnica muy refinada que es impracticable de lograr en los casos aplicados y comunes de investigación. Como alternativa es posible obtener la salinidad por la medición de la clorinidad titulación, conducción o inducción. La clorinidad se define como la cantidad en partes por mil de cloro, yodo y bromo expresada en gramos por kilogramo de agua de mar, suponiendo que los dos últimos han sido reemplazados por el primero. Debido al principio de la constancia de composición del agua de mar, el cual establece que las proporciones de los iones principales son relativamente constantes entre si en todo océano, se puede calcular la salinidad de la manera siguiente :

$$S \text{ ‰} = 1.80655 \text{ Cl ‰}$$

Es por otra parte sabido que la conductividad del agua de mar depende frecuentemente de la salinidad de esta; lo anterior ha permitido el desarrollo de técnicas prácticas en las que se determina la conductividad, calculándose la salinidad a partir de ella. Estas técnicas son mucho -- más rápidas y permiten su aplicación en el campo, sin necesidad de contar con un laboratorio químico. La UNESCO y el Instituto Nacional de Oceanografía de Gran Bretaña, publicaron en 1966 las tablas oceanográficas internacionales que son útiles para obtener las relaciones entre la conductividad eléctrica, la salinidad y la clorinidad.

En la mayor parte del océano, el rango de salinidad es de 33 a 37‰ con un promedio valuado a 35‰ las mayores salinidades ocurren cerca de las zonas Ecuatoriales áridas y la menores cerca de los polos.

TEMPERATURA IN-SITU.- Las botellas comunmente utilizadas para el muestreo de agua de mar, llevan desde uno - hasta tres termómetros cada una, uno o dos protegidos de -- los efectos de presión por una envoltura de vidrio y uno no protegido, teniendo ambos tipos de termómetro una exactitud de $\pm 0.01^{\circ}\text{C}$. Los termómetros no protegidos se utilizan solamente a profundidades mayores de 200 metros, debido al efecto mínimo e inconsecuente del limitado cambio de presión en las primeras capas oceánicas. La profundidad de muestreo se calcula en base a la diferencia de las temperaturas registradas por ambos tipos de termómetros y a que ésta es debida al cambio de presión. A los valores de cada termómetro debe corregirse el error instrumental y compararlos después con los ángulos y longitud de cable.

DENSIDAD (Ecuación de estado).- La ecuación de estado describe la densidad (gravedad específica, volumen específico, etc.) como función de la salinidad, de la temperatura y de la presión in-situ. La densidad del agua marina varía entre 0.9960 gm/cm^3 cerca del hielo en fusión -- hasta 1.0757 gm/cm^3 en el fondo de las cuencas profundas --

donde los efectos de presión son importantes. La densidad media de las aguas superficiales es aproximadamente 1.025 gm/cm^3 .

CARACTERISTICAS DE LAS OLAS

Las olas son ondas de oscilación que se desplazan, empujadas por el viento, sobre la superficie de las aguas. Las moléculas de agua no se transportan con ellas; están simplemente animadas de movimientos orbitarios alrededor de una posición media invariable, que se llama centro orbitario.

Hay cierta analogía entre este fenómeno y las ráfagas de viento que se ven correr sobre las espigas de un campo de trigo.

Así como en este caso las espigas se mueven estando sujetas por sus tallos a un punto fijo en el suelo, así también las moléculas de agua las podemos imaginar unidas - cada una por un radio ideal, al centro orbitario correspondiente.

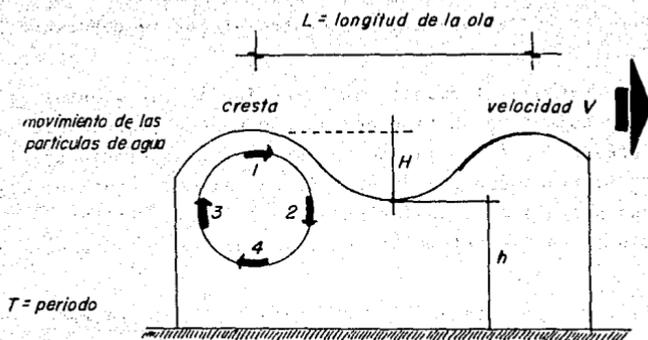
Las olas formadas por la acción de los vientos re presentan solamente un tipo de las que pueden encontrarse - en el océano. Dichas olas se forman en la superficie del - mar por la transferencia de energía del aire al agua; el mé todo que sigue esta transferencia no está completamente establecido pero aparentemente se relaciona con dos mecanis-- mos.

1.- El viento se desvía mientras sopla sobre el - perfil de la ola causando diferencia de presión que puede - suplementar energía a la ola.

2.- Las fluctuaciones en la presión originan reac- ciones en el agua por resonancia para formar olas durante - condiciones turbulentas de los vientos.

En el estudio de las olas es necesario idealizar

su forma; la longitud de la ola (L) es definida como la distancia horizontal entre dos crestas o valles consecutivos - medidos paralelamente en la dirección en que viaja la ola. El periodo (T) es el tiempo que tardan en pasar por un punto fijo dos crestas o valles sucesivos. (H) altura de la ola y es medida desde la parte mas baja de la ola. La profundidad del agua (h), la velocidad de la ola, o el rango de propagación de esta forma ondulante, resulta de la división de la longitud entre el periodo, - - - o $V = L/T$.



PERFIL LONGITUDINAL DE LA OLA

FIG No. 1

La altura y períodos de las olas generadas por los vientos son función de tres factores : (1) velocidad del viento, (2) duración, o tiempo que el viento sopla, -- (3) fetch o masa de agua sobre la cual el viento sopla. La altura y longitud de la ola son generalmente incrementadas hacia un máximo tanto como la velocidad y la duración del viento aumente. El fetch es importante en la determinación de la longitud de la ola.

Los efectos de las diferentes velocidades del viento sobre la superficie del mar se resumen en lo que es llamada Escala de Beaufort de los Vientos.

Dividiremos a las olas para su estudio en tres etapas: De mar, Oleaje y Rompientes. Las olas en el área directamente afectada por el viento son llamadas de mar -- (Sea). Estas olas son irregulares, no tienen patrones sistemáticos; son compuestas de olas de diferentes períodos y alturas que viajan en varias direcciones. Cuando estas olas dejan el área donde fueron generadas y donde la influencia del viento es considerada directa e inmediata, -- las olas mas largas sobre pasan a las mas cortas y menos veloces ($V=L/T$). Las olas asumen un patron más uniforme con dimensiones similares y tendencia a viajar juntas debido a su velocidad también similar. Las olas en este patron regular son llamadas oleaje (SWELL). Como el oleaje viaja todavía mas adelante del área generativa permanecerán constantes en longitud pero disminuyen en altura. La tercera etapa se denomina rompiente (SURF), la cual ocurre cerca de la orilla cuando la ola pierde equilibrio y se rompe. Este tipo de olas difieren de las de mar y oleaje en que las partículas de agua no viajan ya describiendo órbitas sino que se aproximan a la playa, dando como resultado una gran cantidad de energía.

Cuando las olas arriban a las aguas someras toman sus características, exceptuando el período, cambian.

La longitud y velocidad decrecen al disminuir la profundidad; este cambio es pequeño siempre y cuando la profundidad del agua (h) sea igual a la mitad de la longitud de la ola. A esta profundidad se dice que la ola siente el fondo y aumentará su altura. La ola se romperá cuando la velocidad de las partículas en la cresta exceda a la velocidad de la ola; en una playa de pendiente ligera, esto ocurre usualmente cuando el rango H/h se encuentra entre 0.8 y 0.6 .

Si las olas entran a las aguas someras en ángulo hacia la playa o encuentran cambios irregulares en la topografía del suelo cerca de la orilla, su dirección de viaje cambiará; este cambio llamado refracción ocurre cuando una parte de la ola alcanza primero las aguas someras. Esta parte gira lentamente causando que la ola completa siga su curso hacia las aguas someras. La refracción depende de la topografía del fondo, de la longitud de la ola y de la dirección en que se aproxime.

Después de que las olas se rompen el agua es acarreada a la zona de rompientes y transportada hacia la playa que actúa como una barrera, este rompimiento cercano a la orilla y secuento movimiento del agua, crea un ambiente de cambio instantáneo de las condiciones, hay fluctuaciones considerables de la velocidad y dirección de las corrientes. Las corrientes fuertes cerca de la orilla pueden erosionar y cambiar la configuración de la playa.

En este mismo orden de ideas y para el estudio del proyecto a realizar, se hace necesario el conocimiento del régimen de oleaje en el lugar donde se propone la instalación de las tuberías de succión de la toma de agua de mar.

REGIMEN DE OLAJE.- En este renglón no se hacen necesarias las observaciones in-situ, sino la determinación de la altura (H) y período (T) de la ola significativa,

los efectos que produce el viento según su velocidad. Existen escalas de efectos para guiar al observador, de las cuales la más conocida es la del Almirante Beaufort, que damos a continuación.

ESCALA DE BEAUFORT

No.	Nombre	ESPECIFICACIONES	Mts. por Seg.
0	Calma.	El humo sube verticalmente	menos de 0.3
1	Ventolina.	Poco sensible a las veletas, pero el humo muestra el rumbo	0.3 a 1.5
2	Flojo.	Se siente en el rostro y las veletas obedecen, se mueven las hojas de los árboles	1.6 a 3.3
3	Bonancible.	Se mueven las hojas y las ramas delgadas. Se extienden las banderas	3.4 a 5.4
4	Galeno.	Levanta polvo y papeles y las ramas se mueven perceptiblemente	5.5 a 7.9
5	Fresquito.	Se agitan los arbustos y las crestas de las olas empiezan a romper	8.0 a 10.7
6	Fresco.	Las ramas grandes se agitan, zumban los alambres, los paraguas se usan con dificultad, el oleaje aumenta	10.8 a 13.8
7	Frescachón.	Todo el árbol se mueve, se dificulta el caminar contra el viento	13.9 a 17.1
8	Duro.	Se rompen los tallos delgados aumentando las dificultades anteriores	17.2 a 20.7
9	Muy duro.	Las estructuras débiles empiezan a ser dañadas	20.8 a 24.4
10	Temporal.	Los árboles empiezan a ser derribados y las estructuras más fuertes trepidan ..	24.5 a 28.4
11	Temporal deshecho.	Los destrozos anteriores se acentúan, el mar está arbolado en grado imponente	28.5 a 33.5
12	Huracán.	Las destrucciones pueden llegar a la catástrofe	más de 33.6

Finalmente haremos notar que la velocidad, aproximada, en nudos en cada número de la escala viene a dar por:

$$\frac{n(n+1)}{2} + 2$$

$$\text{Así: } V_{11} = \frac{11(11+1)}{2} + 2 = 68 \text{ nudos para el número 11.}$$

a partir de información estadística. Para ello el Instituto de Investigaciones Oceanológicas de la U.A.B.C. facilitó -- cuatro tablas del porcentaje de ocurrencia de oleaje en un área cercana al punto de interés (31°54' N, 116°43' W). Las tablas fueron elaboradas por A.H. Glenn Associates.

A partir de esas tablas, considerando 100 olas, - se calcularon las alturas de la ola media, significativa y -- 1/10. Tablas A, B, C, y D.

Como el lugar propuesto para instalar las tube--- rías se encuentra al abrigo de un espigón natural sumergido, el cual difracta el oleaje atenuándose la altura de la ola en forma considerable. No es posible, sino después de un - período grande de observaciones, definir el coeficiente de abatimiento, por lo que se da la información en forma ilus- trativa para alguna referencia futura.

T A B L A S

TABLA 1 Promedio del porcentaje de ocurrencia de la altura de la ola significativa.- Dirección de los grupos: Aproximadamente a los 31°54' N, 116°43' W al Norte de Ensenada, México: Profundidad según la carta 30 ft. (9.15 m.). Enero de 1981.

Grupos de alturas de la ola significativa (ft.)

DIRECCION	0-1.9ft	2-3.9ft	4-5.9ft	6-7.9ft	8-9.9ft	10ft	Total
N	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%
NE	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%
E	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%
SE	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%
S	0.6%	0.6%	0.3%	0.1%	0.0%	0.0%	1.6%
SW	2.8%	3.5%	2.2%	1.1%	0.4%	0.2%	10.2%
W	14.0%	18.3%	11.2%	5.8%	2.3%	0.9%	52.5%
NW	9.4%	12.2%	7.4%	3.9%	1.4%	0.7%	35.0%
TOTAL	27.5%	34.6%	21.1%	10.9%	4.1%	1.8%	100.0%

TABLA 2 : Abril 1981.

Grupos de alturas de la ola significativa (ft.)

DIRECCION	0-1.9ft	2-3.9ft	4-5.9ft	6-7.9ft	8-9.9ft	10ft	Total
N	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%
NE	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%
E	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%
SE	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%
S	0.5%	0.5%	0.4%	0.3%	0.1%	0.0%	1.8%
SW	1.5%	2.6%	2.2%	1.4%	0.7%	0.5%	8.9%
W	9.1%	16.2%	13.4%	8.7%	4.5%	2.8%	54.7%
NW	5.6%	10.1%	8.3%	5.3%	2.8%	1.8%	33.9%
TOTAL	17.4%	29.4%	24.3%	15.7%	8.1%	5.1%	100.0%

TABLA 3 : Agosto 1981.

DIRECCION	0-1.9ft	2-3.9ft	4-5.9ft	6-7.9ft	8-9.9ft	10ft	Total
N	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%
NE	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%
E	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%
SE	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%
S	0.5%	0.4%	0.2%	0.1%	0.0%	0.0%	1.2%
SW	2.4%	3.0%	1.7%	0.8%	0.2%	0.0%	8.1%
W	14.9%	19.3%	11.4%	5.4%	1.4%	0.1%	52.5%
NW	10.8%	13.8%	8.1%	3.8%	1.0%	0.1%	37.6%
TOTAL	29.2%	36.5%	21.4%	10.1%	2.6%	0.2%	100.0%

TABLA 4 : Noviembre 1981.

DIRECCION	0-1.9ft	2-3.9ft	4-5.9ft	6-7.9ft	8-9.9ft	10ft	Total
N	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%
NE	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%
E	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%
SE	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%
S	0.7%	0.4%	0.2%	0.1%	0.0%	0.0%	1.4%
SW	4.2%	3.5%	1.7%	0.7%	0.3%	0.1%	10.6%
W	20.5%	18.2%	8.7%	3.3%	1.1%	0.4%	52.2%
NW	13.0%	12.2%	5.8%	2.2%	0.8%	0.2%	35.1%
TOTAL	40.0%	34.4%	16.4%	6.3%	2.2%	0.7%	100.0%

T A B L A A

ENERO

ALTURA (ft)	# OLAS	ACUMULATIVO (#)	ALTURA MEDIA (ft)	ALTURA SIGN. (ft)	ALTURA H 1/10 (ft)
2	28	100	56		
4	35	72	140		
6	22	37	132	18X6=108	
8	11	15	88	88	4X8=32
9	2	4	18	18	18
10	2	2	20	20	20
			454	234	70

Altura media = $454/100 = 4.54$ ft.

Altura Significante = $234/33 = 7.09$ ft.

Altura H1/10 = $70/10 = 7.00$ ft.

$H_m = 1.38$ M.

$H_s = 2.16$ M.

$H_{1/10} = 2.13$ M.

Direcciones de mayor frecuencia :

W - 52.5%

NW - 35.0%

T A B L A B.

ABRIL

ALTURA (ft)	# OLAS	ACUMULATIVO (#)	ALTURA MEDIA (ft)	ALTURA SIGN. (ft)	ALTURA H 1/10 (ft)
2	18	100	36		
4	29	82	116		
6	24	53	144	4X6=24	
8	16	29	128	128	
9	8	13	72	72	5X9=45
10	5	5	50	50	50
			546	274	95

Altura media = $546/100 = 5.46$ ft..

Altura Significante = $274/33 = 8.30$ ft.

Altura H1/10 = $95/10 = 9.50$ ft.

$H_m = 1.66$ M.

$H_s = 2.53$ M.

$H_{1/10} = 2.90$ M.

Direcciones de mayor frecuencia :

W - 54.7%

NW - 33.9%

T A B L A C

AGOSTO

ALTURA (ft)	# OLAS	ACUMULATIVO (#)	ALTURA MEDIA (ft)	ALTURA SIGN. (ft)	ALTURA H 1/10 (ft)
2	29	100	58		
4	37	71	148		
6	21	34	126	20X6=120	
8	10	13	80	80	7X8=56
9	3	3	27	27	27
10	0	0	0	0	0
			438	227	83

Altura media = $438/100 = 4.38$ ft.

Altura Significante = $227/33 = 6.88$ ft.

Altura H1/10 = $83/10 = 8.30$ ft.

$H_m = 1.34$ M.

$H_s = 2.10$ M.

$H_{1/10} = 2.53$ M.

Direcciones de mayor frecuencia :

W - 52.5%

NW - 37.6%

T A B L A D

NOVIEMBRE

ALTURA (ft)	# OLAS	ACUMULATIVO (#)	ALTURA MEDIA (ft)	ALTURA SIGN. (ft)	ALTURA H 1/10 (ft)
2	40	100	80		
4	35	60	140	8X4=32	
6	16	25	96	96	1X6=6
8	6	9	48	48	48
9	2	3	18	18	18
10	1	1	10	10	10
			392	204	82

Altura media = $392/100 = 3.92$ ft.

Altura Significante = $204/33 = 6.18$ ft.

Altura H1/10 = $82/10 = 8.20$ ft.

$H_m = 1.20$ M.

$H_s = 1.88$ M.

$H_{1/10} = 2.50$ M.

Direcciones de mayor frecuencia :

W - 52.2%

NW - 35.1%

MAREAS Y CORRIENTES OCEANICAS

Las mareas son el cambio rítmico diario del nivel del mar. Los movimientos de mareas fueron observados medidos y analizados por el hombre desde la antigüedad, quien notó su relación con la posición de la luna. Muchas de las teorías y técnicas para la predicción de mareas fueron hechas en los siglos XVIII y XIX. Recientemente se han mejorado mediante el uso de computadoras de alta velocidad, pero el conocimiento del proceso es todavía incompleto.

El fenómeno de las mareas es poco perceptible en altamar; pero se presenta muy acusado cerca de las costas - en donde una corriente de agua invade la costa dejando una zona alternativamente inundada y en seco.

Las mareas tienen un período aproximado de 12 horas 25 minutos y una longitud casi igual a la mitad de la - circunferencia de la tierra (12,450 Mi. o aproximadamente - 20,000 Km.).

Al nivel máximo de la marea se le llama pleamar y al mínimo bajamar. La marea ascendente recibe el nombre de flujo o marea creciente; y la descendente, reflujo o marea menguante. La diferencia de altura vertical entre la pleamar y la bajamar siguiente se le llama amplitud o carrera - de la marea, esta amplitud (valor máximo de pleamar menos - valor mínimo de bajamar) fluctúa entre 1-3 Mts., pero en algunas áreas puede llegar a tener valores de hasta 20 M. --- (América del Sur).

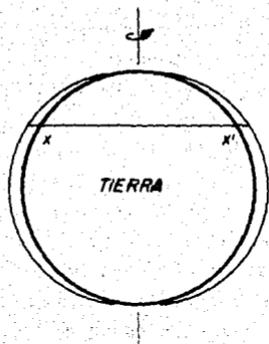
Muchas áreas tienen una marea alta y una baja cada día (mareas diurnas) o, mas comunmente dos altas y dos - bajas al día; si las pleamares y bajamares son de la misma intensidad se le denomina mareas semidiurna regular, si por lo contrario una pleamar es mas alta que la otra y una baja mar más baja que la anterior, se le conoce como mareas semi diurna irregular.

CAUSAS DE LAS MAREAS

Las mareas son causadas por la atracción gravitacional que ejercen el sol y la luna sobre la tierra. Esta atracción afecta al agua, a los sólidos de la tierra y a la atmósfera, pero los resultados de su acción sobre los dos últimos no pueden ser observados a simple vista. La atracción gravitacional entre la tierra y la luna (fig.#2) es más fuerte en la parte de la tierra que está frente a la luna. Esta atracción que ejerce la luna es mínima en el lado opuesto de la tierra que representa el punto más alejado, y esta combinada con las fuerzas centrífugas, causa que la masa de agua adopte una configuración convexa -- con respecto a la luna. Las dos prolongaciones de la masa de agua estarán alineadas esencialmente con la luna, siendo esta tomada como referencia para el movimiento de rotación relativo de la tierra. Debido a que la tierra tarda 24 Hrs. y 50 min. en rotar relativamente a la luna, un punto determinado en la tierra experimentará dos mareas altas y dos bajas en este período de tiempo. La magnitud de las mareas altas en ese punto es generalmente diferente porque la luna permanece inclinada con respecto al plano ecuatorial de la tierra (fig. #3).

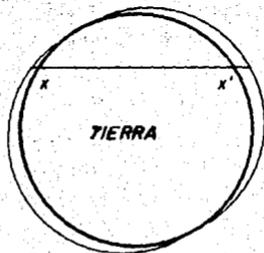
El sol también participa considerablemente en las mareas, sin embargo su efecto es tan solo el 46% del producido por la luna sobre la masa de agua. Esto resulta porque pese a que su masa es mayor su distancia con respecto a la tierra lo es también: Las fuerzas gravitacionales varían proporcional al cuadrado de la distancia entre dos cuerpos y directamente proporcional a sus masas ($F = \frac{m}{d^2}$).

El efecto del sol toma importancia fundamental cuando junto con la luna esta alineado en el mismo plano que la tierra la atracción gravitacional combinada de los cuerpos produce una marea fuerte llamada marea de primavera, las cuales ocurren aproximadamente cada 14 días con la luna llena y nueva (fig #4).



cuando la luna esta paralela al plano ecuatorial de la tierra, las magnitud de las mareas en los puntos x - x' son iguales

FIG No. 2



cuando la luna esta inclinada con respecto al plano ecuatorial de la tierra, las magnitudes de las mareas en los puntos x - x' son diferentes.

FIG No. 3



tercer cuarto



luna nueva



luna llena



primer cuarto

FIG No. 4

Las mareas excepcionalmente débiles llamadas mareas muertas se presentan en cuarto creciente y menguante de la luna, también suceden cada 14 días.

Las mareas producen corrientes periódicas. Estas corrientes, débiles en altamar, pueden adquirir cerca de las costas velocidades suficientes para arrastrar los materiales del fondo removidos por las olas; el estudio de estas corrientes es muy importante desde el punto de vista de los trabajos marítimos y de acceso a los puertos.

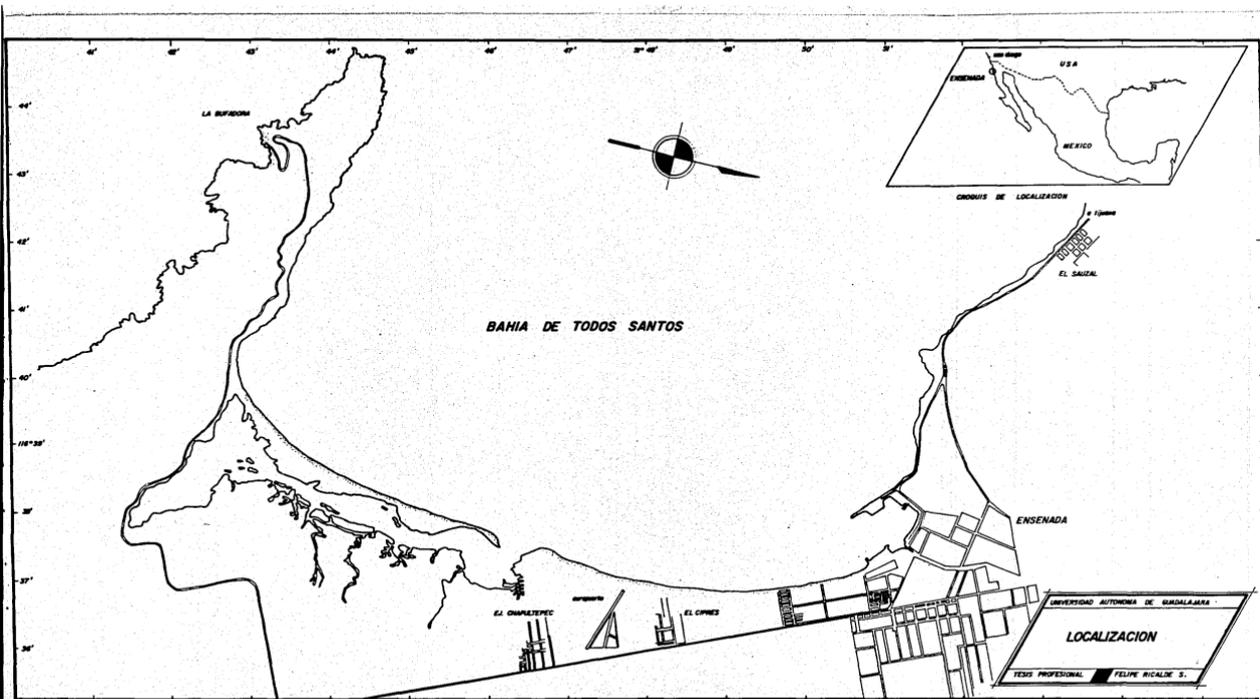
Tales corrientes, unas veces pueden ser propicias al mantenimiento de las profundidades delante de los puertos, otras veces pueden socavar en las proximidades de un obstáculo o producir azolves dentro de un puerto.

Cambian, teóricamente de sentido en el momento en que el mar alcanza su nivel medio. Cuando el mar está por encima de ese nivel hay corrientes de flujo, cuando está debajo hay corriente de refluo cuyo sentido es opuesto al primero.

Cuando las corrientes se anulan en el momento de cambio de sentido, se dice que hay estoa de corriente. Es raro, por otra parte, que el cambio de sentido de las corrientes coincida exactamente con el nivel medio entre la pleamar y la bajamar : Se produce un poco antes o un poco después a consecuencia de las irregularidades de la curva de mareas, sobre todo en las costas.

Las corrientes de marea son corrientes de masa, desplazan las aguas del mar sobre un gran espesor; por ejemplo, en las costas Chilenas se han reconocido espesores de corrientes de marea de más de 3000 M.

La velocidad de las corrientes es débil en el océano. Cerca de las costas las corrientes de marea varían mucho en dirección y en intensidad según la configuración de las orillas; su velocidad puede llegar a ser considerable en la entrada de Golfos profundos.



BAHIA DE TODOS SANTOS

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJALAMARA
LOCALIZACION
TEXO PROFESIONAL: FELIPE RICALDE S.

C A P I T U L O I I

T O M A

El proyecto de alimentación continua de agua de mar comprenderá el diseño y cálculo de los elementos que constituyen el sistema. Estos elementos siguiendo el recorrido que hará el agua son los siguientes :

- a).- Sistema de Alimentación
- b).- Sistema de Bombeo
- c).- Tanques de Almacenamiento
- d).- Retorno de excedentes al mar

SISTEMA DE ALIMENTACIÓN

La toma o sistema de alimentación estará compuesta de :

- 1).- Filtros primarios que serán los elementos que captarán el agua directamente del mar.
- 2).- Tuberías de succión, las que conducirán el agua de los filtros por medio de un sistema de bombeo a la casa de máquinas.
- 3).- Tuberías de conducción a los tanques de almacenamiento.

A sugerencia del Instituto de Investigaciones Oceanológicas, los filtros primarios deberán colocarse a una profundidad mínima de -7.00 m., en donde se considera, según pruebas de laboratorio realizadas por este Instituto, que el agua obtenida no tendrá contaminantes por las descargas de drenajes y desechos de las fábricas procesadoras de pescado que se encuentran aledañas.

Cada línea o tubería de succión contará con un filtro primario, este estará formado por un dado precolado, de concreto reforzado de 1 m³ de capacidad, el cual contiene un núcleo o filtro propiamente dicho el que a su vez está formado por capas de cantos rodados de diferentes diámetros con el objeto de evitar el paso de cuerpos extraños que puedan dañar el sistema y que a su vez no modifiquen las condiciones del agua. Un análisis entre los cantos rodados es necesario para asegurar la facilidad de la succión del agua en la pichancha.

Para las tuberías de succión se utilizará tubo de plástico PVC con el objeto de evitar la corrosión, ya que, al tratarse de agua de mar cualquier otro material presentaría muchos problemas en el mantenimiento; esta tubería se colocará desde el filtro hasta unos metros antes de la profundidad donde se presente la mínima bajamar; en toda la longitud restante por tratarse del área de rompientes y en la rampa de acceso a la casa de máquinas se colocará un tipo de tuberías flexibles, para efectos de poder soportar los movimientos provocados por los regímenes de oleaje.

La tubería se calcula en función de la profundidad, para efecto de obtener el calibre, del gasto y de la velocidad dentro de la misma. El valor de esta última debe ser tal que produzca un flujo turbulento, con lo que se consigue evitar la fijación de larvas en las tuberías, una comprobación del valor del número de Reynolds nos indicará el tipo de escurrimiento que se presentará en las tuberías.

La experiencia acumulada en la operación de laboratorios húmedos y la información proporcionada por Maestros e Investigadores de la Escuela Superior de Ciencias Marinas, indican que para satisfacer las necesidades de consumo de los laboratorios se hace necesario un gasto de diseño de $5 \text{ M}^3/\text{min}$.

Considerando que el suministro a través de una línea única de conducción llevaría a problemas en caso de cualquier falla del sistema, se estima que cuatro unidades (sistemas) podrían presentar ciertas ventajas en el funcionamiento, continuidad en la operación en caso de descompostura de uno o dos sistemas; diámetro menor en las tuberías, lo que trae aparejada facilidad en las maniobras de instalación así como comodidad y economía en el replazo de piezas dañadas; bomba de menor potencia de fácil manejo y colocación.

De conformidad con lo asentado anteriormente, se proponen: Cuatro unidades capaces de suministrar un gasto de $5 \text{ m}^3/\text{min}$.

Gasto de diseño

$$Q = 5000 \text{ lts./min.}$$

Gasto por línea de conducción

$$q = \frac{5000}{4} = 1250 \text{ lts./min.}$$

$$q = 20.83 \text{ lts./seg.}$$

Los fabricantes de bombas centrífugas, de acuerdo con su experiencia han encontrado que las velocidades más convenientes en las tuberías de succión y de descarga de éstas, deben variar entre $2.8 - 3.1 \text{ m/seg}$.

$$V = 2.8 - 3.1 \text{ m/seg.} \quad (*)$$

Para esta velocidad

$$d = 2.9 \sqrt[3]{q} \quad (**)$$

$$d = 2.9 \sqrt[3]{1250}$$

$$d = 102.5 \text{ mm.}$$

$$d = 4 \text{ pulg.} = 101.6 \text{ mm.}$$

Debe darse cuidadosa atención a la selección de la tubería de succión para evitar posibles contratiempos en el funcionamiento de la bomba. Nunca deberá emplearse una tubería de diámetro menor que el de la conexión de la bomba y la tubería debe ser tan corta y recta como sea posible, debiendo evitarse los codos y accesorios innecesarios y hacer que las conexiones resulten perfectamente impermeables, pues es bien sabido que una pequeña entrada de aire en la tubería de succión, puede detener la descarga del líquido debido a que la bomba deja de estar cebada.

No debe permitirse la formación de bolsas de aire al dejar puntos altos o asas en la tubería de succión, debiendo entonces, tenderse con una pendiente ascendente hacia la bomba no menor de un 0.5% .

(*) Máquinas Hidráulicas José L. de Parres pag. 324

(**) Manual de bombas Edit Blume tabla 22-III pag. 284

Debe colocarse siempre una coladera al principio de la tubería de succión, cuyas aberturas deben ser tan amplias como sea posible, pero sin ser tan grandes que permitan el paso de materias extrañas que puedan atorarse en el cuerpo de la bomba o en las tuberías.

Teniendo en cuenta que el diámetro calculado para la tubería de succión es justo y sabiendo que por la gran longitud se pueden presentar pérdidas por fricción -- muy altas, se cambia el diámetro de la tubería a 6 pulgadas (15.24 cm.).

El tipo de tubería que se colocará desde la casona de bombeo hasta la profundidad de -4.25 m. será tubo de hule, se recomienda tubería polycord water suction & discharge good year de 6" de diámetro; a partir de esa profundidad y hasta el filtro primario se instalará tubo PVC cédula 80 de 6" .

Se colocará también en la tubería una válvula de retención (check) para impedir que se vacíen las tuberías.

La condición de evitar fijación de larvas en el interior de las tuberías es muy importante, en consecuencia es recomendable que el flujo sea en extremo turbulento.

El flujo en el interior de las tuberías puede -- presentarse laminar o turbulento; un flujo laminar se define como aquel en que el fluido se mueve en capas o láminas deslizándose suavemente unas sobre otras y existiendo sólo intercambio de cantidad de movimiento molecular entre ellas. Cualquier tendencia hacia la inestabilidad y la turbulencia se amortigua por la acción de las fuerzas cortantes viscosas que se oponen al movimiento relativo de capas de fluidos adyacentes entre sí. Por otro lado, en el flujo turbulento, el movimiento de las partículas es muy errático y se tiene un intercambio transversal de cantidad de movimiento muy intenso.

El número de Reynolds permite caracterizar la naturaleza del escurrimiento, es decir, si se trata de un flujo laminar o de un flujo turbulento; además, indica, la importancia relativa de la tendencia del flujo hacia un régimen turbulento respecto de un laminar.

El número de Reynolds crítico vale :

$$4 \times 10^3 \quad (\text{tabla 1})$$

Cualquier valor de R superior a 4×10^3 indicará un flujo turbulento.

Tenemos :

$$R = \frac{Vd}{\nu}$$

V = velocidad en m/s.

d = Diámetro interior del tubo en metros.

ν = viscosidad cinemática en $m^2/\text{seg.}$

$$V = 1.2 \text{ m/s.}$$

$$d = 0.1524 \text{ m.}$$

$$\nu = 12.9 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{seg.}$$

La viscosidad cinemática corresponde al agua de mar a una temperatura de 12°C.

$$R = \frac{1.2 (0.1524)}{12.9 \times 10^{-6}}$$

$$R = 14176.7 \approx 14 \times 10^3$$

Queda entonces :

$$14 \times 10^3 > 4 \times 10^3$$

Lo que nos indica que el tipo de flujo en el interior de la tubería es turbulento.

$$q = 1250 \text{ lts/min.}$$

(Gasto)

$$V = 1.2 \text{ m/seg.}$$

(velocidad)

$$d = 0.1524 \text{ m.}$$

(diámetro interior de la tubería.)

VALORES DE VD PARA AGUA A 15.5°C. [VELOCIDAD EN (m/SEG.) X DIAMETRO EN CENTIMETROS]

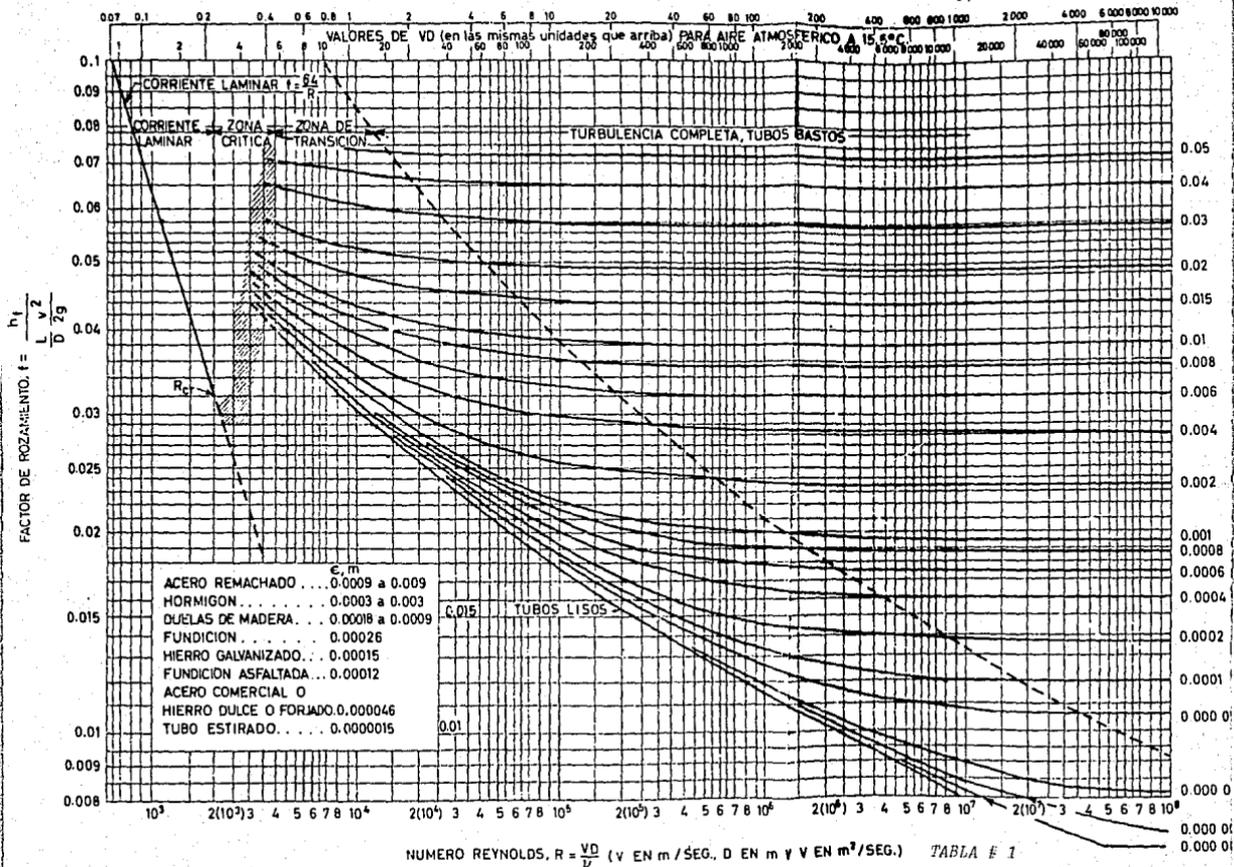


FIG. 86.

VALORES DE VD PARA AGUA A 15.5°C. [VELOCIDAD EN (M/SEG.) X DIÁMETRO EN CENTÍMETROS]

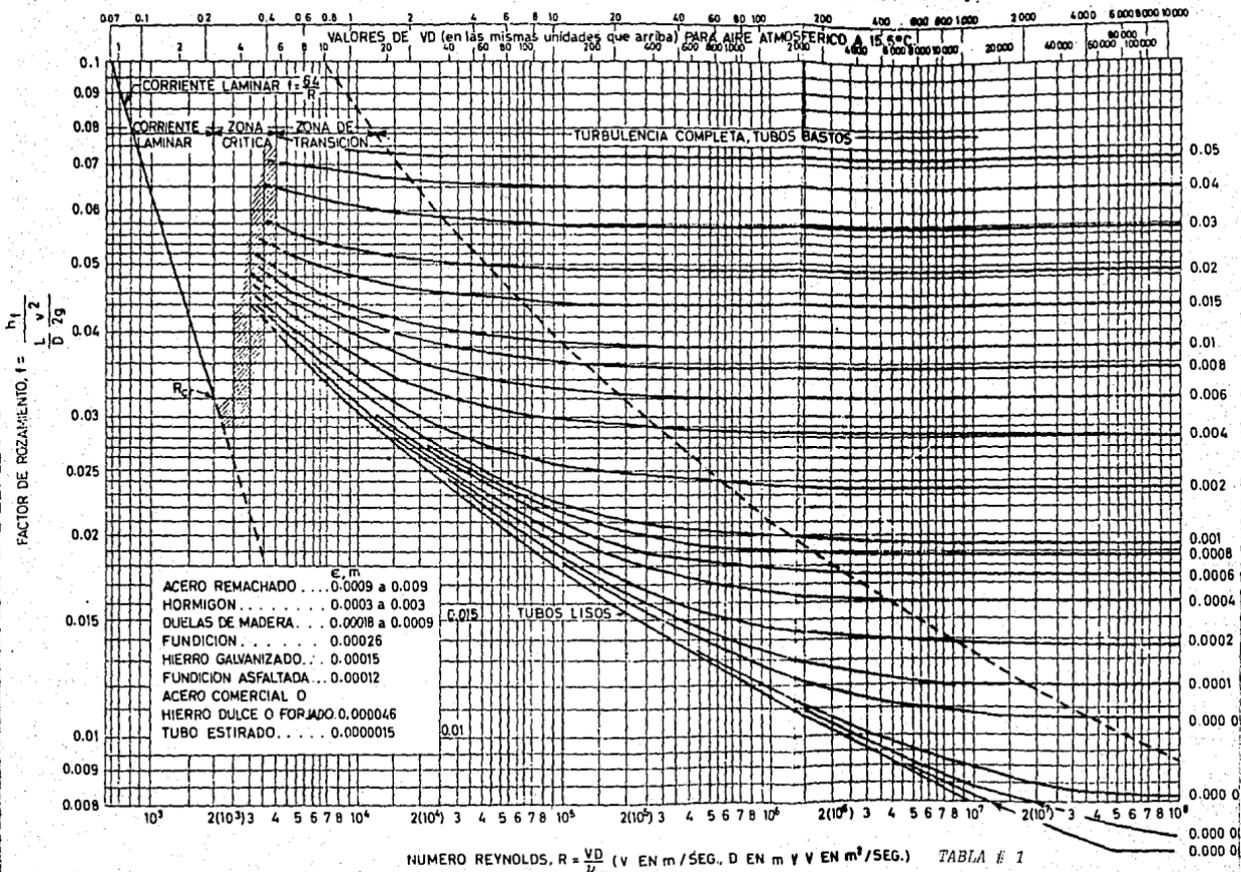
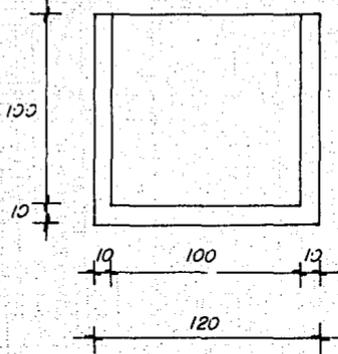


FIG. 86.

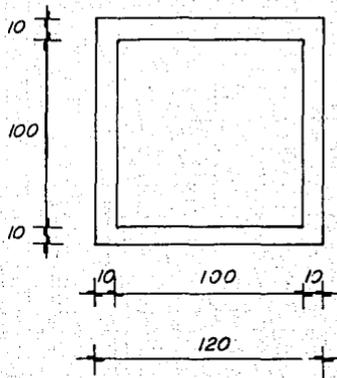
FILTRO PRIMARIO

Para el filtro primario se diseña un cubo de concreto reforzado con aristas interiores de 100 cm. de longitud.

CORTE



PLANTA



Peso del filtro en el aire.

$$W_0 = [2(1.1 \times 1.2 \times 0.1) + 2(1.0 \times 1.1 \times 0.1) + (1.0 \times 1.0 \times 0.1)] 2400$$

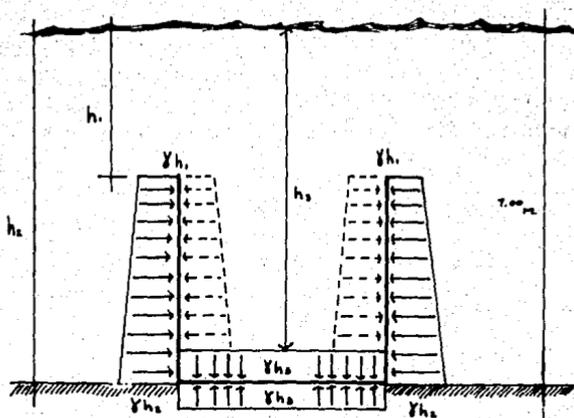
$$W_0 = 1401.6 \text{ Kg.}$$

Peso del filtro sumergido.

$$W_1 = 1401.6 \left(1 - \frac{1020}{2400} \right)$$

$$W_1 = 811.6 \text{ Kg.}$$

El filtro estará colocado a una profundidad de -7.00 m. por lo que esta sujeto a las siguientes cargas.



$$h_1 = 0.90 \text{ m.}$$

$$h_2 = 7.00 \text{ m.}$$

$$h_3 = 6.90 \text{ m.}$$

Considerando la densidad del agua = 1.020 ton/m³
a una temperatura de 12°C. tenemos :

$$\gamma h_1 = 1020 \text{ Kg/m}^3 (5.9 \text{ m.}) = 6018 \text{ Kg/m}^2$$

$$\gamma h_2 = 1020 \text{ Kg/m}^3 (7.0 \text{ m.}) = 7140 \text{ Kg/m}^2$$

$$\gamma h_3 = 1020 \text{ Kg/m}^3 (6.9 \text{ m.}) = 7038 \text{ Kg/m}^2$$

$$W_1 = 6018 \text{ Kg/m}^2 (1.2 \text{ m.}) = 7221 \text{ Kg/ml.}$$

$$W_2 = 7140 \text{ Kg/m}^2 (1.2 \text{ m.}) = 8568 \text{ Kg/ml.}$$

$$W_3 = 7038 \text{ Kg/m}^2 (1.0 \text{ m.}) = 7038 \text{ Kg/ml.}$$

Debido a que el filtro siempre trabajará sumergido en el agua, la parte interior de las paredes del cubo -- presentará la misma presión que la parte exterior; por lo que el efecto de estas cargas se contrarresta. Como protección a las paredes del filtro y para seguridad en las maniobras de colocación, se proporcionará la cantidad de acero mínima.

$$\text{Concreto } f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Acero } f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\% \text{ de acero mínimo } \rho = \frac{14}{f_y}$$

$$\rho = \frac{14}{4200} = 0.0033$$

$$A_s = \rho b d$$

$$A_s = 0.0033 (100) (10) = 3.3 \text{ cm}^2$$

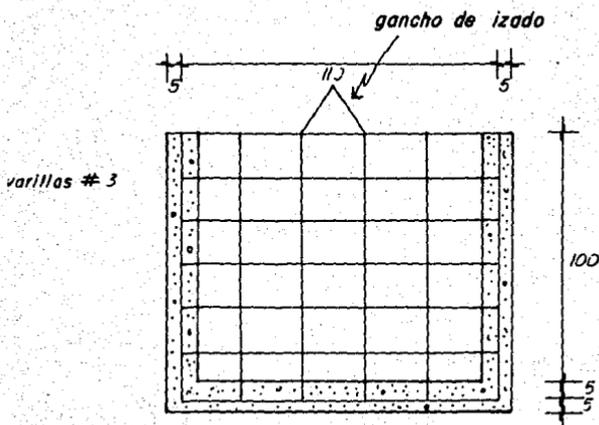
$$\text{Si utilizamos } \emptyset \#3 \text{ } a_s = 0.71 \text{ cm}^2$$

$$\text{Separación} = \frac{b a_s}{A_s}$$

$$s = \frac{100 (0.71)}{3.3} = 21.51 \text{ cm.}$$

$$s = \emptyset \#3 @ 20 \text{ cm. c.a.c.}$$

El acero de refuerzo será varilla del #3 aproximadamente a cada 18 cm. en ambas direcciones y en las paredes del filtro a una altura de 30 cm., se colocarán unas pequeñas cajas de solera de 1"x2"x5", para poder fondear los filtros y posteriormente anclarlos. (fig. #5).



Filtro Primario
Fig. #5

El filtro propiamente dicho, consiste en grava -- graduada colocada en el recipiente de concreto en capas, de acuerdo a la tabla No. 2.

Vacíos en el material del filtro

grava de 2.54 cm. de diámetro

número de piezas por m³

$$(100/2.54)^3 = 61 \times 10^3$$

Se considera para obtener el volumen por pieza de material, que la grava es de forma esférica y regular.

$$V = \frac{4}{3} \pi a^3$$

a = radio de la esfera

$$V = 4/3 \times 3.1416 \times (1.27)^3 = 8.58 \text{ cm}^3$$

Volumen por m³

$$61 \times 10^3 \times 8.58 = 523 \times 10^3$$

Porcentaje de vacíos

$$\% = \left(1 - \frac{523 \times 10^3}{1 \times 10^6} \right) \times 100 = 47.7$$

Roca de 7.5 cm. de diámetro

Número de piezas por m³

$$(100/7.5)^3 = 2370$$

Volumen por pieza

$$4/3 \times 3.1416 \times (3.75)^3 = 220.89$$

Volumen por m³

$$220.89 \times 2370 = 523 \times 10^3$$

Por ciento de vacíos

$$\% = \left(1 - \frac{523 \times 10^3}{10^5} \right) \times 100 = 47.7$$

Roca de 15 cm. de diámetro

Número de piezas

$$(100/15)^3 = 296$$

Volumen por pieza

$$4/3 \times 3.1416 \times (7.5)^3 = 1767.14$$

Volumen por m³

$$1767.14 \times 296 = 523 \times 10^3$$

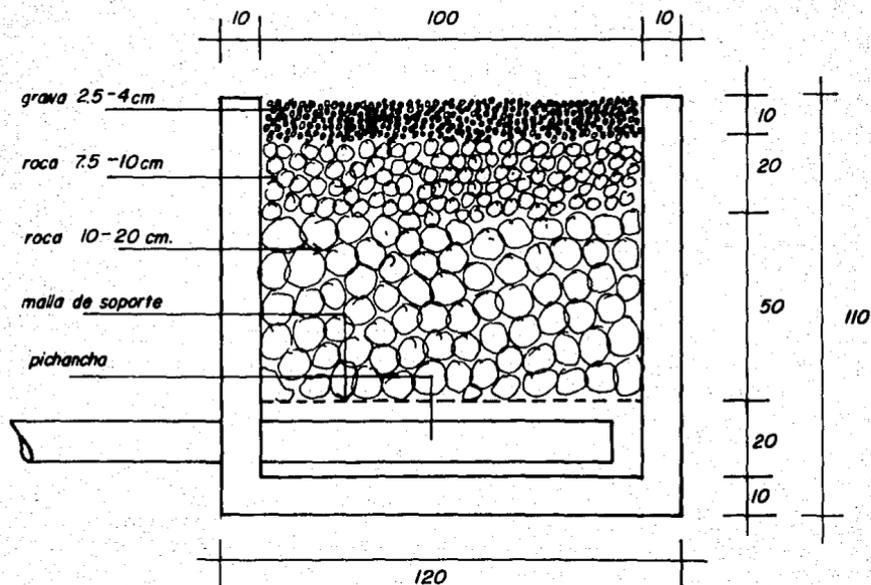
Por ciento de vacíos

$$\% = \left(1 - \frac{523 \times 10^3}{10^5} \right) \times 100 = 47.7$$

El material del filtro primario se encuentra distribuido en el siguiente orden descendente :

TABLA 2

MATERIAL	DIAMETRO (cm.)	ESPESOR DE LA CAPA (cm.)	PORCIENTO DE VACIOS
1° Grava	2.5 - 4.0	10	47.7
2° Roca	7.5 - 10	20	47.7
3° Roca	10 - 20	50	47.7



FILTRO PRIMARIO (croquis)

PICHANCHA

Para la succión se proyecta una pichancha en tubo de plástico de 6 pulgadas (15.24 cm.) de diámetro en forma de cruz de cuatro brazos (fig. #6). Los tubos que forman la cruz serán perforados en sus paredes para el paso del agua.

Area de succión para tubería de 15.24 cm.

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$A = 0.25 \times 3.1416 \times (15.24)^2 = 182.41 \text{ cm}^2$$

Si el diámetro de los orificios es de $\frac{1}{2}$ " (1.27cm) tenemos :

$$A_0 = 0.25 \times 3.1416 \times (1.27)^2 = 1.26 \text{ cm}^2$$

Número mínimo de orificios

$$N_0 = \frac{A}{A_0} = \frac{182.41}{1.26} = 145$$

Considerando las pérdidas por fricción, la posibilidad de obturación y el problema que representaría el cambio o reparación de la pichancha por mal funcionamiento se estima que un coeficiente de seguridad de 2 es apropiado, por lo que el número mínimo de orificios queda :

$$N_0 = 145 (2) = 290 \text{ orificios}$$

Con el objeto de proteger la pichancha y de no permitir que esta cargue el material del filtro, se instalará una malla de alambre de 3/8" para soportar dicho material. El espaciamiento del alambre será de 10 cm. en ambas direcciones.

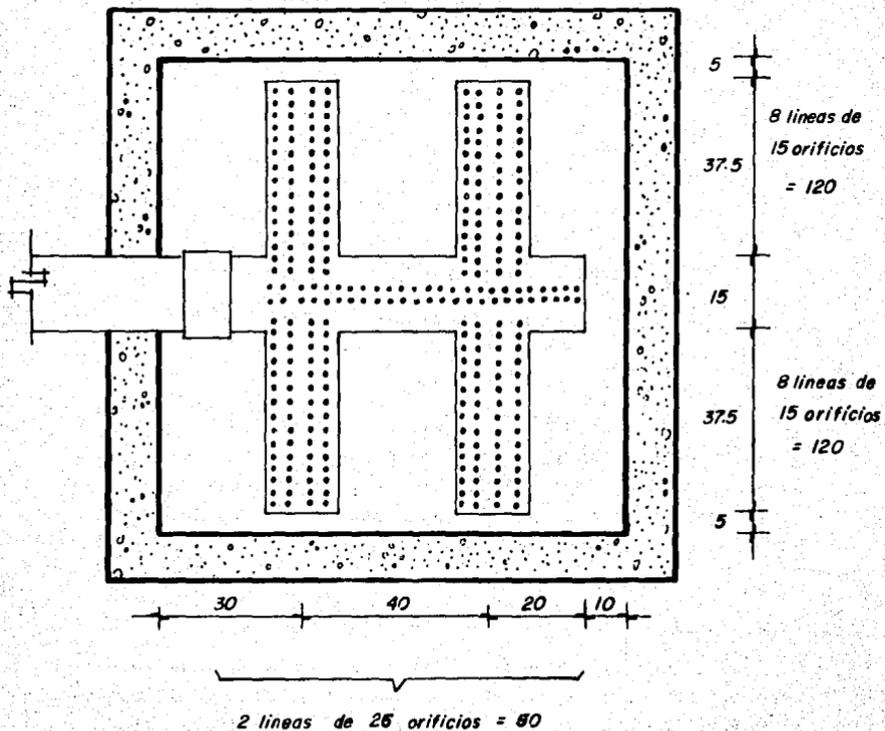
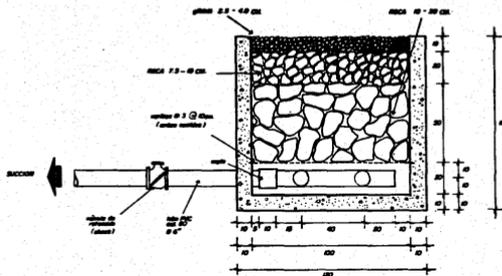
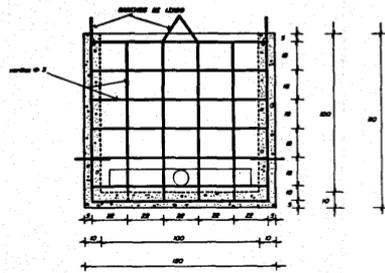


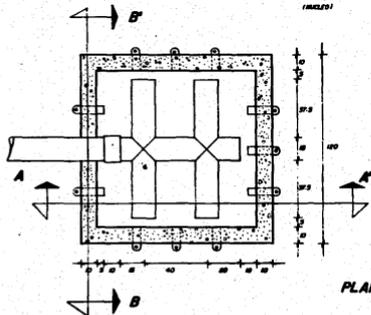
Fig. #6



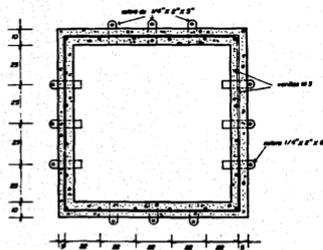
CORTE A - A'
(INCHES)



CORTE B - B'
(INCHES)



PLANTA



ESCALA 1:10

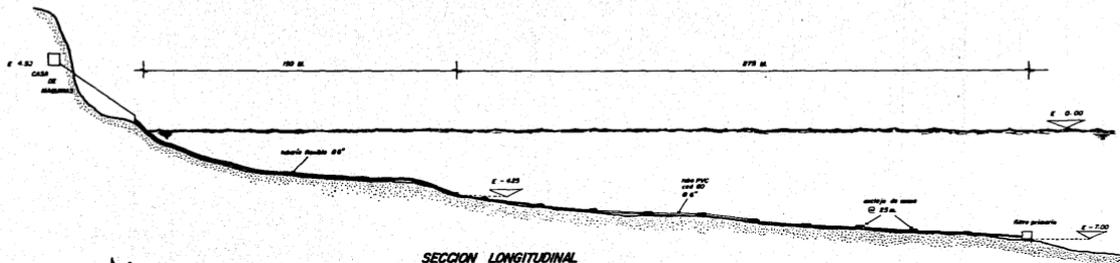
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE GUADALAJARA

FILTRO PRIMARIO

Y PICHANCHA

TRABAJO PROFESIONAL

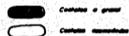
FELIPE DE J. GALDIZ S.



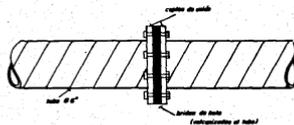
SECCION LONGITUDINAL
 ESCALA: HOR 1:700, VER 1:100



ANCLAJE DE SACOS
 ESCALA 1:50



CORTE A-A'
 ESCALA 1:50



COPLES DE UNION
 (DETALLE)
 ESCALA 1:5

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOYA
TUBERIAS DE SUCCION
 Y
OBRAS DE PROTECCION
 TESIS PROFESIONAL FELPE DE J. RICALDE S.

C A P I T U L O III
CASETA DE BOMBEO

En esta parte del proyecto se especifica el tipo y potencia de las bombas y sus motores, siguiendo el método regular para estimar carga manométrica y valiéndose de los diagramas para la selección de bombas suministrados -- por los fabricantes. Además se diseñan y calculan los elementos de acceso, protección y mantenimiento del equipo de bombeo.

En lo que respecta al acceso de las tuberías de succión, se propone una rampa o ducto de tuberías consistente en una losa maciza y dos traveses de concreto reforzado, este ducto irá desde la cota 1.50 m. (por ser donde se encuentra actualmente el nivel del mar) hasta la casa de máquinas.

Como protección y mantenimiento se proyecta una casa de máquinas con capacidad para cuatro bombas y un sistema de retrolavado para los filtros y tuberías de succión.

Tomando para el cálculo un solo sistema y siguiendo el trazo propuesto en las figuras #7 y #8, tenemos que el gasto por elevar en cada línea de conducción es :

$$Q = 0.021 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$Q = 21 \text{ lts./seg.}$$

Se tiene una carga estática de 17.00 m. Las pérdidas en la tubería de succión y accesorios, las podremos calcular empleando tablas o bien haciendo uso del diagrama 3 de puntos alineados y del diagrama 5 donde tendremos una equivalencia de las pérdidas en metros de tubería.

Entrando con los datos de gasto y diámetro de la tubería de succión en el diagrama 3, obtenemos que la pérdida de carga en metros por kilómetro es igual a 15 m/Km.

TRAYECTORIA Y LONGITUD DE LAS TUBERIAS, PARA EL CALCULO DE LAS PERDIDAS POR FRICCION

TANQUES DE
ALMACENAMIENTO

Comp
12.00

TUBERIAS DE
CONDUCCION

138 Ft.

125°

160 Ft.

125°

80 Ft.

CASA DE
MAQUINAS

Comp
4.20

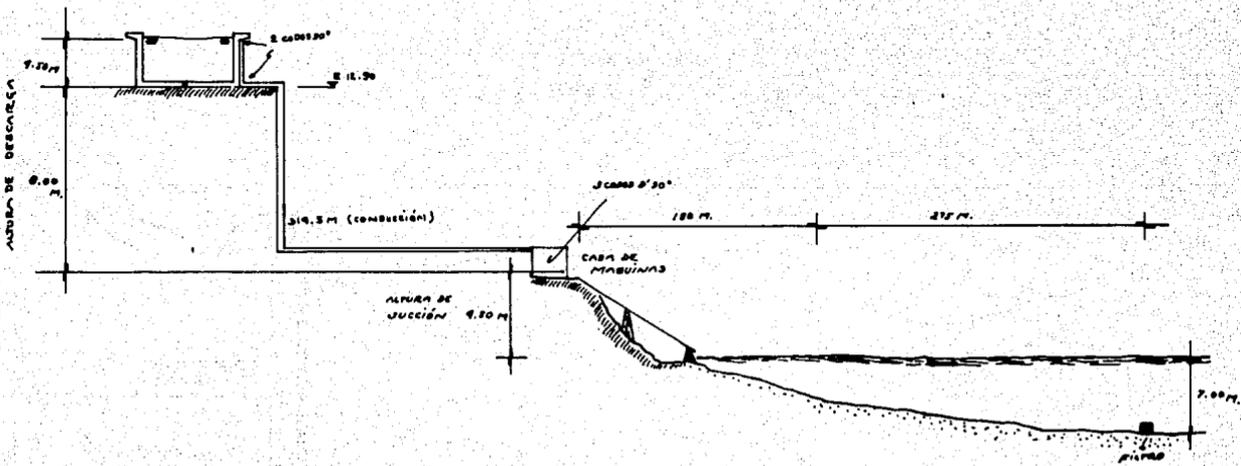
TUBERIAS DE
JUECCION

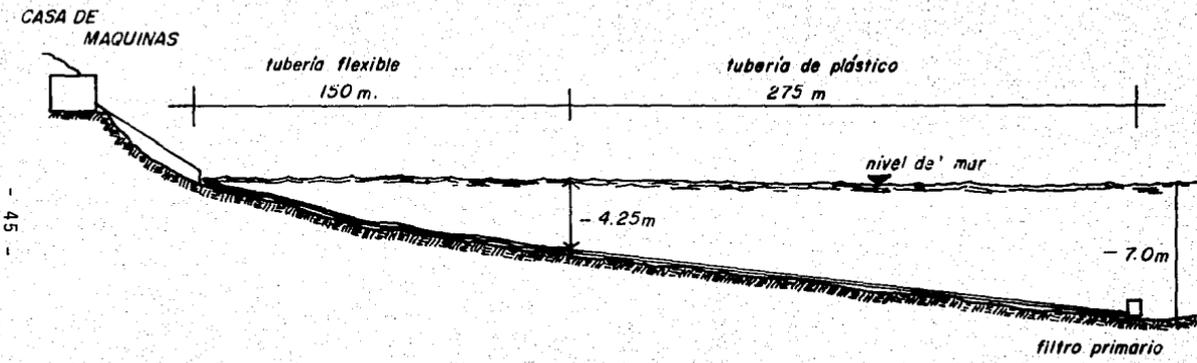


- 43 -

SIN ESCALA

LONGITUD DE LAS TUBERIAS Y ACCESORIOS





TUBERIAS DE SUCCION
(croquis)

TUBERIA DE SUCCION

Diámetro 6"	$\emptyset = 15.2 \text{ cm.}$
Gasto	$Q = 21.0 \text{ lts./seg.}$
Pérdida de carga	$h = 15.0 \text{ m./Km.}$

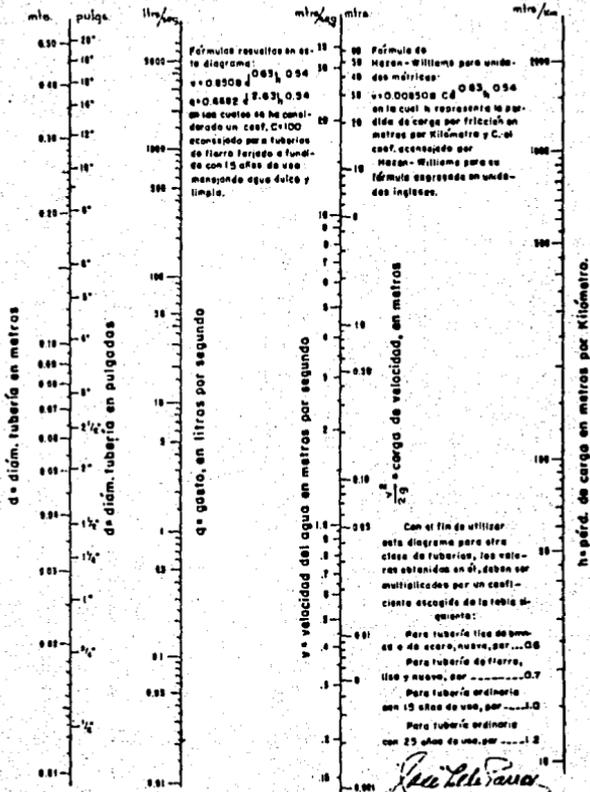
Del diagrama 5 tenemos :

Conducción 425.0 m.	425.0 m.
Pichancha y válvula de pie 1 (12)	12.0 m.
3 codos de 90° 3 (3)	9.0 m.
1 codo de 45° 1 (2.3)	<u>2.3 m.</u>
	448.3 m.

Pérdida total en la tubería de succión

$$h = \frac{448 (15)}{1000} = 6.72 \text{ m.}$$

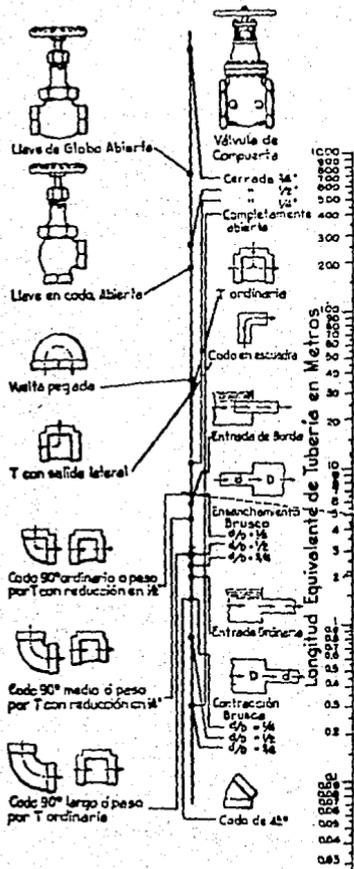
DIAGRAMA 3.



Pérdida de Carga por Fricción en Válvulas y Accesorios

DIAGRAMA 5

421



Ejemplo: La línea punteada muestra que la fricción en un codo ordinario de 6" es equivalente aproximadamente a la de 5 metros de tubo ordinario del mismo diámetro.

Nota: Para ensamblamientos y reducciones bruscos úsese el diámetro menor d, en la escala de los diámetros de los tubos.

Diámetro nominal de tubería ordinaria, en pulgs.

Diámetro efectivo de tubería ordinaria, en pulgs.

Adeitado a unidades métricas de un diagrama de la Crane Co.

John La Roche
 1911 L. de Patentes
 Republica Chil

TUBERIA DE DESCARGA

Diámetro 6"	$\emptyset = 15.2 \text{ cm.}$
Gasto	$Q = 21.0 \text{ lts./seg.}$
Pérdida de carga	$h = 15.0 \text{ m./Km.}$

Del Diagrama 5 tenemos :

Conducción 314.5	314.5 m.
2 válvulas de compuerta 2 (125)	250.0 m.
1 válvula de pie 1 (12)	12.0 m.
5 codos 90° 5 (3)	15.0 m.
2 codos 45° 2 (2.3)	<u>4.6 m.</u>
	596.1 m.

Pérdida total en la tubería de descarga

$$h = \frac{596.1 (15)}{1000} = 8.94 \text{ m.}$$

$$H_m = h \text{ estática} + h \text{ succ} + h \text{ desc} =$$

$$H_m = 17.00 + 6.72 + 8.94$$

$$H_m = 32.66 \text{ m.}$$

DISEÑO DE LA BOMBA

Los muchos usos que pueden darse a todos los tipos de bombas hace fácil dar reglas generales para hacer la selección del tipo requerido. Las características de los tipos principales se sobreponen en tal forma que en algunos casos es posible emplear cualquiera de ellos. De aquí resulta que la cuestión de gasto y eficiencia que afectan el pago de la potencia, o el costo inicial e intereses sobre la inversión, pueden ser los factores que normen el criterio del Ingeniero para elegir la bomba, pero en términos generales y tratándose del bombeo de agua limpia, el diagrama contenido en la figura #9, puede perfectamente dar la indicación del tipo de bomba que conviene para cada caso particular, entrando a él con el gasto de descarga ($Q=21.0$ lts./seg.) y la altura o carga manométrica de bombeo ($H_m=33$ m.) como argumentos. De acuerdo con este diagrama se recomienda el uso de una bomba centrífuga de un solo paso.

La bomba centrífuga puede definirse como un dispositivo proyectado con objeto de elevar agua de un nivel inferior a otro superior, derivando la presión necesaria para ello, de la fuerza centrífuga que es impartida a las partículas del líquido por las espas curvas de un impulsor giratorio. Las bombas centrífugas han tenido su desarrollo práctico, relativamente, de poco tiempo a esta parte. Se conoce desde 1860; pero no fue sino hasta 1918 cuando se construyó la primera bomba centrífuga de aplicación práctica.

Puesto que las bombas centrífugas son máquinas esencialmente de alta velocidad de rotación, su desarrollo no pudo tener lugar sino hasta fines del siglo XIX en que fueron fabricadas las turbinas de vapor y los motores eléctricos de alta velocidad.

DIAGRAMA PARA ESCOGER EL TIPO DE BOMBA CONVENIENTE

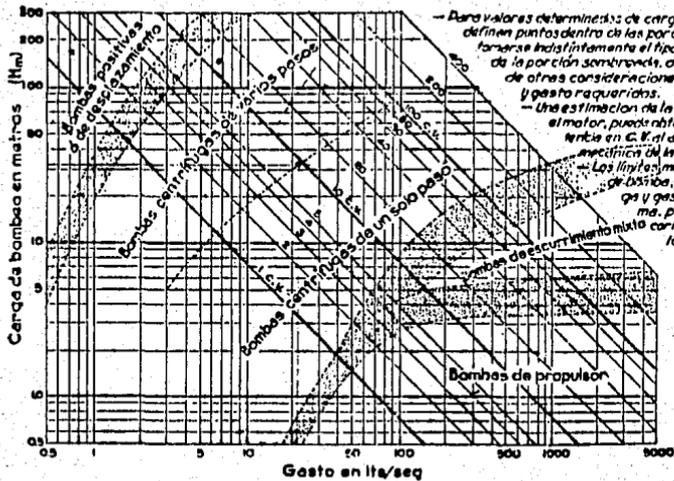


DIAGRAMA PARA ESCOGER TIPO DE BOMBA

FIG # 9

Handwritten notes:
 H₂O a 17°C
 GASTO = 27 lts/seg


 Ingeniero Civil

Existen dos tipos de bombas centrífugas :

- a) De un solo paso, provistas de un solo impulsor.
- b) De paso múltiple provistas de varios impulsores.

La bomba de un solo impulsor consiste en una cubierta exterior, una rueda impulsora y sus aspas, un eje y una chumacera; el agua entra a la bomba por el tubo de succión, pasa a través del impulsor donde adquiere una fuerte velocidad, siendo descargada enseguida a una cubierta o armadura de forma voluta de donde pasa al tubo de descarga.

En los últimos tiempos el empleo de una bomba centrífuga tenía limitado su campo de aplicación, principalmente debido a la poca altura que podía vencerse con ella; pero con el motivo de las grandes ventajas de este tipo de bombas, los proyectistas estuvieron dando gran atención para obtener fuertes cargas de elevación. El primer paso efectivo en este sentido consistió en el empleo de varias bombas de un solo paso trabajando en serie, siendo este el mismo principio que actualmente se emplea en las bombas de pasos múltiples.

El año de 1846, consideraciones de economía en costo condujeron al proyectista americano Johnson, a combinar varias bombas en una sola cubierta o armadura y hace unos cuarenta años aproximadamente el profesor Rateau construyó la primera bomba centrífuga de paso múltiple con la cual quedó demostrado que varios impulsores combinados dentro de una sola armadura resultaban no solo económicos en espacio y en material, sino también mas eficientes.

Las bombas antiguas tenían una altura máxima de elevación de unos 30 m., mientras que con las diseñadas recientemente pueden obtenerse con una unidad alturas de elevación hasta unos 1000 m.

De los diagramas para la selección del tipo de -- bomba por utilizar y entrando con los datos de diseño, obtenemos del diagrama 20 e que el tipo correspondiente de bomba es una Goulds tipo 3405 de 1750 R.P.M. tamaño 4"X6"-12 - con motor de 15 H.P. y 73% de eficiencia.

El diagrama 20 (*) nos indica para esta bomba una altura estática máxima de succión de 4.60 m.; con lo que se comprueba que la altura de la caseta de bombeo esta dentro de las posibilidades de la bomba.

CASA DE MAQUINAS

Aunque las bombas requieren poca atención de conservación, muchas personas las instalan en lugares aislados pequeños y oscuros, resultando de esto que bajo tales condiciones no serán vueltas a ver sino cuando algo se descompone acortándose así considerablemente la vida efectiva de las bombas. Las bombas deben localizarse donde el encargado de ellas pueda facilmente revisar la prensa-estopa y la lubricación y en donde pueda además conservar la máquina en buenas condiciones de trabajo con el menor esfuerzo posible.

La única limitación que tiene la localización de una bomba es por lo que respecta a la altura de succión. Ninguna bomba puede elevar agua por la tubería de succión - teoricamente, a más de 10.30 m. al nivel del mar y trabajando con agua fría; viéndose limitada esta altura por consideraciones prácticas a solo 6.70 m. para las bombas recíprocas y a 4.60 m. para las centrifugas y para las de propulsor; con agua caliente la altura de succión es aún más reducida.

Por lo que respecta a la cimentación casi todas las unidades de bombeo, tienen su propia base; en pocos casos tienen bases separadas, tal como sucede cuando se emplea una transmisión pesada por banda y cuando se usan ----

grandes motores, en cuyo caso la base del motor debe ser -- cuidadosamente instalada y asegurada con pernos y una buena cimentación. En forma semejante a cualquier otra máquina, una cimentación resistente y a nivel dará una mejor operación y sin vibraciones. Para muchas bombas una base de tablón es suficiente; pero para bombas grandes y pesadas es indispensable una cimentación con sus pernos de anclaje.

Las cimentaciones de concreto para máquinas son generalmente pesadas. Se montarán si es posible, en terreno firme, no perturbado; en otro caso, una instalación formada por máquinas o partes de ellas, unidas entre sí, se debe cimentar sobre una losa común suficientemente fuerte y rígida para que el grupo asiente como una unidad en lugar de permitir asentamientos diferenciales o inclinaciones desiguales que ocasionarían daños al equipo.

Otra de las cosas que hay que procurar evitar es la corrosión de los bastidores de las máquinas y de los pernos de anclaje. Una forma de ayudar a evitar esto, es elevar el concreto por encima del piso, de modo que proteja de que el agua de lavar o de desagües moje directamente el metal.

Tomando en cuenta todas estas recomendaciones la casa de máquinas se proyecta conforme a la figura #10. Se construirá a base de muros de block de cemento de 15X20X40; el techo será una losa maciza de concreto reforzado lo mismo que la cimentación y para acceso de las tuberías a la casa de máquinas, se hará una rampa o ducto de tuberías también en concreto reforzado.

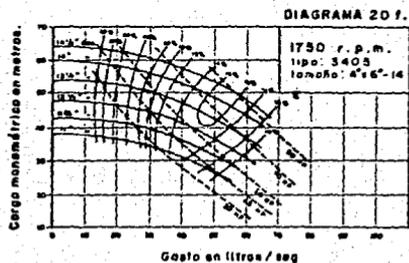
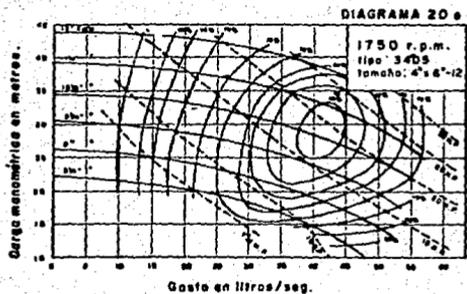
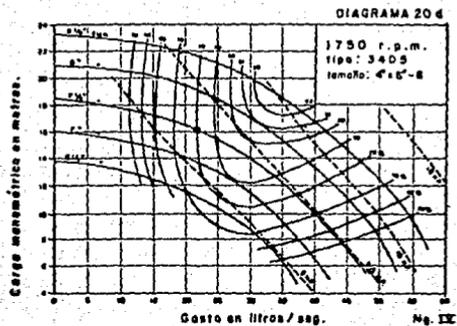
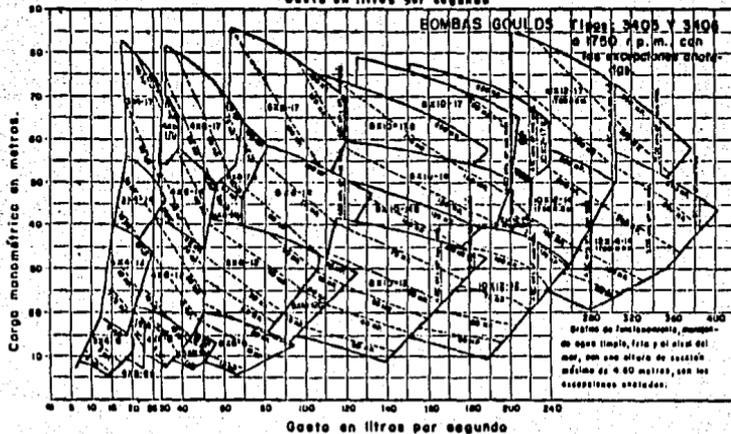
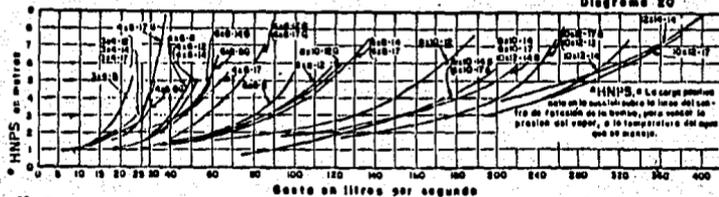


Diagrama 20



CALCULO DE LA CASA DE MAQUINAS

Losa de techo.- Se calcula la losa de la casa de máquinas, como losa armada en un solo sentido, ya que la relación claro largo, claro corto fue mayor de 1.5

$$\frac{l}{s} = \frac{7.0}{3.3} = 2.12 > 1.5$$

Constantes de cálculo

$$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$C.V. = 150 \text{ Kg/m}^2$$

$$l = 3.30 \text{ m. (claro libre)}$$

$$\text{muro} = 0.20 \text{ m. (apoyos)}$$

$$r = 0.02 \text{ m.}$$

Del reglamento de las construcciones de concreto reforzado ACI-318-77. Tenemos que el peralte mínimo para losas macizas armadas en una dirección es :

$$d = \frac{l}{25}$$

$$d = \frac{330}{25} = 13.2 \text{ cm.}$$

Si utilizamos \emptyset #3 y un recubrimiento de 2 cm.

$$h = 13.2 + 2 + \frac{0.95}{2} = 15.67 = 16 \text{ cm.}$$

Peso propio de la losa

$$W_{pp} = 0.16 (2400) l = 384 \text{ Kg/ml}$$

Peso total

$$W_T = 1.4 (384) + 1.7 (150) (l) = 792.6 \text{ Kg/ml}$$

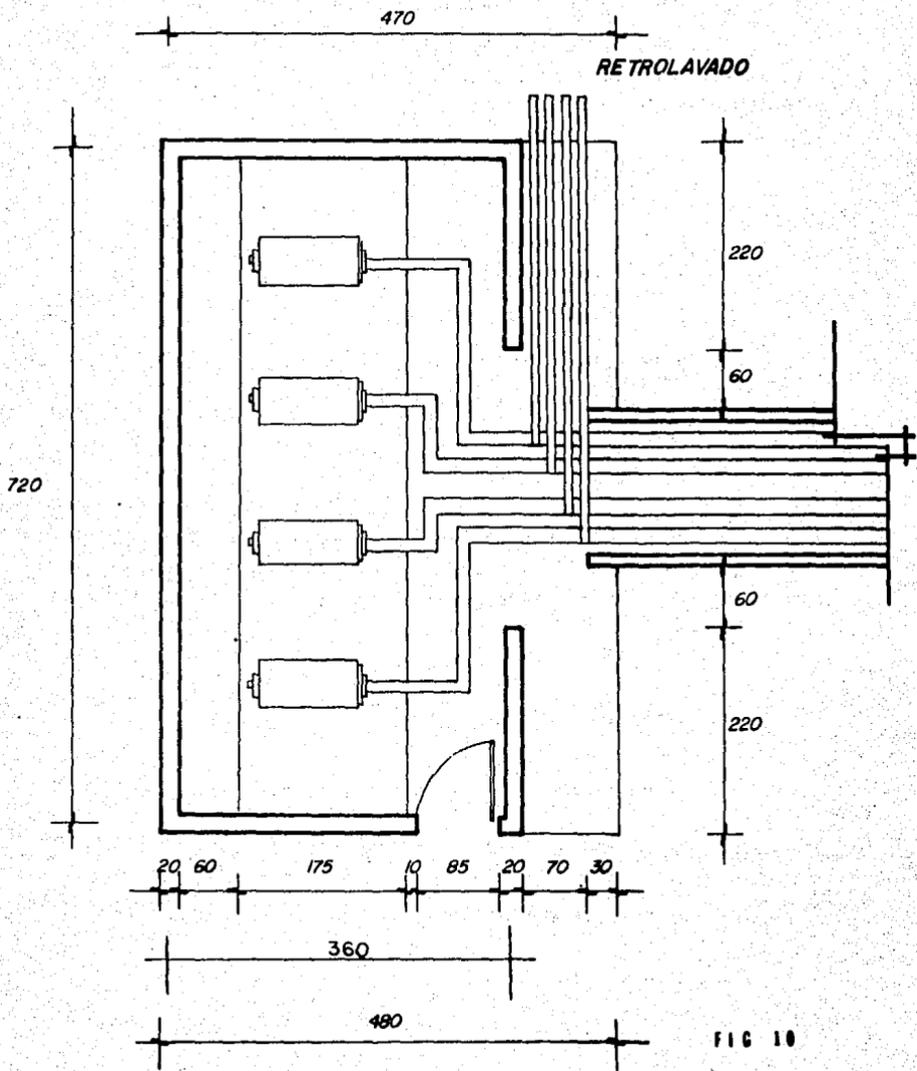


FIG 10

Ya que la separación máxima para el acero por temperatura es 5 veces el peralte de la losa pero no mayor de 45 cm., por lo que tomaremos una separación de 30 cm.

Revisaremos ahora el esfuerzo cortante máximo en la losa.

$$v_c = 0.53 \sqrt{210} \quad (\text{cortante crítico})$$

$$v_c = 7.68 \text{ Kg/cm}^2$$

Tenemos que el cortante actuante es :

$$W_t = (1) 0.09 (2400) 1.4 + 1.7 (150) (1) =$$

$$W_t = 557.4 \text{ Kg/m.}$$

$$V_a = \frac{557.4 (3.30)}{2} = 919.71 \text{ Kg.}$$

$$v_a = \frac{V_a}{\phi b d}$$

$$v_a = \frac{919.71}{0.85 (100) (5.76)} = 1.88 \quad 7.68 \text{ Kg/cm}^2$$

La misma losa soporta el esfuerzo cortante.

CALCULO DE LA LOSA DEL DUCTO DE TUBERIAS.

Constantes de cálculo

$$f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$C.V. = 150 \text{ Kg/m}^2$$

Peso de las tuberías llenas.

$$W_m = 4 \left[\frac{(0.1524)^2 (1020)}{4} \right] = 75.0 \text{ Kg/m}^1.$$

Peso propio de la losa, si $h = 12 \text{ cm.}$

$$W_{pp} = 0.12 (2400) (1) = 288 \text{ Kg/m}^1.$$

Momento flexionante máximo

$$M = \frac{w l^2}{8}$$

$$M = \frac{792.6 (3.30)^2}{8} = 1078.9 \text{ Kg-m.}$$

$$M = 107\,892.68 \text{ Kg-cm.}$$

Entrando a las ayudas de diseño con $f'c = 210$,
 $f_y = 4200$ y tomando un porcentaje de acero medio
tenemos :

$$\rho = 0.00860 \quad R = 32.47947$$

$$M = R b d^2$$

$$d = \sqrt{\frac{M}{R b}}$$

$$d = \sqrt{\frac{107\,892.68}{32.5 (100)}} = 5.76 \text{ cm.}$$

Se tomará por especificaciones un peralte $h = 9$ cm.
por lo que el área de acero será :

$$A_s = 0.00860 (100) (5.76) = 4.95 \text{ cm}^2$$

Si utilizamos $\emptyset \#3$ $a_s = 0.71 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{b a_s}{A_s} = 100 \frac{(0.71)}{4.95} = 14.34 \text{ cm.}$$

$\emptyset \#3 @ 14 \text{ cm. c.a.c.}$

El acero por temperatura se coloca por encima del
acero principal en el sentido largo

$$A_{st} = 0.0018 (100) (9) = 1.62 \text{ cm}^2$$

Utilizando el mismo diametro la separación queda :

$$S = 100 \frac{(0.71)}{1.62} = 43.87 \text{ cm.}$$

TRABES DE ACCESO

Constantes de cálculo

$$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$C.V. = 150 \text{ Kg/m}^2$$

$$\phi = 0.00975$$

$$R = 36.25281$$

$$b = 15 \text{ cm.}$$

$$r = 4 \text{ cm.}$$

Se tiene una separación entre las trabes de 1.55 m. centro a centro y claros de 7.75 m., el análisis se hace como viga continua de dos claros iguales por el método de coeficientes del ACI-77 (8.3.3). Suponiendo un peralte de las trabes de 45 cm., tenemos que el peso propio es :

$$W_{pp} = (0.15) (0.45) (2400) = 162 \text{ Kg/m}.$$

Ya que cada trabe cargará la mitad de la losa, la carga muerta será :

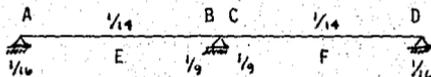
$$W_m = (0.5) (760.4) = 380.2 \text{ Kg/m}.$$

Carga total por metro de trabe

$$W_t = 380.20 + 1.4 (162) + 1.7 (150) (0.775) =$$

$$W_t = 804.62 \text{ Kg/m}.$$

Los coeficientes de momentos flexionantes según ACI son igual a : CW_1^2



Peso total

$$W_T = 1.4 (288 + 75) + 1.7 (150) = 760.4 \text{ Kg/ml.}$$

Momento flexionante máximo

$$M = \frac{760.4 (1.55)^2}{8} = 228.35 \text{ Kg-m.}$$

$$M = 22835.0 \text{ Kg-m.}$$

$$\text{Con porcentaje de acero de } = 0.0086 R = 32.479$$

$$M = Rbd^2$$

$$d = \sqrt{\frac{22835.0}{32.5(100)}} = 2.65 \text{ cm.}$$

Ya que el peralte necesario calculado es muy pequeño, daremos un espesor total de losa de 10 cm.; si la varilla usada es del #3 y por estar la rampa en el área de la playa, damos como protección al acero un recubrimiento de 3 cm. queda entonces :

$$d = 10 - \frac{0.95}{2} - 3 = 6.52 \text{ cm.}$$

El acero de refuerzo principal será

$$A_s = 0.0086 (100) (6.52) = 5.61 \text{ cm}^2$$

$$\text{Separación} = \frac{0.71 (100)}{5.61} = 12.65 \text{ cm.}$$

Ø #3 @ 12 cm. c.a.c. (sentido corto)

Acero mínimo por temperatura y fraguado

$$A_{st} = 0.0018 (100) (10) = 1.8 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{0.71 (100)}{1.8} = 39.44 \text{ cm.}$$

Ø #3 @ 30 cm. c.a.c. (sentido largo)

$$C = \frac{1}{16} \text{ EN A, D}$$

$$C = \frac{1}{14} \text{ EN E, F}$$

$$C = \frac{1}{9} \text{ EN B, C}$$

$$M_A = M_D = \frac{1}{16} (804.62) (6.75)^2 = 2291.0 \text{ Kg-m}$$

$$M_E = M_F = \frac{1}{14} (36660.50) = 2618.0 \text{ Kg-m}$$

$$M_B = M_C = \frac{1}{9} (36660.50) = 4073.0 \text{ Kg-m}$$

Se diseña el peralte de la trabe con el momento máximo y para cada momento se proporciona el área de acero necesaria.

Peralte efectivo

$$d = \sqrt{\frac{407300}{15(36.25281)}} = 27.36 \text{ cm. } \therefore h = 30 \text{ cm.}$$

Con ese nuevo peralte tenemos que la carga total es :

$$W_T = 730 \text{ Kg/ml}$$

$$M_A = M_D = 2079 \text{ kg-m}$$

$$M_E = M_F = 2376 \text{ Kg-m}$$

$$M_B = M_C = 3696 \text{ Kg-m}$$

$$d = \sqrt{\frac{369600}{15(36.25281)}} = 26.07 \text{ cm.}$$

queda entonces $h = 30 \text{ cm.}$

$$d = 30 - 3 - \frac{1.59}{2} = 26.2 \text{ cm.}$$

De ayudas de diseño tenemos que para el porcentaje de acero proporcionado $Z/D = 0.88529$

$$Z = 0.88529 (26.2) = 23.19 \text{ cm. (brazo de palanca)}$$

$$A_{sAD} = \frac{207900}{4200 (23.19)} = 2.13 \text{ cm}^2$$

$$A_{sAD} = 2 \text{ varillas } \#4$$

$$A_{sEF} = \frac{237600}{(97398)} = 2.44 \text{ cm}^2$$

$$A_{sEF} = 2 \text{ varillas } \#4$$

$$A_{sBC} = \frac{369600}{(97398)} = 3.79 \text{ cm}^2$$

$$A_{sBC} = 3 \text{ varillas } \#4$$

Acero por temperatura

$$A_{st} = 0.0018 (15) (30) = 0.81 \text{ cm}^2$$

Revisión del cortante crítico medido a una distancia "d" del apoyo; encontramos primeramente el cortante y el esfuerzo cortante en el apoyo.

$$\dot{V} = 1.15 \frac{w l}{2}$$

$$V = 1.15 \frac{(730)(6.75)}{2} = 2834.0 \text{ Kg.}$$

$$v = \frac{2834}{(15)(26.07)} = 7.24 \text{ Kg/cm}^2$$

Cortante crítico a una distancia "d"

$$V_c = 2834 - (730)(0.26) = 2644.2 \text{ Kg.}$$

$$v_c = \frac{2644.2}{15(26)} = 6.78 \text{ Kg/cm}^2 < 38.11 \text{ Kg/cm}^2$$

Si utilizamos únicamente estribos por armado con una separación máxima de :

$$S = \frac{a_s F_y}{3.5 b} \quad (\text{ACI-77})$$

Si utilizamos varilla #2.5

$$S = \frac{2(0.49)(4200)}{3.5(15)}$$

$$S = 78.4 \text{ cm.}$$

Como la separación de los estribos por armado es muy grande, los primeros cinco estribos irán colocados a cada 15 cm., el resto se colocará a cada 45 cm.

SISTEMA DE RETROLAVADO

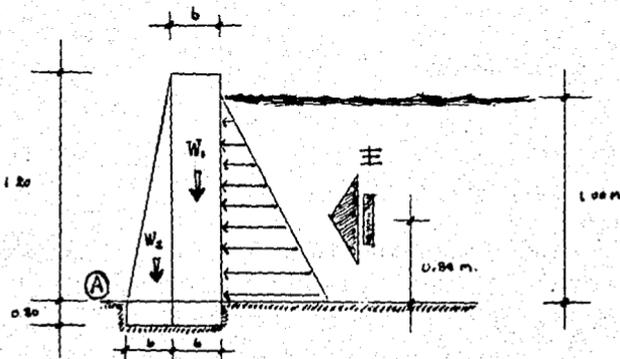
Como se explicó en el principio del capítulo, entre las obras de protección y mantenimiento se proyecta un sistema de retrolavado de las tuberías de succión y los filtros primarios.

Este sistema estará formado por un pequeño tanque de almacenamiento de agua dulce y una bomba que descargue el agua por las tuberías de succión; la descarga será desde la casa de máquinas hasta los filtros primarios.

Con esto podremos limpiar las tuberías y los filtros con una mayor facilidad, además, al tratarse de agua dulce la que se bombea por las tuberías, la salinidad cambia, con lo cual la posible formación de larvas desaparece ya que el cambio brusco de esta salinidad, las elimina.

El tanque de almacenamiento se proyecta de forma cuadrada de 4.50 m. por lado y con una altura de 1.20 m. (capacidad de 20 m³), será de mampostería de piedra y con cubierta de madera.

CALCULO DE LAS DIMENSIONES DE LAS PAREDES DEL TANQUE



Considerando un metro de pared

$$W_1 = 1.40b (1800 \text{ Kg/m}^3) (1\text{m.}) = 2520b \text{ Kg/m.}$$

$$W_2 = \frac{1.40b}{2} (1800 \text{ Kg/m}^3) (1\text{m.}) = 1260b \text{ Kg/m.}$$

$$E = \frac{1}{2} (1000 \text{ Kg/m}^3) (1\text{m}) (1\text{m}) = 500 \text{ Kg}$$

$$\sum M_a = 0$$

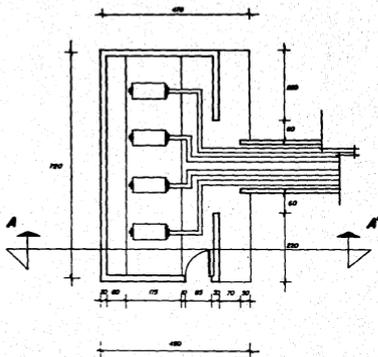
$$= 2520b (3/2 b) + 1260b (2/3 b) - 170 = 0$$

$$= 3780b^2 + 840b^2 - 170 = 0$$

$$b = \frac{170}{4620} = 0.19 \text{ m} = 20 \text{ cm.}$$

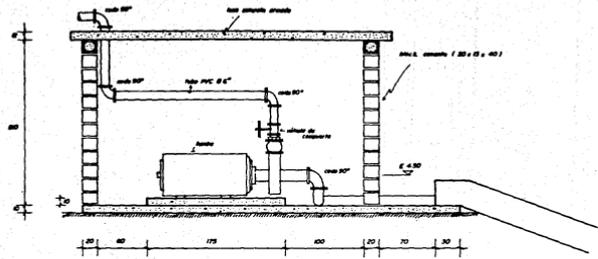
Por seguridad tomaremos $b = 30 \text{ cm.}$

Para el bombeo se instalará una bomba de 5 H.P., cada tubería de succión tendrá su tubo conectado hasta la bomba, se colocarán también válvulas de compuerta en cada una de ellas. Estas tuberías serán de 3" de diámetro; la capacidad del tanque es para lavar dos tuberías de succión a la vez.



CASA DE MAQUINAS

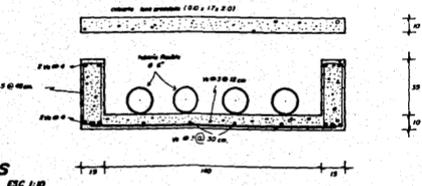
ESCALA 1:50



CORTE A-A' ESCALA 1:20

NOTA:
referencia en cm.

DUCTO DE TUBERIAS



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

SISTEMA DE BOMBEO

TESIS PROFESIONAL **PELPE DE J. MIGUEL S.**

C A P I T U L O I V
L I N E A D E C O N D U C C I O N

LINEA DE CONDUCCION

Toca en esta parte del proyecto, transportar el agua de mar captada directamente en el océano, por los sistemas de alimentación y de bombeo, a los tanques de almacenamiento; para ello se hace necesario la colocación de un sistema de tuberías capaces de conducir dicha agua con facilidad y exenta de alguna contaminación.

Debido a que el sistema consta de cuatro unidades de alimentación, las tuberías de conducción también serán cuatro y seguirán la trayectoria propuesta anteriormente.

Se utilizará tubería PVC de 4" (10.16 cm.) de diámetro cédula 80; la longitud total de conducción desde la caseta de bombeo hasta el tanque será 314.5 m.; cada tanque de almacenamiento estará alimentado por dos líneas de conducción, las que llegarán al tanque por diferentes puntos y colocadas de tal manera que el agua al entrar pueda mantenerse en movimiento durante el tiempo de bombeo.

Para darle protección a las líneas, se alojarán en una zanja que tendrá 1.20 m. de ancho por 1.00 m. de profundidad. Para que las tuberías puedan tener un apoyo más uniforme por su parte inferior deberán apoyarse sobre un lecho preparado de arena de 7cm. de espesor; no debe descansar sobre guijarros, trozos de roca o cualquier otro objeto duro que pueda dañar la tubería.

Al estarse haciendo la colocación de los tubos - se tendrá cuidado en que estén limpios interiormente; al - interrumpir el trabajo deben taparse los extremos abiertos de los tubos, para impedir que penetren en ellos piedras u otros objetos y también para evitar la posible entrada de animales.

Todos los tubos, piezas especiales, llaves, válvulas y otros accesorios, han de inspeccionarse detenidamente, con el objeto de buscar grietas iniciales u otros - defectos precisamente antes de su colocación.

Con el fin de poder dar un buen mantenimiento a las tuberías de conducción sobre todo si hay que limpiarlas, se construirán a lo largo de la trayectoria registros que permitan el fácil acceso a las tuberías; se colocarán a cada 30 m. y tendrán una dimensión de 1.20X1.50X1.00 m.; estarán hechos a base de block de cemento de 15X20X40 cm., con una plantilla de cimentación de concreto de un espesor de 10 cm., resistencia $f'c = 150 \text{ Kg/cm}^2$ y como tapa una losa de concreto armado de la misma resistencia, con varilla $5/16"$ a cada 15 cm. en ambos sentidos; (al momento de hacer se estas tapas se les dejará unos pequeños ganchos de la misma varilla para poder levantar la tapa).

Las conexiones de la tubería se lograrán a base de bridas con tornillos de acero inoxidable.

Dentro de los registros la conexión se logrará -

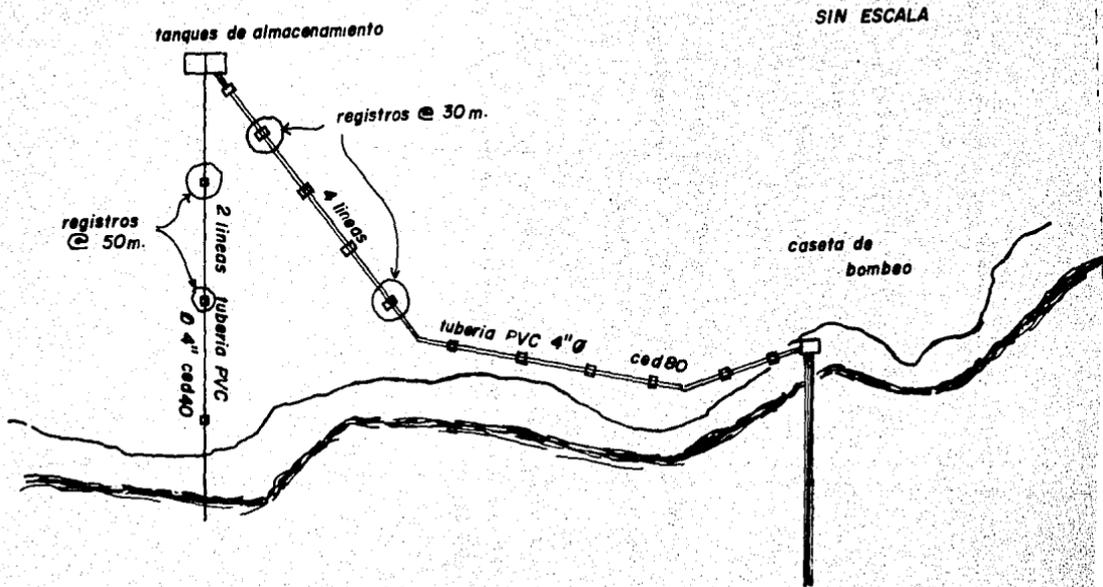
con un niple, el que también estará unido con bridas y tor
nillos.

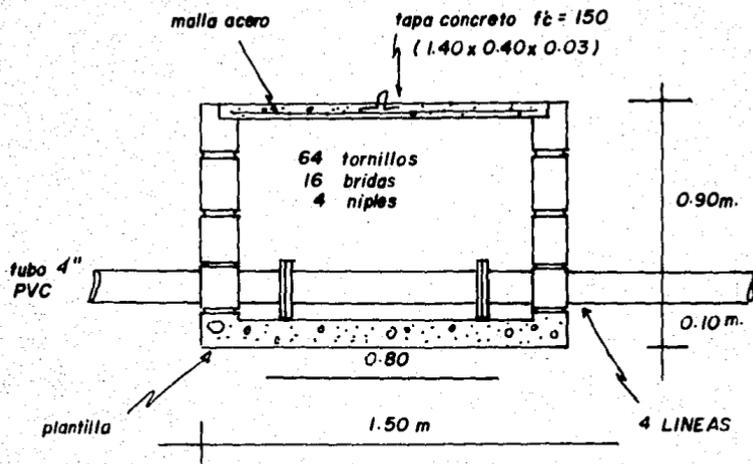
La tubería de descarga se hará del tanque direc
tamente al mar, deberá tener la pendiente suficiente para
que el agua sea desalojada por gravedad. Será tubería de
PVC de 4" de diámetro cédula 40.

Esta tubería también se alojará en una zanja, pe
ro de 0.80 m. de ancho por 1 m. de profundidad, con las re
comendaciones antes mencionadas.

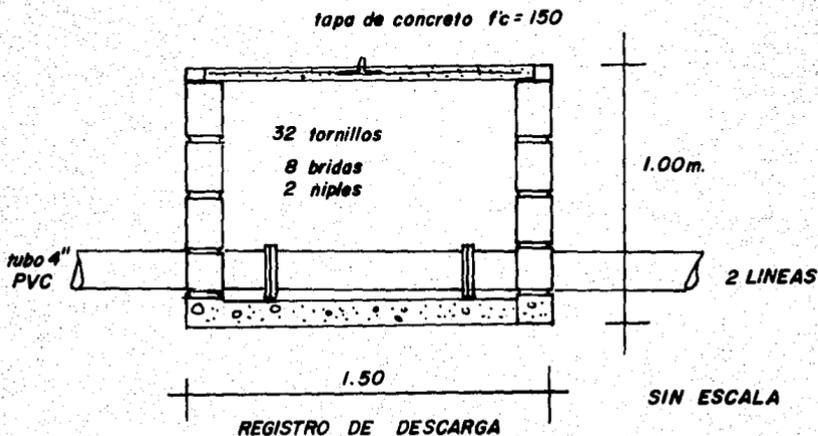
Se colocarán tres registros en esta tubería de -
las mismas características que los de las tuberías de con
ducción, para poder darles un buen mantenimiento. (Ver --
croquis).

LINEAS DE CONDUCCION Y DESCARGA





REGISTRO DE CONDUCCION



C A P I T U L O V
TANQUES DE ALMACENAMIENTO

En previsión de fallas de corta duración en los equipos y pensando en el sistema completo de los seis módulos, se consideran dos tanques de almacenamiento, que pueden ser construídos en dos etapas de acuerdo con el desarrollo de la unidad de laboratorios.

En primer término, se hace un análisis para determinar la capacidad del tanque y habiendo múltiples alternativas, se escogen las siguientes para su estudio :

a) Tanque parabólico

b) Tanque cilíndrico con el fondo cónico

El primero sigue la forma de un paraboloides de revolución, con el objeto de facilitar la generación del vórtice que en forma natural se presenta al descargar el tanque en el vértice del paraboloides.

La losa parabólica descansa en ocho estructuras triangulares, formadas por una trabe inclinada, una contra trabe horizontal y una columna.

Toda la estructura se diseña en concreto reforzado. Las estructuras triangulares de soporte, se calculan como marcos rígidos, por el método de Hardy Cross.

El tanque cilíndrico se calcula siguiendo la teoría de placas delgadas. También se especifica concreto reforzado, ambas alternativas responden a la intención de generar un vórtice que por sí mismo limpie las paredes, evitando la fijación de larvas. Existe conciencia de que este fenómeno no puede evitarse en forma completa, pero los diseños propuestos permiten mayores intervalos de tiempo en las operaciones de mantenimiento.

Por otra parte, los tanques deben ser cubiertos para evitar el paso de la luz y moderar hasta donde sea posible el efecto de la fotosíntesis, también en ambos casos se proyectan obras de retorno al mar, para mantener el ---

agua circulando constantemente.

Para establecer la capacidad de los tanques; se hace un estudio, suponiendo las curvas demanda vs tiempo y suministro vs tiempo, las áreas entre curvas definen los faltantes los que se multiplican por un coeficiente de seguridad para obtener la capacidad del tanque.

CAPACIDAD DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Con el fin de determinar la capacidad del tanque de almacenamiento, se estableció el diagrama "Consumo y Suministro vs Tiempo" (fig. #11).

La curva de consumo, es hipotética, está basada en las demandas de los laboratorios actualmente en operación. De aquí se obtuvieron las horas de máxima, media y mínima demanda.

La curva de suministro es real considerando dos bombas, operando los tiempos indicados en el diagrama.

Por lo antes expuesto, es claro que será necesario instalar un sistema de transmisión que regule la operación de las bombas en función del nivel en el tanque de almacenamiento.

Como se ve, el volumen teórico mínimo a almacenar es de 112.5 m^3 . Se considera un coeficiente de seguridad de 2.5, por lo que tenemos :

$$112.5 \times 2.5 = 281.25 \text{ m}^3$$

Se diseña un tanque de almacenamiento de 300 m^3

a) Tanque parabólico

Volumen de diseño

$$V = 300 \text{ m}^3$$

Se propone $R = 6.50 \text{ m}$. (radio)

$$V = 0.5 \pi R^2 h \quad \text{de donde}$$

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

$$h = \frac{2V}{\pi R^2} = \frac{2 \times 300}{(6.5)^2} = 4.52 \text{ m.}$$

Se especifica un paraboloide de revoluci3n
con :

$$R = 6.5 \text{ m.} \quad h = 4.50 \text{ m.} \quad V = 298.65 \text{ m}^3$$

Ecuaci3n de la par3bola

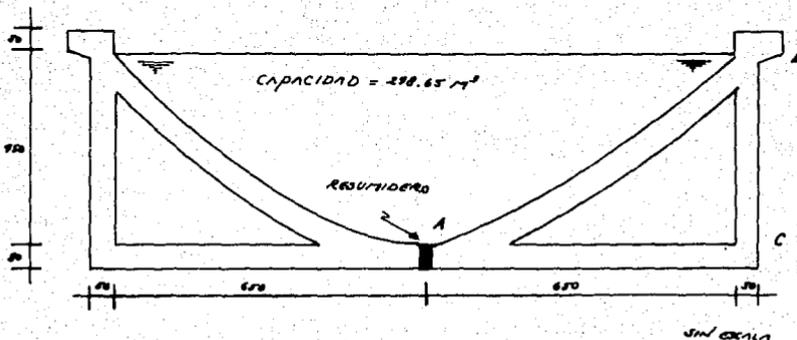
$$X^2 = 2py \quad \text{para } X = 6.5, Y = 4.5$$

$$P = \frac{X^2}{2y} = \frac{(6.5)^2}{2(4.5)} = 4.694 = 4.7$$

$$X^2 = 9.4 Y$$

Tabulando para valores de Y tenemos :

Y	X
0.5	2.17
1.0	3.07
1.5	3.75
2.0	4.34
2.5	4.85
3.0	5.31
3.5	5.74
4.0	6.13
4.5	6.50



TANQUE PARABOLICO
 corte

FIG No. 12

Sección del resumidero

$$Q = 75 \text{ m}^3/\text{hora} = 0.0208 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$V = C_v \sqrt{2gh} = 0.85 \sqrt{2 \times 9.81 \times 4.5} = 8.00 \text{ m/seg.}$$

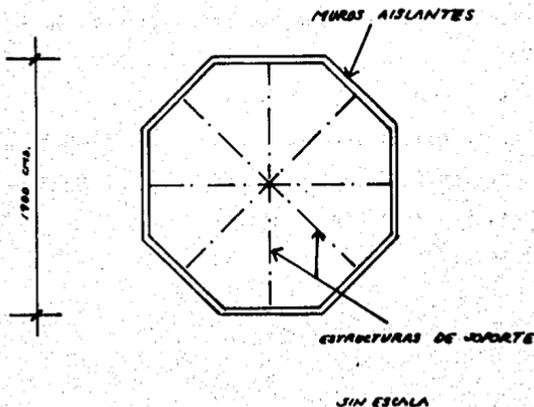
Sección

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{0.0208}{8} = 0.0026 \text{ m}^2$$

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$d = \sqrt{\frac{A(4)}{\pi}} = \sqrt{\frac{0.0026 \times 4}{3.1416}} = 0.0575 \text{ m.}$$

Se propone diámetro de 2.5" = 0.063 m., controlado con una válvula de compuerta.



ANÁLISIS DE CARGAS

Estimación de la carga sobre el marco ABC
(fig. #13)

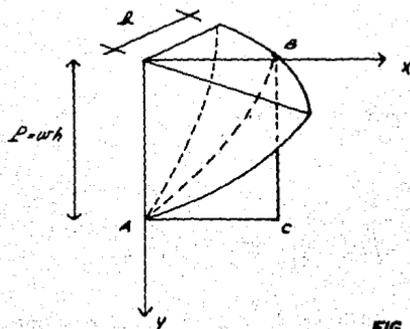


FIG No. 13

La figura #13, muestra la cuña de la carga hidrostática sobre la trabe AB, en donde P es la presión.

$$P = \gamma h$$

γ = peso específico del fluido (1.02 ton/m³)

h = profundidad (4.5 m.)

Entonces, la carga hidrostática vale :

$$W_1 = \frac{\pi}{8} R^2 P$$

$$W_1 = \frac{\pi}{8} (6.5)^2 (4.5) (1020) =$$

$$W_1 = 38077 \text{ Kg.}$$

Con el fin de simplificar el cálculo se considera esta carga como concentrada, haciéndola pasar por el centro de gravedad de la cuña.

Ordenada del centro de gravedad

$$X_1 = 3/8 R = 3/8 (6.50) = 2.44 \text{ m.}$$

Peso propio de la losa

Longitud del arco de círculo

$$S = \frac{\pi R}{8}$$

$$S = \frac{\pi(6.50)}{8} = 2.55 \text{ m.}$$

Longitud del arco de parábola

$$S_2 = \sum \sqrt{(X - X_{n-1})^2 + (Y - Y_{n-1})^2}$$

(véase tabla para valores de X, Y)

$$S_2 = 8.20 \text{ m.}$$

Area de la losa

$$0.5 \times 2.55 \times 8.20 = 10.45 \text{ m}^2$$

Peso de la losa suponiendo un espesor de 10 cm.

$$W_1 = 0.10 (10.45) (2400) = 2508 \text{ Kg.}$$

Peso propio de la trabe, si se supone d = 70 cm.
y b = 40 cm.

$$W_t = (0.70) (0.40) (8.2) (2400) = 5510 \text{ Kg.}$$

$$W_1 = 38077 \text{ Kg. (Carga hidrostática)}$$

$$W_2 = 2508 \text{ Kg. (Losa)}$$

$$W_3 = 5510 \text{ Kg. (Trabe)}$$

Factorizando las cargas tenemos :

$$W_1 = 1.4 (38077) = 53308 \text{ Kg.}$$

$$W_2 = 1.4 (2508) = 3511 \text{ Kg.}$$

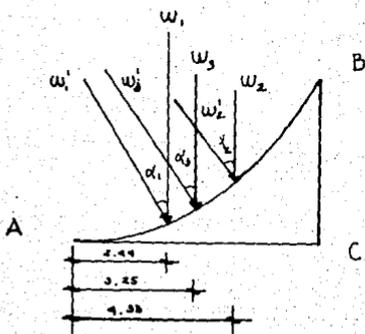
$$W_3 = 1.4 (5510) = 7714 \text{ Kg.}$$

Puntos de aplicación de las cargas sobre el marco

$$X_1 = 2.44 \text{ m.}$$

$$X_2 = 6.5 \times 2/3 = 4.33 \text{ m.}$$

$$X_3 = 6.5/2 = 3.25 \text{ m.}$$



Fuerzas normales a la trabe

$$W_1^1 = W_1 \cos \alpha_1$$

$$W_2^1 = W_2 \cos \alpha_2$$

$$W_3^1 = W_3 \cos \alpha_3$$

$$x^2 = 9.4y ; dy/dx = x/4.7 = \tan \alpha$$

$$\tan \alpha_1 = 2.44/4.7 \quad \alpha_1 = 27^\circ 26'$$

$$\tan \alpha_2 = 4.33/4.7 \quad \alpha_2 = 42^\circ 39'$$

$$\tan \alpha_3 = 3.25/4.7 \quad \alpha_3 = 34^\circ 39'$$

$$W_1^1 = 53308 (0.8875) = 47310 \text{ Kg.}$$

$$W_2^1 = 3511 (0.7355) = 2582 \text{ Kg.}$$

$$W_3^1 = 7714 (0.8225) = 6345 \text{ Kg.}$$

Para las fuerzas axiales se toman las mismas --- fuerzas multiplicadas por el seno del ángulo correspondiente

$$W_1'' = 53308 (0.4607) = 24559 \text{ Kg.}$$

$$W_2'' = 3511 (0.6775) = 2379 \text{ Kg.}$$

$$W_3'' = 7714 (0.5687) = \frac{4388}{\text{Kg.}}$$

$$W'' = 31326 \text{ Kg.}$$

La pieza está sujeta a esfuerzos de flexión y -- compresión; el análisis del marco tipo ABC se ha rá por el método de Hardy Cross.

Para calcular los momentos de empotramiento, es necesario localizar las fuerzas a lo largo de la trabe.

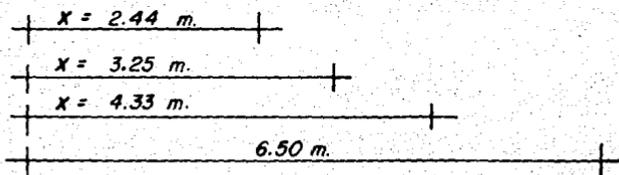
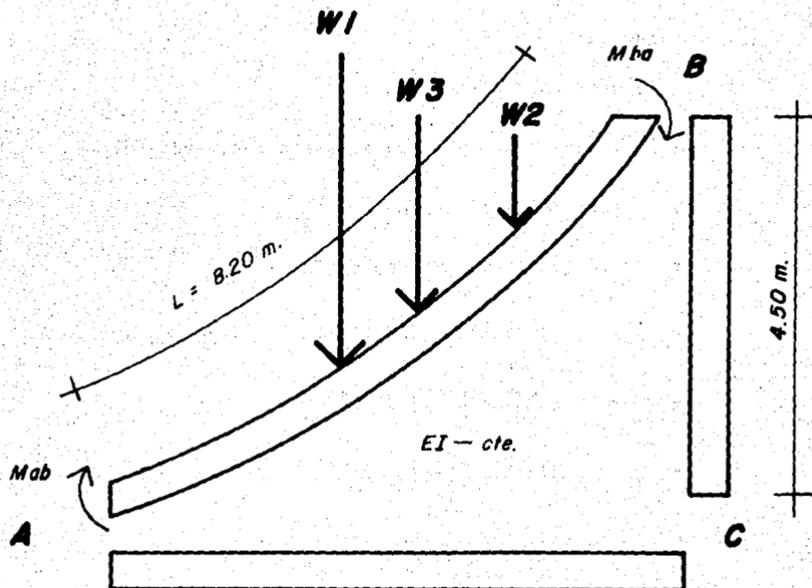
X	Y
2.44	0.63
3.25	1.12
4.33	1.99

$$X_1^1 = \sqrt{(2.44)^2 + (0.63)^2} = 2.52 \text{ m.}$$

$$X_2^1 = 2.52 + \sqrt{(0.81)^2 + (0.49)^2} = 3.46 \text{ m.}$$

$$X_3^1 = 3.46 + \sqrt{(1.08)^2 + (0.87)^2} = 4.84 \text{ m.}$$

DIAGRAMA DEL MARCO TIPO ABC



$$W_1 = 53308 \text{ kg.}$$

$$W_2 = 3511 \text{ kg}$$

$$W_3 = 7714 \text{ kg}$$

Fórmulas Generales

Apoyo izquierdo

Apoyo derecho

$$M_I = - \frac{WX(L-X)^2}{L^2}$$

$$M_D = \frac{WX^2(L-X)}{L^2}$$

Donde :

W = Carga concentrada (Kg.)

X = Distancia de la carga al apoyo izquierdo (m)

L = Claro de la trabe (m)

M = Momento de empotramiento (Kg-m)

$$M_{A-1} = - \frac{47310 \times 2.52 (8.2 - 2.52)^2}{67.24} = - 57203 \text{ Kg-m.}$$

$$M_{A-2} = - \frac{2582 \times 3.46 (8.2 - 3.46)^2}{67.24} = - 2985 \text{ Kg-m.}$$

$$M_{A-3} = - \frac{6345 \times 4.84 (8.2 - 4.84)^2}{67.24} = - 5156 \text{ Kg-m.}$$

$$M_A = M_{A-1} + M_{A-2} + M_{A-3} = - 65344 \text{ Kg-m.}$$

$$M_{B-1} = \frac{4730 (2.52)^2 (8.2 - 2.52)}{67.24} = 25379 \text{ Kg-m.}$$

$$M_{B-2} = \frac{2582 (3.36)^2 (8.2 - 3.46)}{67.24} = 2179 \text{ Kg-m.}$$

$$M_{B-3} = \frac{6345 (4.84)^2 (8.2 - 4.84)}{67.24} = 7427 \text{ Kg-m.}$$

$$M_B = M_{B-1} + M_{B-2} + M_{B-3} = 34985 \text{ Kg-m.}$$

Distribución de Momentos

Tomando como sección constante la trabe, columna y contratrabe del marco, podemos considerar como rigidez relativa la inercia de cada elemento entre su longitud.

$$\text{Peralte uniforme} = 0.70 \text{ m.}$$

$$\text{Ancho (b)} = 0.40 \text{ m.}$$

$$\text{Tramo AB} = 8.20 \text{ m.}$$

$$\text{Tramo BC} = 4.50 \text{ m.}$$

$$\text{Tramo CA} = 6.50 \text{ m.}$$

Rigideces :

La inercia será la misma en los tres elementos - por lo que tomaremos el peralte al cubo sobre la longitud.

$$K_{AB} = K_{BA} = \frac{(0.7)^3}{8.2} = 0.042$$

$$K_{BC} = K_{CB} = \frac{(0.7)^3}{4.5} = 0.076$$

$$K_{CA} = K_{AC} = \frac{(0.7)^3}{6.5} = 0.053$$

Factores de Distribución

$$d_{AB} = \frac{42}{95} = 0.44$$

$$d_{BC} = \frac{76}{118} = 0.64$$

$$d_{AC} = \frac{53}{95} = 0.56$$

$$d_{CB} = \frac{76}{129} = 0.59$$

$$d_{BA} = \frac{42}{118} = 0.36$$

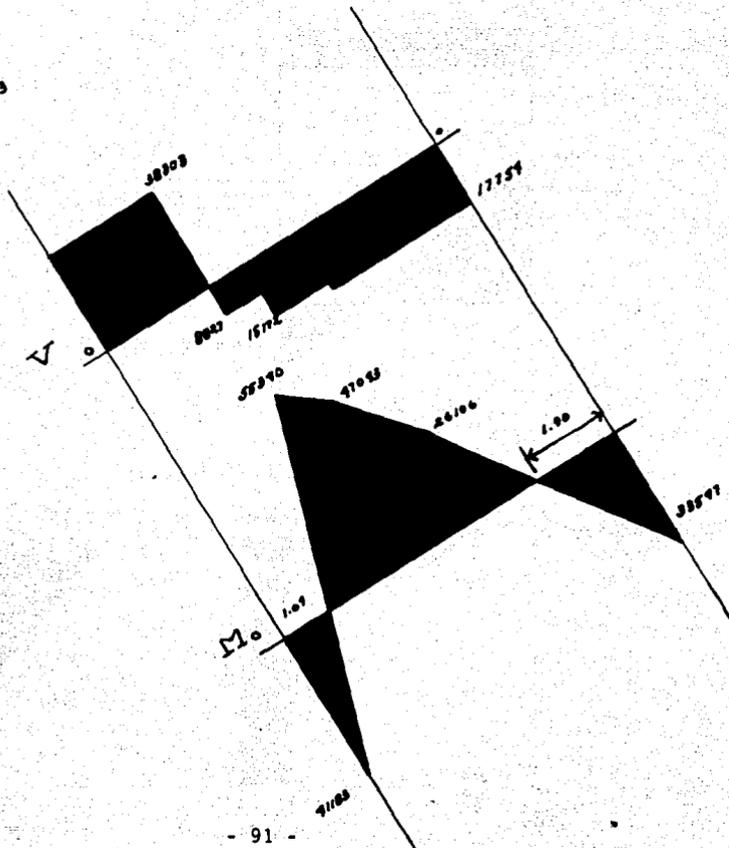
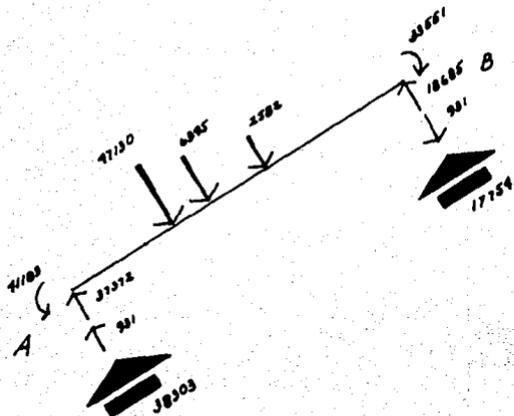
$$d_{CA} = \frac{53}{129} = 0.41$$

TABLA DE DISTRIBUCION DE MOMENTOS (HARDY CROSS)

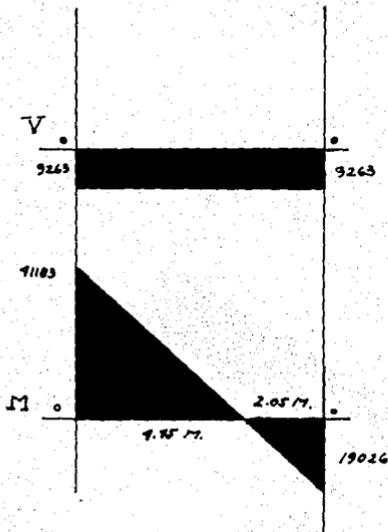
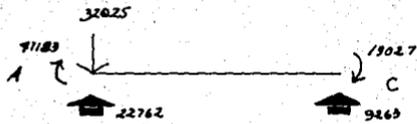
NUDO	A		B		C	
	AC	AB	BA	BC	CB	CA
F.O.	0.56	0.44	0.36	0.64	0.59	0.41
Mto.I.		-65344	+34985			
	+36593	+28751	-12595	-22390		
		- 6298	+14376		-11195	+18296
	+ 3527	+ 2771	- 5175	- 9201	- 4190	- 2911
	- 1456	- 2588	+ 1386	- 2095	- 4600	+ 1764
	+ 2265	+ 1779	+ 255	+ 454	+ 1673	+ 1163
	+ 582	+ 127	+ 890	+ 837	+ 227	+ 1133
	- 397	- 312	- 622	- 1105	- 802	- 558
	- 279	- 311	- 152	- 402	- 553	- 199
	+ 330	+ 260	+ 199	+ 355	+ 444	+ 308
	+ 154	+ 100	+ 130	+ 222	+ 177	+ 165
	- 142	- 112	- 127	- 225	- 202	- 140
	- 70	- 64	- 56	- 101	- 113	- 71
	+ 75	+ 59	+ 57	+ 101	+ 109	+ 75
	+ 37	+ 28	+ 30	+ 54	+ 50	+ 38
	- 36	- 29	- 30	- 54	- 52	- 36
	- 18	- 15	- 15	- 26	- 27	- 18
	+ 18	+ 15	+ 15	+ 26	+ 27	+ 18
Mto.F.	+41183	-41183	+33551	-33550	-19027	+19027

DIAGRAMAS DE MOMENTOS Y CORTANTES

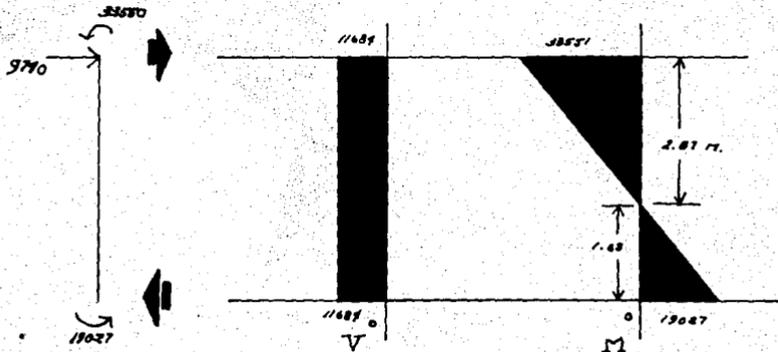
TRABE AB



CONTRATRABE AC



COLUMNA BC



Se diseña la trabe AB con el momento positivo --
 $M = 55340 \text{ Kg-m.}$, para los momentos negativos se
proporciona el área de acero necesaria.

Constantes de cálculo

$$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$b = 40 \text{ cm.}$$

$$\rho = 0.00975$$

$$R = 36.25281$$

$$Z/d = 0.88529$$

Peralte efectivo

$$M = Rbd^2$$

$$d = \sqrt{\frac{5534000}{40(36.2528)}} = 61.77 \approx 62 \text{ cm.}$$

Para el proporcionamiento del área de acero en--
contramos de las ayudas de diseño el brazo de --
palanca interno y conforme al momento damos la --
cantidad de acero. Utilizaremos varilla del #6,
 $a_s = 2.87 \text{ cm}^2$.

$$Z = 0.88529 (62) = 54.89$$

$$A_{s+} = \frac{5534000}{4200(54.89)} = 24 \text{ cm}^2 \quad 9 \text{ varillas \#6}$$

$$A_{s-} = \frac{4118300}{4200(54.89)} = 17.8 \text{ cm}^2 \quad 7 \text{ varillas \#6}$$

$$A_{s-} = \frac{3354700}{4200(54.89)} = 14.5 \text{ cm}^2 \quad 5 \text{ varillas \#6}$$

$$A_{st} = 0.0018(40)(62) = 4.4 \text{ cm}^2 \quad 2 \text{ varillas \#6}$$

Revisión del esfuerzo cortante

La fuerza cortante máxima en la trabe es la reacción en el punto A; conforme a esta fuerza se distribuirán los estribos en ambos extremos de la trabe.

$$V_{\max} = R_a = 38303 \text{ Kg.}$$

$$v_T = \frac{38303}{40(62)} = 15.44 \text{ Kg/cm}^2$$

Según el reglamento ACI-77 el esfuerzo cortante máximo que puede absorber el concreto sin necesidad de refuerzo es $0.53 \sqrt{f'c}$. Si el esfuerzo cortante actuante es mayor tendrá que ser tomado por estribos.

$$v_c = 0.53 \sqrt{210} = 7.68 \text{ Kg/cm}^2$$

$$v_s = v_{\text{act}} - v_c$$

$$v_s = 15.44 - 7.68$$

$$v_s = 7.76 \text{ Kg/cm}^2$$

Se pondrán estribos en una distancia Z medida a partir del apoyo, esta distancia Z será :

$$Z = \frac{7.76(410)}{15.44} = 206 \text{ cm.}$$

$$Z = 2.06 \text{ m.}$$

La separación de los estribos está dada por la fórmula :

$$S = \frac{\sigma_v f_y}{V_s b} , \text{ pero sin ser mayor que } d/2$$

Si utilizamos estribos #3 $a_s = 0.71 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{2(0.71)(4200)}{7.76(40)} = 19.21 \text{ cm.} \approx 20 \text{ cm.}$$

Separación por armado

$$S = \frac{2(0.71)(4200)}{3.50(40)} = 42.6 \text{ cm.}$$

$$S_{\max} = d/2 = 62/2 = 31 \text{ cm.} \approx 30 \text{ cm.}$$

Por lo que la distribución de estribos queda de la siguiente manera :

Estribo	Distancia
1	5 cm.
2	25 cm.
3	45 cm.
4	65 cm.
5	85 cm.
6	105 cm.
7	125 cm.
8	145 cm.
9	165 cm.
10	185 cm.
11	205 cm.

Adherencia.

La adherencia máxima última es, para varillas -- con mas de 30 cm. de concreto colado por debajo de ellas.

$$U_{u1} = 34.23 \text{ Kg/cm}^2$$

Y para las demás varillas

$$U_{u2} = 49.44 \text{ Kg/cm}^2$$

Para calcular los esfuerzos de adherencia a que estan sujetas las varillas utilizaremos la expresión :

$$U_u = \frac{V_u}{\phi \Sigma_o j d}$$

Donde

$$\phi = 0.85$$

$$j = 7/8$$

$$\Sigma_o = 9(6) = 54 \text{ cm.}$$

$$U_u = \frac{38303}{0.85(54)(0.875)(62)} = 15.38 \text{ Kg/cm}^2$$

Lo cual indica que la adherencia a la que están sujetas las varillas, es bastante menor que el limite permisible de 49.44 Kg/cm².

CONTRATRABE Y COLUMNA

Ya que para el diseño de estos elementos se sigue la misma secuencia que para el cálculo de la trabe, la distribución del refuerzo se dá en la siguiente tabla :

CONTRATRABE

Momento (Kg-cm)	As (cm ²)	Diámetro (in.)	# Varillas
M(-) = 4118300	17.86	6/8"	7 varillas
M(+) = 1902700	8.25	6/8"	3 varillas

COLUMNA

M(-) = 1902700	8.25	6/8"	3 varillas
M(+) = 3355000	14.55	6/8"	5 varillas

Losa del tanque

Considerando que el claro máximo para la losa es $l = \pi R/8 = 3.1416 \times 6.5/8 = 2.55$ m., se presenta donde la carga es nula, se calcula la losa para un radio de 3.25 m., con la fuerza correspondiente $F = Wh$.

$$F = Wh = 1020 \times 2.25 = 2295 \text{ Kg/m.}$$

En este caso $l = 1.28$ m.

Carga por presión hidrostática = 2295 Kg/m.

$$\begin{aligned} \text{Peso propio} &= \frac{240}{2535} \text{ Kg/m.} \\ &= 2535 \text{ Kg/m.} \end{aligned}$$

Para el cálculo del momento consideramos que la losa es semicontinua.

$$M = \frac{2535 (1.4) (1.28)^2}{10} = 581.47 \text{ Kg-m.}$$

$$d = \sqrt{\frac{58147}{100(32.5)}} = 4.22 \text{ cm.}$$

El peralte es muy pequeño, conviene tomar en cuenta el intemperismo y un recubrimiento mayor, en virtud de que el contenido es agua de mar.

$$h = d + r = 10 \text{ cm.}$$

$$A_s = \frac{58147}{4200(3.8)} = 3.64 \text{ cm}^2$$

$$A_{st} = 0.0018 (100) (10) = 1.8 \text{ cm}^2$$

Si utilizamos varillas #3 $a_s = 0.71 \text{ cm}^2$.

$$\text{Separación} = \frac{0.71 (100)}{3.64} = 19.50 \text{ cm.}$$

Tomaremos una separación de 20 cm. para armado principal y 25 cm. para armado por temperatura.

Cimentación

En la cimentación del tanque, consideramos un marco tipo ABC, para cada marco se propone -- una zapata corrida a lo largo de la contratrabe AC, que se analiza como zapata de muro.

Cargas soportadas por el marco:

Hidroestática		53308 Kg.
Losa		3511 Kg.
Trabe		7714 Kg.
Contratrabe		
(0.40X0.65X6.5X2400) 1.4		5678 Kg.
Columna		
(0.40X0.65X4.5X2400) 1.4		3931 Kg.
Cimiento supuesto		
(3120) 1.4		<u>4368</u> Kg.
Carga total factorizada		78510 Kg.

Considerando una capacidad de carga efectiva del terreno de 2.0 Kg/cm², tenemos que el -- área requerida es :

$$A_r = \frac{56.078}{2.0} = 2.80 \text{ m}^2$$

El área proporcionada es el largo de la contratrabe (6.50 m.) por un ancho B, de donde :

$$B = \frac{2.80}{6.50} = 0.43 \text{ m.}$$

Se ve que el ancho de la contratrabe puede -- trabajar como la propia cimentación, por seguridad se dará un ancho B = 0.60 m.

Peralte efectivo necesario por cortante en -- una dirección.

$$q_a = \frac{1.4 (56.078)}{0.06 (6.5)} = 20.23 \text{ Ton/m}^2$$

Cortante máximo considerando un peralte de -- 15 cm. arriba del acero principal y un metro de longitud.

$$V_c = 2.013 \text{ Ton.}$$

$$v_c = \frac{2.013}{0.85 (1) (0.15)} = 15.78 \text{ Ton/m}^2$$

$$v_c = 0.53 \sqrt{f'c} = 7.68 \text{ Kg/cm}^2 = 76.8 \text{ Ton/m}^2$$

Como el esfuerzo cortante actuante es menor -- que el permisible por el reglamento ACI-77, -- queda entonces el peralte propuesto.

Acero principal por momento flexionante :

$$M = R \cdot e$$

$$M = (0.1)(1.0)20.13(0.05) = 0.10065 \text{ Ton-m.}$$

$$M = 10065.0 \text{ Kg-cm.}$$

Con el porcentaje de acero mínimo podemos so-- portar el momento en el cantiliver; por lo -- que el acero principal queda :

$$A_s = 0.0033 (100) (15) = 4.95 \text{ cm}^2$$

Para varillas del #3 $a_s = 0.71 \text{ cm}^2$.

$$\text{Separación} = \frac{0.71(100)}{4.95} = 14.34 \text{ cm.}$$

Armado principal \emptyset #3@15 cm. c.a.c.

El acero longitudinal es el acero por fraguado y temperatura.

$$A_{st} = 0.0018 (100)(20) = 3.6 \text{ cm}^2$$

$A_{st} = 5$ varillas #3

b) Tanque cilíndrico circular

En esta segunda alternativa se procederá a dimensionar el tanque, comprobando posteriormente el esfuerzo del acero. Se diseña siguiendo la teoría de placas delgadas.

Tenemos un volumen de almacenamiento de 300 m^3 , suponiendo una altura de 4.00 m. encontramos un radio de :

$$R = \sqrt{\frac{V}{\pi h}} = \sqrt{\frac{300}{3.1416 (4.00)}}$$

$$R = 4.88 \text{ m.} \approx 5.00 \text{ m.}$$

Dimensionamiento y constantes de cálculo

$D = 10\text{m.}$ (diámetro del cilindro)

$t =$ espesor de la pared del cilindro (supuesto $t = 20 \text{ cm.}$)

$h_i =$ profundidad; $i = 1, 2, 3, 4 \text{ m.}$

$$A_s = \text{acero de refuerzo } 10 \text{ } \emptyset \text{ } \#6 = 28.7 \text{ cm}^2$$

$$\rho = A_s/tb = 0.0143 \text{ (porcentaje de acero)}$$

$$f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_s = 2000 \text{ Kg/cm}^2 \text{ (esfuerzo en el acero)}$$

f'_t = esfuerzo del concreto a la tensión

$$W_o = 1020 \text{ Kg/m}^3 \text{ (peso específico del agua)}$$

P_i = presión

$$S = 0.0004 \text{ (coeficiente de alargamiento del concreto)}$$

Fuerza horizontal

$$F_1 = P_1 D/2$$

$$P_1 = W h_4 = 1020 (4.00) = 4080 \text{ Kg/m}^2$$

$$F_1 = 4080 (5) = 20400 \text{ Kg.}$$

$$F_t = \frac{n}{1 + \frac{(sEc)}{(n-1)}} (*)$$

El módulo de elasticidad E_c para el concreto puede ser tomado como $4270 W_c 1.55 \sqrt{f'_c}$ en Kg/cm^2 .

$$E_c = 240361 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_t = \frac{0.0143 (17.95) (0.0004) (240361)}{1 + \frac{(17.95-1) (0.0143)}{}}$$

(*) Peabody - Reinforced concrete Structures

$$f_t = 19.86 \text{ Kg/cm}^2$$

Considerando los efectos de fluencia y alargamiento

$$f'_t = 0.55 f_t$$

$$f'_t = 0.55 (19.86) = 11 \text{ Kg/cm}^2$$

$$T_1 = \frac{20400}{11(100)} = 18.54 \text{ cm. } 20 \text{ cm.}$$

Tomando un recubrimiento de 5 cm. tenemos un espesor total de 25 cm.

$$f_s = n f_t = 17.95 \times 20 = 359.0 \text{ Kg/cm}^2$$

La distribución del refuerzo en el sentido de la profundidad se presenta en la siguiente tabla

Prof. (m.)	Presión (Kg/m ²)	Fuerza (Kg)	Espesor		A _s (cm ²)	Esp. (cm)	Ø (in)
			Cal. (cm)	Real (cm)			
4 - 3	4080	20400	18.54	25	26.51	10	3/4"
3 - 2	3060	15300	13.90	25	19.87	14	3/4"
2 - 1	2040	10200	9.27	25	13.25	21	3/4"
1 - 0	1020	5100	4.63	25	6.62	30	5/8"

Acero de fraguado y temperatura en el sentido vertical.

$$A_{st} = 0.0018 (25) (100) = 4.5 \text{ cm}^2$$

Acero de fraguado y temperatura en el sentido vertical

$$A_{st} = 0.0018 (25) (100) = 4.5 \text{ cm}^2$$

Utilizando varillas #4 $a_s = 1.27 \text{ cm}^2$.

$$S = \frac{100 (1.27)}{4.5} = 28.22 \text{ cm.}$$

Se tomará para el acero por temperatura una separación de 25 cm. c.a.c.

Cimentación

Carga hidrostática 322014.0 Kg.

Pared $(\pi D)h_4tw$ 75400.0 Kg.

Peso propio del

Tanque

Fondo $(\pi D^2/4) dw_0$

($d = 30 \text{ cm.}$)

56550.0 Kg.

$$W_t = 453964.0 \text{ Kg.}$$

Carga total factorizada

$$W_t = 1.4 (453964) = 635550 \text{ Kg.}$$

Area de asiento

$$A = \pi D^2/4$$

$$A = 78.54 \text{ m}^2$$

Fatiga del terreno

$$q_a = 635550/785400 = 0.81 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_a = 0.81 \text{ Kg/cm}^2 < 2 \text{ Kg/cm}^2$$

La propia losa del fondo, es la losa de cimentación, se arma para fraguado y temperatura.

$$A_{st} = 0.001b (35) (100) = 6.3 \text{ cm}^2$$

Utilizando varillas #4 el espaciamiento es --
 $127/6.3 = 20.15 \text{ cm.}$, se tomará 20 cm., c.a.c.
en ambos sentidos.

Cubierta del tanque

Con el fin de evitar el cambio de las propiedades del agua almacenada en el tanque, (provocada por una posible contaminación) y para impedir el paso de la luz (con lo que se moderará el efecto de la fotosíntesis) se hace necesario que los tanques esten cubiertos; por lo que, para lograrlo, se propone la colocación de 8 armaduras fijas apoyadas en la orilla -- del tanque y unidas en el centro del mismo, -- sobre las cuales se pondrá techo de madera -- formando así lo que será la cubierta.

Para poder tener acceso al interior del tanque y para que este tenga la ventilación necesaria durante el tiempo de operaciones de mantenimiento se dejará de poner cubierta de madera en uno de los gajos que forman las armaduras fijas. Este gajo tendrá que estar cubierto, para cumplir con las necesidades señaladas, pero se hará mediante dos armaduras -- que cubran esa área, que esten por arriba de las armaduras fijas y que se puedan mover --- cuando sea necesario; estas armaduras móviles

también llevarán techo de madera. Para que las armaduras se puedan mover se fijarán en el centro y en el extremo contrario llevarán una rueda, la cual podrá desplazarse sobre la ménsula del tanque, pudiendo así abrir y cerrar la cubierta del tanque.

Para el análisis de las armaduras de cubierta se considera un peso propio del acero de 25 kilos por metro cuadrado, peso del techo de madera 25 Kg/m^2 y una carga viva de 100 Kg/m^2 , por lo que la carga total queda $W = 150 \text{ Kg/m}^2$.

La concentración en el centro de las armaduras fijas, transmitidas por las armaduras móviles es igual a $P_0 = \pi/16 R^2$.

$$W = 3.1416 (7.15)^2 (150)/16 = 1505 \text{ Kg.}$$

Las cargas (p) sobre la armadura inferior se representan en al tabla siguiente :

RADIO (m)	AREA (m ²)	Ai-(Ai-1) (m ²)	CARGA (Kg.)
0.55	0.12	0.12	18
1.10	0.47	0.35	53
1.65	1.07	0.60	90
2.20	1.90	0.83	125
2.75	2.97	1.07	160
3.30	4.27	1.31	197
3.85	5.82	1.55	233
4.40	7.60	1.78	267
4.95	9.62	2.02	303
5.50	11.88	2.26	340
6.05	14.33	2.49	374
6.60	17.10	2.73	409

La reacción en el extremo de la armadura fija será la suma de todas las fuerzas P más la mitad de la fuerza P₀ (Peso de las armaduras móviles)

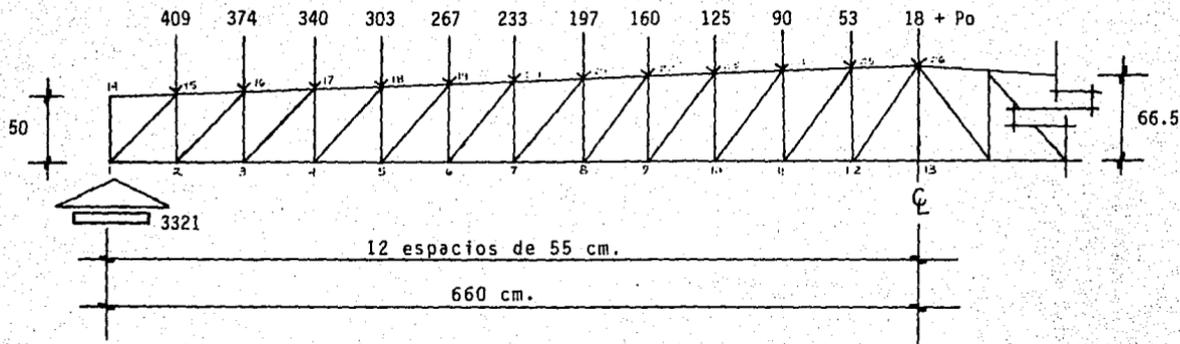
$$R = P + P_0/2$$

$$R = 2569 + 752 = \text{Kg} = 3321 \text{ Kg.}$$

Se calculan únicamente los miembros más trabajados un diagonal, un montante, cuerda inferior y cuerda superior. La cubierta en estudio es la del tanque parabólico por ser un poco más grande que la del tanque circular, pero en ambas se dará la misma escuadría.

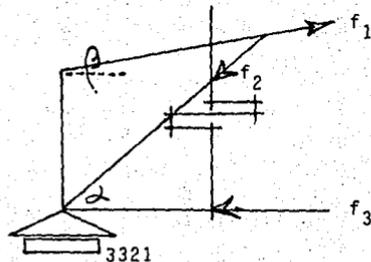
Tomando momentos con respecto a 26 tenemos :

FUERZA Kg	BRAZO m	MOMENTO Kg - m
- 409	6.60	- 2474
- 374	5.50	- 2057
- 340	4.95	- 1683
- 303	4.40	- 1333
- 267	3.85	- 1028
- 233	3.30	- 769
- 197	2.75	- 542
- 160	2.20	- 352
- 125	1.65	- 206
- 90	1.10	- 90
- 53	0.55	- 29
+ 3321	6.60	+ 21918
f	0.665	0.665 f



Se calculan unicamente los miembros mas trabajados :

- 1 - 15 Diagonal
- 2 - 15 Montante
- 12 - 13 Cuerda inferior
- 25 - 26 Cuerda superior



$$\alpha = \tan^{-1} \left(\frac{51.65}{55} \right)$$

$$\alpha = 43.20^\circ$$

$$\text{Sen } \alpha = 0.6845$$

$$\beta = \tan^{-1} \left(\frac{1.65}{55} \right)$$

$$\beta = 1.72^\circ$$

$$\text{Sen } \beta = 0.03 \approx 0$$

$$\sum F_v = 0$$

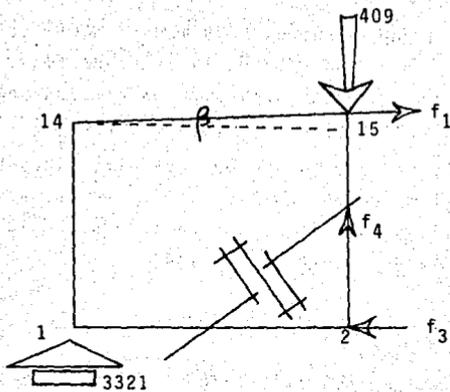
$$= 3321 - f_2 \text{ Sen } \alpha + f_1 \text{ Sen } \beta = 0$$

$$f_2 = 3321 / 0.6845 = 4852 \text{ Kg.}$$

$$A = 4852 / 1265 = 3.83 \text{ cm}^2$$

DIAGONALES IS 2"X2"X3/16"

$$A = 4.61 \text{ cm}^2$$



$$\Sigma F_v = 0$$

$$= 3321 - 409 + f_4 - f_1 \text{ Sen } \beta = 0$$

$$f_1 \text{ Sen } \beta = \text{Despreciable}$$

$$f_4 = 3321 - 409 = 2912 \text{ Kg.}$$

$$A = 2912/1265 = 2.30 \text{ cm}^2$$

MONTANTES LS 2"X2"X3/16"

Armadura móvil

Como se propuso antes, la armadura móvil está colocada por arriba de la armadura fija: - constará de trece espacios de 55 cm. con una altura de montantes constante de 50 cm.

El análisis de esta armadura se hizo siguiendo el mismo método que se utilizó en las armaduras fijas, por lo que únicamente se da la escuadria del acero. (fig. #14)

DIAGONAL 1S 1½"X1½"X1/8"

MONTANTE 1S 1½"X1½"X1/8"

CUERDA INF. 2LS 2"X2"X3/16"

CUERDA SUP. 2LS 2"X2"X3/16"

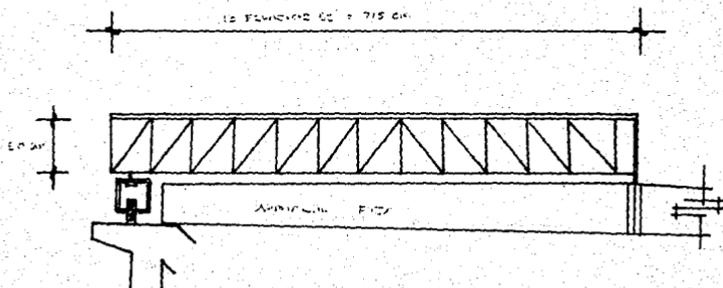


FIG. N° 14

CITE E. 14

SELECCION DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Hidráulico

Teniendo ambos tanques, la misma profundidad y el mismo tipo de resumidero, su velocidad de vaciado es semejante : $V = C_v \sqrt{2gh}$

El vortice que se genera durante la descarga, es un paraboloides de revolución. En consecuencia, la forma propuesta en la primera alternativa, presenta ventajás en cuanto a movimiento de las partículas del agua, tal situación implica dificultad para la fijación de -- larvas en las paredes. Se puede establecer que desde este punto de vista, este perfil es superior al del tanque cilíndrico.

Cimbra

Los detalles de trazo y construcción para el tanque parabólico son más difíciles y laboriosos que para el tanque cilíndrico. En rigor esta cimbra, es muy semejante al de un cascarón y como tal presenta los mismos problemas. El molde del tanque circular es sencillo, consiste solamente en una pared circular, simples separadores tubulares permiten mantener el espesor, sin mayores problemas. Únicamente se debe tener especial cuidado durante el colado, en fijar la altura de cada del concreto para evitar su clasificación, así como vigilar el tiempo de vibrado.

Armados

Una revisión de los planos estructurales pone de manifiesto la simplicidad de los armados del tanque circular en comparación al tanque parabólico.

Volumenes

Tanque Parabólico

Losa	8 X 0.10 X 10.45	8.40
Trabes	8 X 0.4 X 0.65 X 8.2	17.00
Columnas	8 X 0.4 X 0.65 X 5.5	11.50
Contratrabes	8 X 0.4 X 0.65 X 7.0	14.60
Cimiento	8 X 0.15 X 0.6 X 7.0	3.40
Ménsula	3.1416 X 13 X 1.0 X 0.5	<u>20.40</u>
		75.30 m ³

Tanque Circular

Pared	0.25 X 3.1416 X 10 X 4.0	31.40
Fondo	0.5 X 0.3 X 5.0(3.1416X9.5)	22.40
Cimentación		24.20
Ménsula	3.1416 X 10 X 1.0 X 0.5	<u>15.70</u>
		93.70 m ³

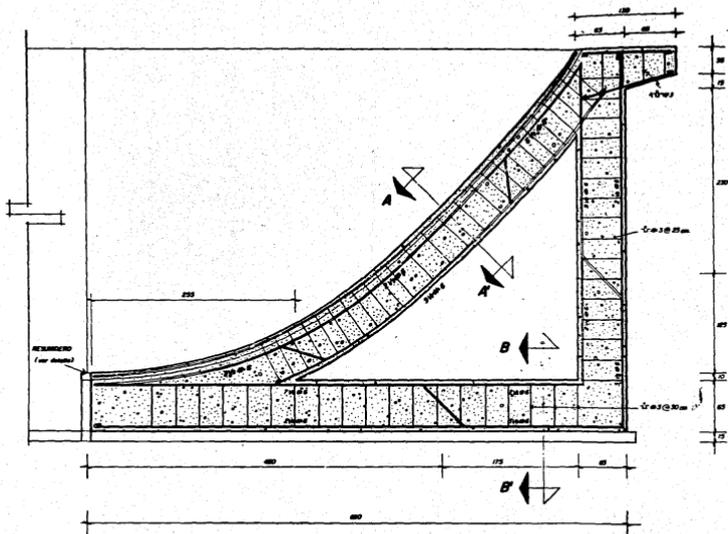
Sin hacer una estimación precisa del precio unitario, se puede suponer un costo de \$16,250.00/m³ para el tanque parabólico y \$12,500.00/m³ para el cilíndrico, por lo que tenemos :

$$76.70 \times 16250 = \$1'246,375.00$$

$$93.70 \times 12500 = \underline{\$1'171,250.00}$$

$$\text{Diferencia} = \$ 75,125.00$$

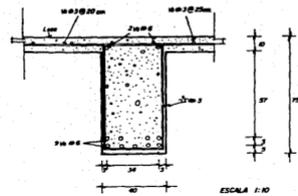
La diferencia no parece substancial, en consecuencia se propone hacer un análisis cuidadoso de los precios unitarios. Si aún así la diferencia de costo no es importante, se propone : En virtud de su mejor funcionamiento, el tanque parabólico.



MARCO TIPO ABC

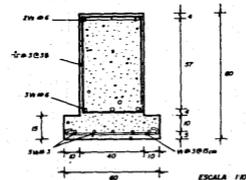
ESCALA 1:20

NOTA:
 1. REFORZADO EN C.A.



CORTE A-A'

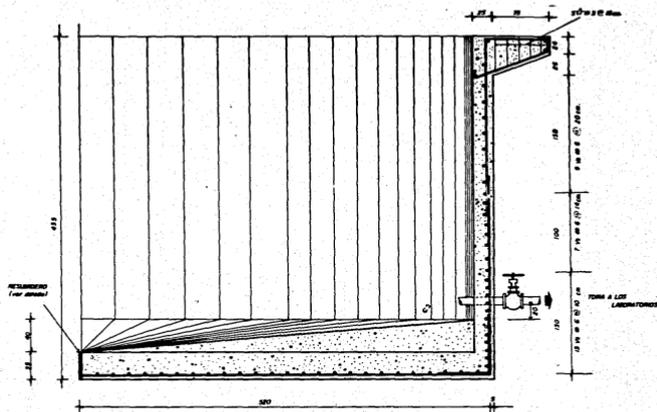
ESCALA 1:10



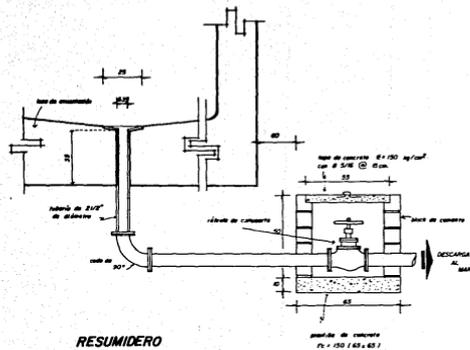
CORTE B-B'

ESCALA 1:10





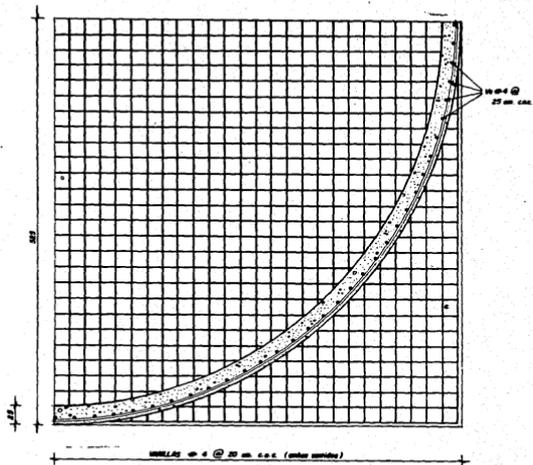
TANQUE CIRCULAR
ESCALA 1/20



RESUMIDERO
(DETALLE)
ESCALA 1/10

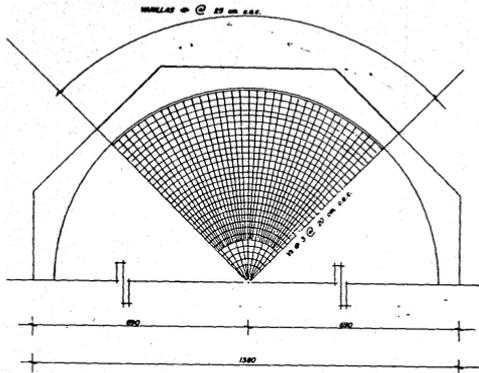
NOTA:
LOS MATERIALES SON DE M.C.





TANQUE CILINDRICO

(LOSA DE CIMENTACION)
ESCALA 1:50



TANQUE PARABOLICO

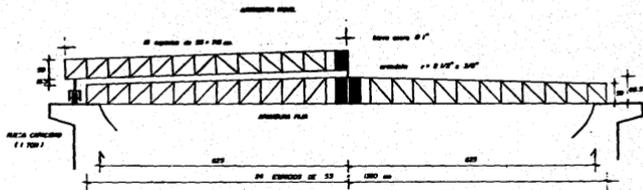
(LOSA)
ESCALA 1:50

NOTA:
CONCRETO DE M.

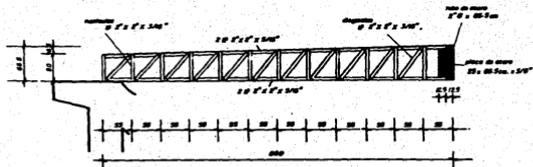
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAHIA LAGUNA

ARMADO DE LOSAS

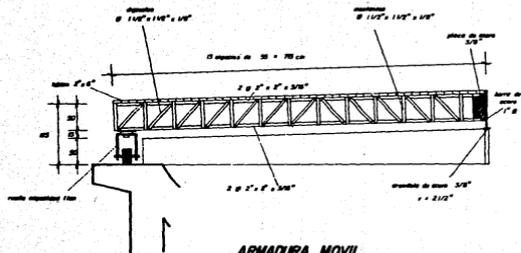
TRABAJO PROFESIONAL / FELIPE DE LA HIGUERA S.



ARMADURA DE CUBIERTA ESC 1:40

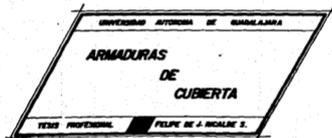


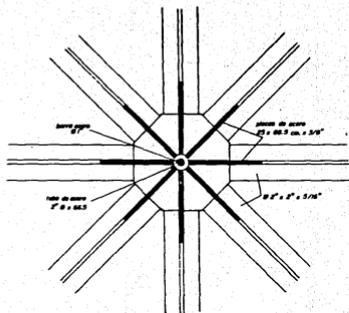
ARMADURA Fija ESC 1:30



ARMADURA MOVIL

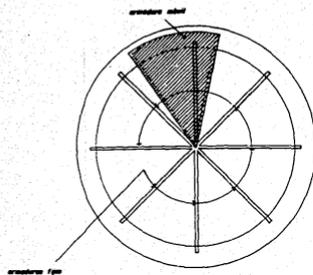
ESC 1:30





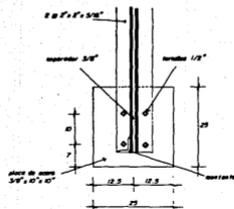
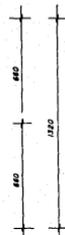
CONCURRENCIA DE

ARMADURAS ESC 1:5



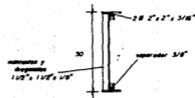
ARMADURAS

(planta) ESC 1:100



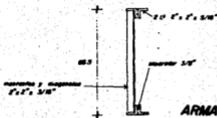
DETALLE DE ASIENTO

ESCALA 1:5



ARMADURA MOVIL

ESCALA 1:10



ARMADURA FIJA

ESCALA 1:10



C A P I T U L O VI
PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

Para los fines de localización de los filtros y profundidad de colocación, es necesario realizar algunos trabajos con el objeto de obtener un mínimo de información básica sobre el medio marino.

Enseguida se exponen dichos trabajos indicando la metodología a seguir.

Topografía

Para apoyar las operaciones del mar, se levantará una poligonal cerrada a lo largo del frente marítimo de la caleta denominada "Playitas".

Método de levantamiento: Medición directa de ángulos; Precisión 1 minuto.

Con el fin de conocer la longitud de la conducción y el desnivel entre el nivel de marea media baja inferior y el tanque de almacenamiento; se levantará una poligonal abierta a lo largo de la línea de conducción proyectada. Las características son las de la poligonal anterior, pero deberán nivelarse sus vértices.

Método de nivelación: Americana; doble lectura con verificación de la altura del aparato; tolerancia entre niveles 1 cm.

Batimetría

Se levantará el área correspondiente al frente marítimo de la caleta playitas, hasta la batimétrica - 8.0 m., por el procedimiento tradicional de localización por intersecciones:

Intervalo de la línea de sondeo 100 m.

Tiempo entre fijas 1 minuto

Velocidad de navegación 2 nudos

Naturaleza del fondo

Con el objeto de conocer tanto la morfología

del fondo, como la naturaleza de las capas subyacentes, a fin de garantizar la correcta colocación de las tuberías, se procederá a las siguientes operaciones:

Reconocimiento directo

Localizada en el mar, la línea de proyecto de la conducción, se materializará con una serie de boyarines, continuando con las siguientes actividades.

- Levantamiento batimétrico de la línea
- Reconocimiento del fondo a lo largo de la línea por medio de buzos habilitados con -- chiflón hidráulico

Reconocimiento Geológico

Este trabajo, es recomendable pero no indispensable.

- Se levantará la línea en cuestión con un -- perfilador de fondo (scanner).

Corrientes

Considerando que un estudio integral para establecer el esquema completo de corrientes en el área, requeriría de observaciones estacionales durante todo el año; se proponen observaciones continuas durante un tiempo antes de la iniciación de las obras, por medio de dos corrientógrafos que se ubicarán sobre la línea de succión, en las isobatas -6.0 m. y -8.0 m., a una -- profundidad de 3.5 m. y 5.0 m., respectivamente.

En caso de no contarse con los instrumentos, se puede tener una idea sobre las corrientes, utilizando flotadores con cruces de deriva. En este caso las observaciones serán discretas concretándose a un periodo de 25 horas (un ciclo de mareas) en dos oportunidades, al principio y al final de las obras.

Al efecto se fondearán dos lanchas, en las posiciones antes indicadas para los corrientógrafos, desde las que se lanzarán cruces de deriva, con intervalos de media hora, en forma simultánea en las dos embarcaciones. En cada oportunidad, se lanzarán dos cruces -- desde cada embarcación como sigue :

Superficial y -3.5 m., para la lancha fondeada a -6.0 m.

Superficial y -5.0 m., para la lancha fondeada a -8.0 m.

Muestreo de agua

Desde las embarcaciones destinadas a la medición de corrientes, se muestreará agua de mar en la forma siguiente :

Intervalo de muestreo, 4 horas.

En la lancha fondeada en la isobata -6.0 m. - Las muestras se tomarán, en la superficie, a -3.5 m. y 0.5 m. del fondo.

En la lancha fondeada en la isobata -8.0 m., - se tomarán, en la superficie, a -5.0 m. y 0.5 m. del fondo.

Las aguas, serán analizadas en el laboratorio para determinar si existen contaminantes y en que grado se presentan.

Localización de la línea de succión

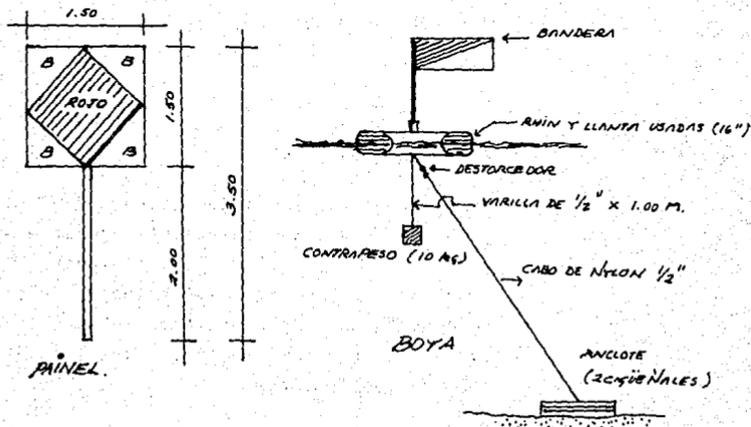
Se colocará un tránsito en tierra, en el extremo de la línea de proyecto, correspondiente a la ubicación de la tubería de succión orientado según el alineamiento de dicha línea. Detrás del instrumento se pondrán dos paineles de 1.5m X 1.5m de 3.5 m. de altura en los que se pintará un rombo rojo en fondo blanco. Los paineles se colocarán sobre el alineamiento, a fin

de permitir la enfilación de la embarcación encargada - del fondeo de las boyas de que se hablará enseguida.

A bordo de una embarcación se colocarán seis boyas debidamente equipadas con sus cabos y anclotes, - las cuales serán fondeadas a lo largo de la línea en - cuestión a intervalos aproximados de 75 m. Al efecto - la lancha se alejará hasta la profundidad de -8.0 m., - enseguida entrará el alineamiento valiéndose de los pa- - neles. Para asegurar dicho alineamiento, será observa- - da por el tránsito y hará el fondeo de la boya a la voz - del operador del aparato, el cual dará cuando tenga la - embarcación sobre la línea. La operación se repetirá - navegando la embarcación hasta colocar las seis boyas.

Posteriormente la embarcación regresará nave- - gando a baja velocidad hasta alcanzar la isobata -7.0 m. - en donde siguiendo el mismo procedimiento fondeará una - boya de distinto color, que indicará el sitio de ubica- - ción del filtro primario.

En toda operación se usarán radios Walking- - Talking para la comunicación lancha-tránsito.



Fondeo de filtros primarios

Para este fin se requiere de una embarcación de 9 a 10 m. de eslora, con un mínimo de 6 m² de área disponible en la cubierta, para el manejo del material de maniobra. Deberá estar equipada con un marco en A - en la popa, con capacidad de carga de 2 toneladas y un montacargas (winch) de la misma capacidad.

Considerando que los filtros son precolados, existen dos procedimientos para la colocación.

- a) Colar los filtros en la parte arenosa de la playa. Posteriormente colocándoseles - flotadores y tirando de ellos desde la embarcación, serán llevados hasta el sitio - donde deben ser fondeados.

Se hace un cálculo de flotabilidad

Peso del filtro $W = 1400$ Kg (véase cálculo)

Peso esp. agua $W_o = 1020$ Kg/m³

$F =$ Fuerza boyante $VW_o =$ Kg.

$h =$ Altura de la parte sumergida en m.

$V =$ Volumen de la parte sumergida en m³

$W_o V = 1400$ Kg.

$W_o V = 1.20 \times 1.20 \times 1020 \times h = 1400$ Kg.

$h = \frac{1400}{1469} = 0.95$ m.

Quedando únicamente $1.10 - 0.95 = 0.15$ m. fuera del agua, es conveniente adosarle -- cuatro tambores de 200 lts. (flotadores) - cada uno, en las caras laterales; al efecto deberán colocarse previamente ganchos - que permitan por medio de cuerdas la sujeción de los tambores.

Revisión de flotabilidad

Peso propio de los tambores

$$W = 4 \times 30 = 120 \text{ Kg.}$$

Fuerza boyante

$$F = (4 \times 0.2 \times 1020) - 120 = 700 \text{ Kg.}$$

Peso del filtro sumergido $W_T = 812 \text{ Kg.}$

$$W_T = 812 - 700 = 112 \text{ Kg.}$$

Lo que quiere decir que el filtro totalmente sumergido les pesará a los buzos únicamente 112 Kg., haciéndolo manejable bajo el agua.

Los tambores deberán sujetarse a los filtros, de tal forma que puedan retirarse -- por parejas.

La maniobra se realiza en la forma siguiente :

Se lleva el filtro vacío con sus cuatro -- tambores al lugar de ubicación, se llena -- de agua y se baja lentamente, los buzos lo recibirán en el fondo y lo orientarán. La embarcación, debe entonces alejarse un poco del sitio en virtud de que los tambores al ser liberados saldrán con velocidad hacia la superficie, pudiendo golpear la lancha.

La pichanca puede estar colocada, pero la rejilla y el material de núcleo se colocarán posteriormente.

- b) Colar los filtros en planta y llevarlos al muelle, donde los recibirá la embarcación y los llevará flotando o a bordo hasta el

lugar de ubicación.

Al ser bajados, deberán ser recibidos en el fondo por dos buzos, los que se encargarán de su correcto asiento y orientación, así como de llenar el filtro con el material del núcleo, el que será bajado de la misma manera que los filtros (en sacos de plástico de aproximadamente 20 Kg.).

Durante la operación de descenso de los -- filtros, la embarcación deberá estar sujeta por tres anclas, a fin de evitar que derive o cambie su orientación debido al --- viento o corrientes.

Colocación de tuberías

La caseta de bombeo, se colocará a una altura de 4.50 m. sobre el cero del nivel de Baja Mar Media Inferior.

La tubería que va desde la caseta hasta la -- profundidad de -4.25 m. será tubería flexible de 6" de diámetro; en el acceso, quedará alojada en un canal de concreto reforzado, con cubierta a base de losas precoladas del mismo material. De la profundidad -4.25 m. - hasta los filtros se utilizará tubería PVC, cédula 80 - de 6" de diámetro, con bridas.

La instalación de tuberías en el mar, será -- por medio de buzos. se recomienda usar tramos de 50 -- pies con bridas vulcanizadas en los extremos. Enseguida, la pieza será tirada por una embarcación hasta el - lugar de instalación (la tubería irá con tapones en los extremos para que floten) en donde la tomarán los buzos, la sumergirán quitando los tapones y ejecutarán la conección de las bridas por medio de tornillos de acero inoxidable.

Obras de protección en la tubería de succión

La protección contra posibles movimientos de las tuberías de PVC, se conseguirá a base de sacos de material plástico (por ejemplo de arroz), llenos de mortero arena cemento, con un peso aproximado de 80 Kg. -- por saco o por pares de 40 Kg. cada uno.

El mortero se podrá elaborar, batiendo en seco arena de mar y cemento, en una proporción 1:8, los sacos se unirán entre sí con una cuerda nylon en atados de 25 sacos.

Dos capas de sacos, serán acomodados a mano debidamente cuatrapeados, en una longitud de tubería -- igual a 6 m. encima de los cuales se colocarán tres atados de sacos tirados a granel. Los sacos una vez atados constituirán unidades de 1 tonelada por atado.

El sistema, solicita de una inspección periódica (bimestral) de Octubre a Febrero, meses que corresponden a los oleajes mas severos y trimestral de Marzo a Septiembre. Además, inmediatamente despues de una marejada importante. Aquellos sacos o unidades que hayan sido dañados serán repuestos a fin de conservar la protección.

En la zona de rompientes, es conveniente sepultar un poco la tubería, con el objeto de obtener una mayor protección.

Aun cuando se ha observado que en el interior de la bahía de Todos Santos, B. C. y fuera de la zona de protección dada por el rompeolas del Puerto de Ensenada, los perfiles de playa bajan de 0.5 a 1.2 m. durante el invierno. Se considera que 0.5 m. bajo el perfil natural son suficientes para proteger la línea de alimentación, en razón de que en la playa considerada, el

oleaje llega difractado y con una altura inferior a la altura significativa.

Cálculo de la fuerza de arrastre sobre las tuberías

$$F = C_f W_0 \frac{Av^2}{2g}$$

F = Fuerza de arrastre (Kg)

Cf = Coeficiente de arrastre

A = Area expuesta (m²)

v = Velocidad de arrastre (m/s)

g = Aceleración de la gravedad (m/s²)

W₀ = Peso específico del fluido (Kg/m³)

Para número de Reynolds R 10⁴ (turbulento)

$$C_f = 0.25 \quad (*)$$

$$W_0 = 1020 \text{ Kg/m}^3$$

$$g = 9.81 \text{ m/seg.}$$

$$A = 0.20 \times 0.60 = 0.12 \text{ m}^2$$

Para establecer la velocidad, suponemos como periodo medio de oleaje 7 segundos.

$$T = 7 \text{ seg.}$$

Se tiene :

$$L_0 = 3.12 T^2$$

$$L_0 = 3.12 (7)^2$$

$$L_0 = 152.88 \text{ pies} = 46.62 \text{ m.}$$

$$L = 76.44 \text{ pies} = 23.30 \text{ m.}$$

(*) Hydraulics R.L. Daugherty pag. 333

Para una profundidad $d = 6.5$ pies = 2 m.

$$d/L_o = 0.02616$$

$$d/L = 0.06613 \quad (*)$$

$$L = \frac{d}{0.06613}$$

$$L = \frac{6.5}{0.06613} = 98.29 \text{ pies} = 29.95 \text{ m.}$$

$$L = 30 \text{ m.}$$

$$V = L/T$$

$$V = \frac{30}{7} = 4.28 \text{ m/seg.}$$

$$F = 0.25 \times 1020 \times \left(\frac{0.12 \times (4.28)^2}{2 (9.81)} \right)$$

$$F = 28.0 \text{ Kg.}$$

Peso del saco de mortero

$$W = 80 \text{ Kg.}$$

Peso del saco sumergido

$$W = 80 \left(1 - \frac{1020}{2200} \right)$$

$$W = 42.9 \text{ Kg.}$$

$$F = 28 \text{ Kg.}$$

Con lo que se comprueba que los atados y las tuberías no serán arrastrados por las corrientes.

(*) Tabla D-1 Shore Protection Planning and Design Third edition.

Sistema de bombeo

Rampa de acceso o ducto de tuberías

Estará formada por dos traveses continuas de -- dos claros iguales, una losa maciza de concreto y como cubierta del ducto se pondrán losas de concreto precoladas.

Las traveses tendrán claros de 7.50 m., de 15 X 35 cm. de escuadría; llevarán dos apoyos de mampostería de segunda clase, en el centro y al principio de la rampa. En la parte donde las traveses se apoyan en la caseta de bombeo, las varillas del lecho inferior se prolongan un metro más allá de estas, para que se puedan anclar en la plantilla de cimentación de la caseta.

En lo que se refiere a los tipos de materiales, se utilizará acero $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ (límite de -- fluencia) y concreto $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ (resistencia a -- compresión). La cantidad de acero de las traveses y losa de apoyo de las tuberías se calculó anteriormente -- (se especifica en los planos constructivos). Las losas precoladas de cubierta serán de 0.10 X 1.7 X 2.0 m. y -- llevarán únicamente malla de alambre para absorber los esfuerzos de fraguado y temperatura. Todas las vari--- llas deben doblarse en frío, en ningún caso deberán calentarse, puesto que esta operación introduce en ellas esfuerzos residuales, también es prohibido doblar varillas que ya estén embebidas en el concreto.

Para que las varillas resistan adecuadamente los esfuerzos de adherencia, deben anclarse mediante -- ganchos en los extremos, además de proporcionar la longitud de desarrollo adecuada.

Para los moldes y obra falsa de los elementos de concreto, se utilizará madera, esta se colocará de --

tal manera que soporte la presión del material de colado, el peso de los trabajadores y los movimientos provocados por el vaciado y vibrado del concreto; para evitar que la madera se adhiera al concreto se le dará un baño de grasa o diesel; una vez fraguado el concreto -- los moldes se podrán retirar, si las condiciones climatológicas lo permiten y dependiendo del tipo de cemento utilizado, entre los 7 y 10 días.

Casa de máquinas

Se construirá a base de muros de block hueco de 15 X 20 X 40 cm., se pondrán en hilados horizontales cuatrapeados junteado con mortero cemento-arena en una proporción 1:5; llevará en las esquinas de los muros -- castillos de 15 X 15 cm. con 4 varillas del #3 y estribos #2.5 a cada 25 cm., el concreto tendrá una resistencia $f'c = 150 \text{ Kg./cm}^2$; en la parte alta de los muros -- (cota +2.00 m. sobre el nivel del terreno) y en la entrada de las tuberías a la casa de máquinas (cota +0.50) se colocará una dala o cerramiento de 15 X 15 cm., con varillas #3 y estribos #2.5@25 cm., $f_y = 4200 \text{ Kg./cm}^2$ y $f'c = 150 \text{ Kg./cm}^2$.

La plantilla de cimentación será de concreto, $f'c = 210 \text{ Kg./cm}^2$ y tendrá un espesor de 10 cm., aumentando a 20 cm. en el sitio donde se instalarán las bombas (especificado en planos constructivos), llevará malla soldada de alambre; al estarse colando la plantilla, se ahogarán en el concreto los pernos de anclaje de las bombas.

La losa de techo será de un espesor de 12 cm, estará armada en el sentido corto con varilla #3 a cada 14 cm. c.a.c. y en el sentido largo varilla #3 a cada 25 cm. c.a.c.; acero $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ y concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

Instalación de las bombas

Cuando se instalen las bombas éstas deberán colocarse sobre la cimentación previamente preparada, de-biendo nivelarse cuidadosamente con calzas y cuñas. So-bre el concreto debe ponerse, por lo menos, unos dos cen-tímetros de mortero arena-cemento después de que la bom-ba ha sido colocada correctamente. Cuando todo esta ni-velado debe de asegurarse que el motor de la bomba gira libremente en el sentido en que trabajará.

No deberá arrancarse la bomba si no se ha lle-nado previamente la armadura de la misma con el líquido por bombear (purgada), debido a que los collarines son -obturados y enfriados mediante el líquido descargado por la bomba y esta podría dañarse si se le hace girar en seco.

No deberá conectarse ninguna tubería hasta que la máquina este debidamente instalada. Todas las tube-rias deberán sostenerse por sí mismas y no transmitir su peso ni tensión alguna sobre la bomba cuando sean pue-stos los pernos de conexión. Deberá probarse el alineamien-to después de conectada, debiendo observarse cuidada-samente la máquina cuando sea puesta a andar por primera vez, asegurándose de que no esté forzada ni se caliente demasiado.

Tanques de almacenamiento

Tanque parabólico

Como se especificó anteriormente sigue la forma de un paraboloide de revolución, formado mediante 8 -estructuras triangulares y una losa parabólica.

Las estructuras triangulares o marcos rígidos están formados a su vez por una trabe inclinada, una contratrabe horizontal y una columna. Estos elementos que

forman el marco serán de concreto reforzado de una resistencia $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ y acero $fy = 4200 \text{ Kg/cm}^2$. Se utilizarán varillas del #6 y estribos #3, el proporcionamiento del área de acero, la distribución de estribos y los puntos de dobleces se especifican en los planos constructivos.

Las varillas deben doblarse en frío, no deberán calentarse ni cortarse con flama. Se harán ganchos y se darán las longitudes de anclaje necesarias para que se desarrollen los esfuerzos de adherencias adecuados.

La losa del tanque descansará sobre ocho marcos rígidos; tendrá un espesor de 10 cm., llevará varillas #3 en el sentido de la profundidad a cada 20 cm. -- centro a centro y varillas #3 a cada 25 cm. c.a.c. en el sentido de las trabes del marco. Se utilizará concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ y acero $fy = 4200 \text{ Kg/cm}^2$.

La cimentación de cada marco se dará mediante una zapata corrida a lo largo de la contratrabe horizontal, tendrá un peralte de 15 cm. y un ancho de 60 cm.; -- llevará como refuerzo en el sentido corto, varillas #3 a cada 15 cm. c.a.c., como acero longitudinal se pondrán 5 varillas #3; a las varillas se le harán ganchos estandar de 180° , se doblarán en frío, se utilizará acero $fy=4200 \text{ Kg/cm}^2$ y concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

Se requiere que se compruebe la resistencia -- del concreto utilizado en toda la estructura, mediante -- la prueba de compresión simple, para tener una buena calidad y un mejor control.

Los moldes y obra falsa de la estructura se harán a base de madera; debe de estar diseñada para soportar el material de colado, el peso de los trabajadores y los movimientos provocados por el vaciado y vibrado del concreto; llevarán una capa de grasa o diesel para evitar

la adherencia del concreto con la madera.

Al hacer el colado de la piezas deberá tenerse mucho cuidado con la altura de caída del concreto y con el tiempo de vibrado, para evitar que se clasifiquen; se recomienda una altura de caída del concreto no mayor de 150 cm.

Dependiendo del tipo de cemento utilizado y de las condiciones climatológicas, los moldes podrán ser re tirados entre los 7 y 10 días.

Tanque cilíndrico

Este tanque será un cilindro de un diámetro de 10 m., una altura de 4 m., y un espesor de pared de 25 - cm. Se utilizará concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y acero $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$.

La distribución del refuerzo varía según la -- profundidad, los primeros dos metros de profundidad llevarán varillas #6 a cada 20 cm. c.a.c., el tercer metro varillas #6 a cada 14 cm. c.a.c. y el cuarto varillas #6 a cada 10 cm. c.a.c. Para fraguado y temperatura el refuerzo se pondrá en forma vertical con diámetro #4 a cada 25 cm. c.a.c.

La cimentación del tanque es su propio fondo, se armará únicamente por fraguado y temperatura con varillas #4 a cada 20 cm. c.a.c. en ambos sentidos. En la parte interior del tanque el fondo tendrá una pendiente del 8% para facilitar su vaciado.

Los moldes de este tanque son más sencillos, - serán paredes circulares de madera, con separadores tubu lares, los que permitirán mantener el espesor. Unicamen te deberá tenerse cuidado durante el colado, en fijar la altura de caída del concreto, para ello se recomienda ha cer en la cimbra unas ventanas de colado a una altura no

mayor de 150 cm., así como vigilar el tiempo de vibrado. Los moldes se podrán retirar si el tiempo lo permite dependiendo del tipo de cemento utilizado entre los 7 y 10 días.

Cubierta del tanque seleccionado

Las armaduras de cubierta se harán a base de - perfiles de acero; las juntas de las armaduras serán eje cutadas con soldadura eléctrica, se recomienda electrodo 5/32" aplicado en cordones sencillos.

El tubo central en la concurrencia de las armaduras será de columna de acero de 2".

Las armaduras llevarán placas de asiento de 25 X 25 cm. (10" X 10") con cuatro tornillos de anclaje de $\frac{1}{2}$ " de diámetro. Estos tornillos se ahogarán en el concreto cuando se este colando la ménsula del tanque.

Como se sabe, en lo que concierne a la explotación controlada de los recursos marinos, nuestro País cuenta con una gran infraestructura, - la cual no ha sido bien aprovechada, por no contar con sistemas de suministro de agua de mar que satisfagan en forma constante y adecuada los requerimientos de los distintos laboratorios acuaculturales y módulos de Biología.

Para ello el proyecto propuesto en este trabajo de tesis permite dar una posible solución al problema; estudiando un sistema hasta cierto -- punto sencillo en sus procedimientos de construcción y que a su vez presenta facilidad en los trabajos de mantenimiento una vez que el sistema sea -- puesto en funcionamiento.

El proyecto de suministro de agua de mar para su diseño y cálculo, se dividió en cuatro sistemas principales; los que siguiendo el recorrido que hará el agua son:

- A) SISTEMA DE ALIMENTACION
- B) SISTEMA DE BOMBEO
- C) LINEAS DE CONDUCCION
- D) SISTEMA DE ALMACENAMIENTO

- A) El sistema de alimentación comprende los elementos que -- estarán captando el agua directamente del mar; para ello se hizo necesario la colocación de unos filtros que por medio de tuberías colocadas en el fondo del mar y con la ayuda de un equipo de bombeo captarán el agua. La alternativa de poner estos filtros con sus tuberías se debió a que el agua por utilizar necesitaba ser de ciertas características y exenta de contaminantes, con lo que se tomó una profundidad mínima de succión de -7.00 M.
- B) El sistema de bombeo está formado por los equipos de bombeo; como se estudió antes se proyectó el sistema para -- que contará con dos líneas de succión que abastecerán a los laboratorios y dos líneas que servirán en caso de -- descompostura de alguna de ellas o para los trabajos de mantenimiento. El equipo utilizado fueron bombas Goulds-tipo 3405 de 1750 r.p.m. de un tamaño de 4" X 6" - 12 , de 15 H.P.

- C) Una vez el agua tomada del mar se condujo a los tanques de almacenamiento por medio de tuberías debidamente protegidas. Se instalaron varios registros a lo largo de la línea con el objeto tener tramos cortos de tubería y de poderles dar un buen mantenimiento.
- D) El sistema de almacenamiento se constituyó por dos tanques de concreto reforzado, con capacidad de 300 m³, cada uno alimentado por dos líneas de conducción colocadas de tal manera que al entrar el agua al tanque mantenga esta circulando constantemente con el objeto de evitar hasta donde sea posible la fijación de larvas.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- INTRODUCTION TO OCEANOGRAPHY
David A. Ross.
- CONCEPTOS DE OCEANOGRAFIA FISICA
D. Askren
A. Badam
- NOCIONES DE PUERTOS (I.M.M.)
Ing. Julio Dueso
- MECANICA DE LOS FLUIDOS
Streeter/Wylie
- MANUAL DE HIDRAULICA
King
- MAQUINAS HIDRAULICAS
Ing. José L. de Parres
- MANUAL DE BOMBAS
Edit. Blume
- HYDRAULICS
R. L. Daugherty
- SHORE PROTECTION PLANNING AND DISANG
Third Edition
- REGLAMENTO DE LAS CONSTRUCCIONES DE CONCRETO
REFORZADO
ACI-318-77 IMCYC
- CONCRETO
Ing. Marco A. Torres H.
- APUNTES DE DISEÑO DE CONCRETO
Ing. Pablo Peña
- ASPECTOS FUNDAMENTALES DEL CONCRETO REFORZADO
González Cuevas / Robles
- REINFORCED CONCRETE STRUCTURES
Dean Peabody
- CIMENTACIONES DE ESTRUCTURAS
C. W. Dunham
- APUNTES DE CIMENTACIONES
Ing. Roberto Falcon

- DISEÑO DE CONCRETO ARMADO
Everard y Tanner