

39  
29.



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

"DISEÑO DEL SISTEMA HIDRAULICO DEL MUSEO  
VIVO DE LA TORTUGA EN BAHIA DE SANTA CRUZ,  
PLAYA DE LA YERBABUENA, HUATULCO OAXACA"

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A :

ADAN GUTIERREZ GARCIA



DIRECTOR DE TESIS: M.I. HUMBERTO GARDEA VILLEGAS

MEXICO, D.F.

1998

266117

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



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 esta 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.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA  
DIRECCION  
FING/DCTG/SEAC/UTIT/162/96

Señor  
**ADAN GUTIERREZ GARCIA**  
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor **M. L. HUMBERTO GARDEA VILLEGAS**, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de **INGENIERO CIVIL**.

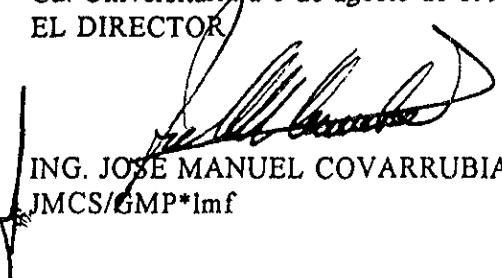
**"DISEÑO DEL SISTEMA HIDRAULICO DEL MUSEO VIVO DE LA TORTUGA EN BAHIA DE SANTA CRUZ, PLAYA DE LA YERBABUENA, HUATULCO OAXACA"**

- INTRODUCCION Y JUSTIFICACION DEL PROYECTO**
- I. LOCALIZACION Y DESCRIPCION DE LA ZONA DE PROYECTO**
  - II. DESCRIPCION DEL PROYECTO**
  - III. REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO**
  - IV. DIMENSIONAMIENTO DE LOS ESTANQUES**
  - V. CARCAMO DE BOMBEO PARA LA EXTRACCION DEL AGUA DE MAR**
  - VI. EQUIPO DE BOMBEO PARA RECIRCULACION DEL AGUA DE LOS ESTANQUES**
  - VII. SISTEMA DE DESALOJO DE AGUAS**
  - VIII. ESTANQUE PARA ESPECIES DEL GOLFO DE MEXICO**

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cd. Universitaria a 6 de agosto de 1998.  
EL DIRECTOR

  
ING. JOSÉ MANUEL COVARRUBIAS SOLIS  
JMCS/GMP\*lmf

Dedico esta tesis:

A mis padres por brindarme la oportunidad.  
A mis hermanos por su apoyo.  
A mi tío por su voluntad.  
A mi familia por su cariño y apoyo.  
A mis profesores por su tiempo y conocimientos.  
Y muy especialmente a Pilar por creer en mí en  
todo momento.

**Universidad Nacional Autónoma de México**

**Facultad de Ingeniería**

**“Diseño del Sistema Hidráulico del Museo Vivo de la Tortuga en  
Bahía de Santa Cruz, Playa de la Yerbabuena, Huatulco Oaxaca”**

Tesis que para obtener el título de: **Ingeniero Civil**

Presenta:

**Adán Gutiérrez García**

Director de tesis:

M.I. Humberto Gardea Villegas

1998.

# Diseño del Sistema Hidráulico del Museo Vivo de la Tortuga en Bahía de Santa Cruz, Playa de la Yerbabuena, Huatulco Oaxaca.

## INDICE

Introducción y Justificación del Proyecto.....	1
I. Localización y descripción de la zona de proyecto.....	9
Clima	
Sismicidad	
Huracanes	
II. Descripción del proyecto.....	15
Concepto	
Funcionalidad	
III. Requerimientos del proyecto.....	19
Hidráulicos	
Biológicos	
Arquitectónicos	
IV. Dimensionamiento de los estanques.....	21
V. Cárcamo de bombeo para la extracción del agua del mar.....	22
Condiciones, alternativas de proyecto y diseño hidráulico	
VI. Equipo de bombeo para la recirculación del agua de los estanques.....	23
Criterios de selección	
Diseño	
VII. Sistemas de desalojo de aguas.....	26
Aguas marinas transitorias	
Drenado de los estanques	
VIII. Estanque para especies del Golfo de México.....	30
Descripción	
Análisis y diseño del estanque	
Distribución del empuje hidrostático sobre el túnel panorámico	
ANEXOS	
Catálogo de equipos considerados	
Memorias de cálculo	
PLANOS	
CONCLUSIONES	
BIBLIOGRAFÍA	

## Introducción y Justificación del Proyecto

“El enemigo más grande del hombre es su propia ignorancia”<sup>1</sup>

El objetivo de este trabajo, es diseñar el sistema hidráulico para agua salada y analizar su funcionamiento para el conjunto, verificando que esté acorde con el proyecto arquitectónico; ya que ambos fueron propuestos paralelamente de manera que se adecue tanto a la parte funcional como a la parte estética de la propuesta original.

Esta tesis complementa el proyecto arquitectónico “Museo Vivo de la Tortuga” que para obtener el grado de arquitecto, presentó Gabriel Tenoch Tahuilan G. en la Universidad La Salle.

### Definición y origen de los Museos

““ Museo: Institución abierta al público donde están reunidas colecciones de objetos de arte, o que presenta un interés histórico, científico o técnico.

En su primera acepción, el término designaba el santuario destinado a las musas que se encontraba en una colina de Atenas. Se aplicó también a una academia dotada de amplias instalaciones como la que Ptolomeo Filadelfo había instalado en su palacio de Alejandría. En nuestros días, el museo ha perdido su función religiosa para convertirse en un lugar donde se reúnen colecciones de objetos de arte o científicos. Los museos se han formado generalmente a partir de colecciones privadas. Su concepción, que estaba fundada tradicionalmente en la noción de conservación, se orienta cada vez más hacia la animación, lo que implica la organización de exposiciones, de visitas, etc. Con este mismo espíritu didáctico se ha iniciado un esfuerzo para difundir lo más ampliamente posible el arte, las ciencias, la historia y la tecnología. El verdadero problema de la museología no es el de la instalación, sino el de su función real y el de su inserción en la vida cultural y social. ””

Anteriormente los museos fueron inanimados. El contenido de las exhibiciones consistía en objetos recolectados, vendidos, donados y prestados a lo largo del tiempo por una gran diversidad de personas alrededor del mundo. En la actualidad, la tendencia es aumentar la didáctica de los mismos, no sólo presentar un cúmulo de datos descriptivos de los objetos expuestos; sino permitir y lograr que el visitante participe y viva sensaciones y situaciones diversas en condiciones controladas para la mejor comprensión y asimilación de éstas por parte del visitante. Tal es el caso del Parque Nacional Lagunas de Chacahua Oaxaca, que contiene criaderos de tortuga, iguana y cocodrilo.

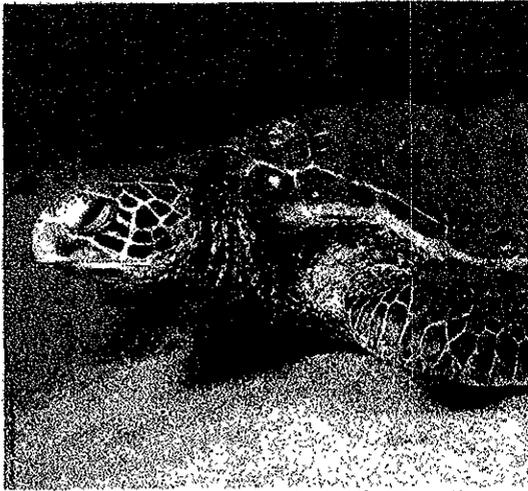
En esta tesis se presentará un proyecto relacionado con un museo, que de construirse, exhibirá vivas al mayor número de especies de tortugas existentes en el planeta; muy especialmente las tortugas marinas.

Tortuga es el nombre común de los reptiles del orden quelonios y en particular de algunas especies. Las tortugas tienen peso y tamaño variable (pueden ser de unos gramos hasta media tonelada de peso, y oscilan desde algunos centímetros hasta casi 2 metros de longitud). Se caracterizan por su caparazón, compuesto por un espaldar y un peto, que recubre la mayor parte de su cuerpo y bajo el cual, el animal puede retraerse casi por completo; dicho caparazón puede ser córneo, pero también calcáreo. Las mandíbulas tienen un pico corto y carecen de dientes. Existen tortugas terrestres, de agua dulce y marinas. La tortuga boba (*Caretta caretta*) es la más común en el mediterráneo, donde están presentes también la tortuga verde (*Chelonia mydas*) con más de 1.50 m de longitud, la tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata*) y la tortuga laúd (*Dermodochelys coriaces*), siendo ésta última la de mayor

---

<sup>1</sup> Jorge García M.

tamaño. Entre las tortugas de agua dulce, destaca la palustre europea (*Emys orbicularis*), caracterizada por una coraza oval más bien aplastada, de una longitud de hasta 20 cm. Entre las terrestres, merecen mencionarse la tortuga de Hermann (*Testudo hermanni*), de caparazón muy robusto, de 20-25 cm de longitud, y la tortuga griega (*Testudo graeca*).



Tortuga verde en el mar de Hawaii



Tortuga boba (*Caretta caretta*)

Las tortugas marinas son criaturas solitarias que pasan la mayor parte de su vida en el mar. Por la dificultad que representa estudiarlas en mar abierto, se desconocen muchos aspectos de su vida; además, a diferencia de muchas otras especies animales, rara vez conviven entre sí. Su habilidad para migrar y regresar fielmente a anidar en la misma playa en que nacieron, es una hazaña sorprendente que ha sido el punto central de investigaciones científicas durante décadas de estudio.

La lucha de la tortuga marina por la supervivencia empieza en el momento en que sale del cascarón. Las primeras 48 horas de su vida son críticas: para romper el cascarón utilizan un diente puntiagudo temporal en la mandíbula superior que se cae poco después del nacimiento. Salir del nido representa un esfuerzo de grupo que puede llevar varios días. Por lo general, las crías salen del nido por la noche o durante una tormenta. Pueden morir por deshidratación por el sol o ser capturadas, deberán viajar con nada más que sus propios medios, desde la playa a un lugar en el océano donde estén relativamente a salvo de los depredadores y puedan encontrar alimento.

Sus enemigos van desde la playa, donde gatos, perros y humanos que gustan de sus huevos saquean los nidos. Al nacer y cruzar la playa, son atrapadas por perros, iguanas, gaviotas, cangrejos y otros animales y en el océano por varios depredadores como peces grandes, pulpos, calamares, tiburones, etc. que disminuyen al aumentar éstas de tamaño. Otras mueren al ingerir brea o pedazos de plástico. Los obstáculos son tan numerosos que sólo una de cada 1000 aproximadamente llega a la edad adulta.

Muchas crías en el Atlántico y el Caribe deben abrirse paso en las corrientes del Golfo, que están llenas de sargazo. Ahí las jóvenes tortugas encontrarán una amplia fuente de alimento y pocos depredadores. Después de varios años de flotar en el mar, las jóvenes tortugas son lo suficientemente grandes para aventurarse a regresar a las aguas cercanas a la costa en donde encontrarán diferentes hábitats donde pasar su juventud.

Una vez que alcanzan la edad adulta y la madurez sexual, se cree que las tortugas marinas migran a un nuevo hábitat en donde probablemente permanecerán el resto de su vida, excepto durante la época de reproducción.

El apareamiento y el desove son las dos únicas actividades que desvían a las tortugas de su vida rutinaria y sus sitios de alimentación.

En la actualidad, las investigaciones se centran en comprobar si las tortugas realmente pueden detectar el ángulo e intensidad del campo magnético de la tierra para determinar su latitud y longitud para guiarse y navegar prácticamente a cualquier lugar.

La mayor parte de las investigaciones sobre estos animales se ha llevado a cabo en las playas donde anidan, pero se necesita saber también cómo se comportan en el agua y cuáles son las rutas que toman para ir y regresar; lo que ocurre en el mar es extremadamente importante para la supervivencia de estas especies que pasan más del 90% de su vida en el agua.

Una vez que los machos han dejado la playa en la que nacieron, nunca vuelven a tocar tierra, ni siquiera durante la etapa del cortejo y la fecundación. La cópula se lleva a cabo en el mar, en la superficie o debajo del agua. Las hembras pueden aparearse con varios machos y guardar el esperma por meses.

### **Situación actual**

Una gran cantidad de especies animales y vegetales son erradicadas de nuestro planeta día con día por el uso inadecuado de los recursos naturales, la deforestación de zonas naturales y ecosistemas completos con fines netamente humanos, por mitos o simplemente por diversión; tales son los casos de aletas de tiburón, la casa del rinoceronte por sus cuernos y el elefante por sus colmillos, la casa de la tortuga carey por su caparazón o la del huevo de la tortuga en general, dan como resultado la peligrosa y progresiva extinción de la vida sobre el planeta.

La tortuga es un reptil acuático y terrestre, con antecedentes que datan desde la prehistoria, sobresaliendo de manera especial la tortuga marina, que está en grave peligro de extinción. Ésta es la razón para crear un centro de investigación y desarrollo en pro de la conservación de este animal.

La explotación del huevo y piel de la tortuga marina que se realizó en forma indiscriminada durante las décadas de los 60's y 70's, originó una disminución considerable en su población llegándose al extremo de ponerla al borde de la extinción.

Para dar protección a la especie, el gobierno federal estableció diversos programas de protección tendientes a la recuperación, la investigación y la vigilancia del recurso; en apoyo a lo anterior las principales playas de anidación en ambos litorales del país fueron declaradas zonas de reserva y sitios de refugio de la especie.

El 28 de mayo de 1990, continuando con la política de conservación del gobierno, se expidió y firmó un acuerdo, en virtud del cual se estableció la veda total y permanente para todas las especies y subespecies de tortuga marina en aguas mexicanas, con el fin de lograr la recuperación del recurso, mediante la aplicación de técnicas de conservación y cultivo.

En las costas mexicanas se presentan 10 de las 11 variedades de tortugas marinas existentes en el mundo, de las cuales 9 desovan en nuestras playas y el 80% ocurre en las costas del estado de Oaxaca.

Así mismo, se anunció la necesidad de establecer un "Museo Vivo de la Tortuga" en las costas del estado de Oaxaca que, además de cumplir fines didácticos, contribuirá a concientizar a la población sobre la importancia de la especie y principalmente la necesidad de cooperar en su conservación.

En el mundo de la política y el comercio sucede que, en abril de 1998, la defensa del medio ambiente ha llevado al movimiento ecologista a oponerse al libre comercio; en esta ocasión "Por amor a las Tortugas". En el pasado, E.U. impuso el embargo atunero a México arguyendo la matanza de delfines durante la captura del atún; ahora, los ecologistas presionan en el Congreso Estadounidense por la matanza de tortugas al momento de la pesca del camarón. Y mientras se aprueba o desaprueba el camarón exportado por México, el país perderá grandes cantidades de dinero. El presentar al mundo un centro de investigación y producción del producto como el "Museo Vivo" con sus laboratorios y planes de desarrollo y cultivo, limitaría el que países como E.U. impusieran un embargo o cualquier tipo de reacción negativa al camarón mexicano.

Económicamente, el turismo en México es una actividad socioeconómica y cultural que cada vez se consolida más en el desarrollo general del país. Constituye un importante medio para equilibrar la balanza de pagos, generar empleos, apoyar el desarrollo regional y propiciar el descanso recreativo de los mexicanos y extranjeros. El turismo impulsa el desarrollo social, genera divisas y atrae capitales, propicia el adelanto tecnológico y promueve el comercio, dinamiza la construcción y alienta el transporte; promueve las artesanías, las tradiciones y la gastronomía, además de que requiere menor inversión por empleo y multiplica las oportunidades de inversión, favoreciendo de esta manera a la economía en su conjunto.

En entidades como Oaxaca el turismo es el ramo más dinámico de la economía y la más sólida alternativa a corto y mediano plazo para generar empleos, elevar los niveles de ingreso e impulsar el crecimiento económico, siempre y cuando se utilice la fuerza de trabajo de los oaxaqueños.

La actividad turística contemporánea en Oaxaca inicia a raíz de los descubrimientos en las zonas arqueológicas de Mitla y Monte Albán, en 1928 y 1932 respectivamente. En 1936 se filmó por primera vez la festividad del "Lunes del Cerro". En 1937 se fundó la primera oficina de turismo en Oaxaca. En 1940 se realizaban vuelos a Miahuatlán en una avioneta denominada "Taxi aéreo de Oaxaca". Con ello se puede ver la importancia que tienen para el turismo las zonas "Naturales, Culturales y de Descanso".

En 1984 fue el inicio de las obras del proyecto Bahías de Huatulco. En 1985 las acciones más importantes se orientaron hacia la región de la Costa. En 1987 la región de los Valles Centrales y específicamente la ciudad de Oaxaca es declarada por la UNESCO como "Patrimonio Cultural de la Humanidad", además en este mismo año se incrementaron los vuelos de las líneas aéreas nacionales y las corridas de las líneas de autobuses de pasajeros.

El desarrollo turístico propuesto para Bahías de Huatulco es de gran envergadura. Se han establecido como metas a largo plazo 2.15 millones de visitantes anuales, 25,276 cuartos en hoteles y condo-hoteles, 6,626 villas y residencias turísticas, 30,300 empleos directos creados en la actividad turística y 101,100 indirectos, que generarán una población de 388,305 habitantes. La derrama económica esperada en la zona de Huatulco se estima la mayor del estado.

A continuación se presentan algunos datos ilustrativos y comparativos de las preferencias y del desarrollo del turismo en el estado de Oaxaca.

Turistas que se hospedaron, agrupados por categoría del establecimiento y centro turístico:

Centro turístico	Total	Cinco Estrellas	Cuatro Estrellas	Tres Estrellas	Dos Estrellas	Una Estrella
Estado	759,908	152,640	158,415	144,930	173,215	130,708
Ciudad de Oaxaca	460,996	34,269	76,815	119,414	129,079	101,419
<b>Bahías de Huatulco</b>	<b>149,421</b>	<b>118,371</b>	<b>25,536</b>	<b>5,514</b>		

Fuente: Secretaría de Desarrollo Turístico del Estado 1997.

Turistas que se hospedaron, agrupados por residencia y centro turístico:

Centro turístico	Total	Nacionales	Extranjeros
Estado	759,908	563,554	196,354
Ciudad de Oaxaca	460,996	328,530	132,466
Puerto Escondido	149,491	123,108	26,383
<b>Bahías de Huatulco</b>	<b>149,421</b>	<b>111,916</b>	<b>37,505</b>

Fuente: Secretaría de Desarrollo Turístico del Estado 1997.

Ocupación hotelera anual y promedio de estancia en los principales centros turísticos:

Centro turístico	Ocupación hotelera (%)	Promedio de estancia (noches por turista)
Estado	44.28	2.98
Ciudad de Oaxaca	42.45	1.91
Puerto Escondido	39.73	2.54
<b>Bahías de Huatulco</b>	<b>50.67</b>	<b>4.51</b>

Fuente: Secretaría de Desarrollo Turístico del Estado 1997.

El porcentaje más bajo de ocupación hotelera en Bahías de Huatulco, se presentó en el mes de septiembre con un 28%, mientras que el nivel más alto, se registró en el mes de febrero con un 68%.

Inversión realizada en el sector turismo según modalidad

Modalidad	Inversión realizada	Porcentaje
Total	50,043,601.00	100.0
Normal federal	300,000.00	0.6
Apoyos financieros	1,148,031.00	2.3
<b>Fonatur Huatulco</b>	<b>30,141,000.00</b>	<b>60.2</b>
Estatal	336,140.00	0.7
Inversión privada	18,118,430.00	36.2

Fuente: Secretaría de Desarrollo Turístico del Estado 1997.

La información anterior, indica el poder adquisitivo y las preferencias del tipo de turismo que visita Bahías de Huatulco de varias formas:

1. El 80% del turismo que visita esta zona, se concentra o prefiere hoteles de cinco estrellas ★★★★★
2. En turismo de playa, la preferencia por Bahías de Huatulco (desarrollo nuevo), es comparable con la de Puerto Escondido (que es un sitio con muchos más años) para turistas nacionales y es mejor para los turistas internacionales

3. La ocupación hotelera y el promedio de estancia por turista en Bahías de Huatulco, superan por mucho incluso los niveles estatales, por lo que la actividad en la zona es mas constante y confiable que en cualquier otro destino turístico en el mismo estado, proporcionando una cierta estabilidad económica.
4. La inversión que se realiza en la zona de Huatulco representa el 60% del total de las inversiones para el sector turismo a nivel estatal.

El sitio seleccionado en el Estado de Oaxaca es idóneo; la concentración de nidos naturales en las costas del estado de Oaxaca y la existencia de hermosas playas, además de desarrollos turísticos de primer nivel en Bahías de Huatulco, son puntos importantes que favorecen el desarrollo del proyecto en esta localidad, donde se proyecta promover el concepto de "Turismo Ecológico"; que además de su función recreativa o turística, este proyecto integra un centro de investigación y desarrollo del recurso dentro de su medio ambiente natural.

A continuación se enumeran las diferentes especies de tortugas y su división entre marinas y dulceacuícolas.

Tortugas Marinas del Mundo y su Distribución en México.				
Género	Especie	Subespecie	N común	Distribución
1.- Caretta	<i>caretta</i>	<i>caretta</i>	CAHUAMA	Golfo y caribe
2.- Caretta	<i>caretta</i>	<i>gibas</i>	PERICA	Pacífico
3.- Chelonia	<i>mydas</i>		BLANCA	Golfo y caribe
4 - Chelonia	<i>agassizi</i>		PRIETA	Pacífico
5.- Eretmochelys	<i>imbricata</i>	<i>imbricata</i>	CAREY	Golfo y caribe
6.- Eretmochelys	<i>imbricata</i>	<i>bissa</i>	CAREY	Pacífico
7.- Lepidochelys	<i>kempii</i>		LORA	Golfo y caribe
8.- Lepidochelys	<i>olivacea</i>		GOLFINA	Pacífico
9.- Dermochelys	<i>coriacea</i>	<i>coriacea</i>	LAUD	Golfo y caribe
10.- Dermochelys	<i>coriacea</i>	<i>schlegelii</i>	LAUD	Pacífico
11.- Natator	<i>depressus</i>		**KIKILA	Pacifico (Australia)

Tortugas Terrestres y Dulceacuícolas					
Genero	Especie	Subespecie	N. Común (español)	N. común (inglés)	Distribución
Xerobastes	<i>berlandieri</i>		Tortuga de desierto	Texas gopher	Estados Unidos
Rhinochlemys	<i>pulcherrima</i>		Mexicana de monte	Painted wood turtle	México
Kinosternum	<i>integrum</i>		Tortuga Mexicana de lodo o casquillo	Mexican mud turtle	México
Crysemy	<i>picta</i>		Tortuga pinta	Painted turtle	Centro América
Trachamys	<i>scripata</i>	<i>ornata</i>	Tortuga jicoteca	Common slider	México
Trachamys	<i>scripata</i>	<i>elegans</i>	Japonesa u Orejas rojas	Red ears	Asia
Staurotypus	<i>triporcatus</i>		Tres lomos o Guau	Mexican giant musk	México
Apalone	<i>spinifera</i>		Concha blanda	Western spinky	Centro América
Chalydra	<i>serpentina</i>		Tortuga lagarto	Snaffing turtle	Centro y Sur América

Fuente: Instituto Nacional de Pesca

Se han realizado censos de hembras anidadoras, rescate de nidadas, incubación de huevos y liberación de crías y se ha avanzado en el conocimiento de diferentes aspectos biológicos de la especie. Y se tienen las siguientes estadísticas proporcionadas por el Programa de Campamentos Tortugueros.

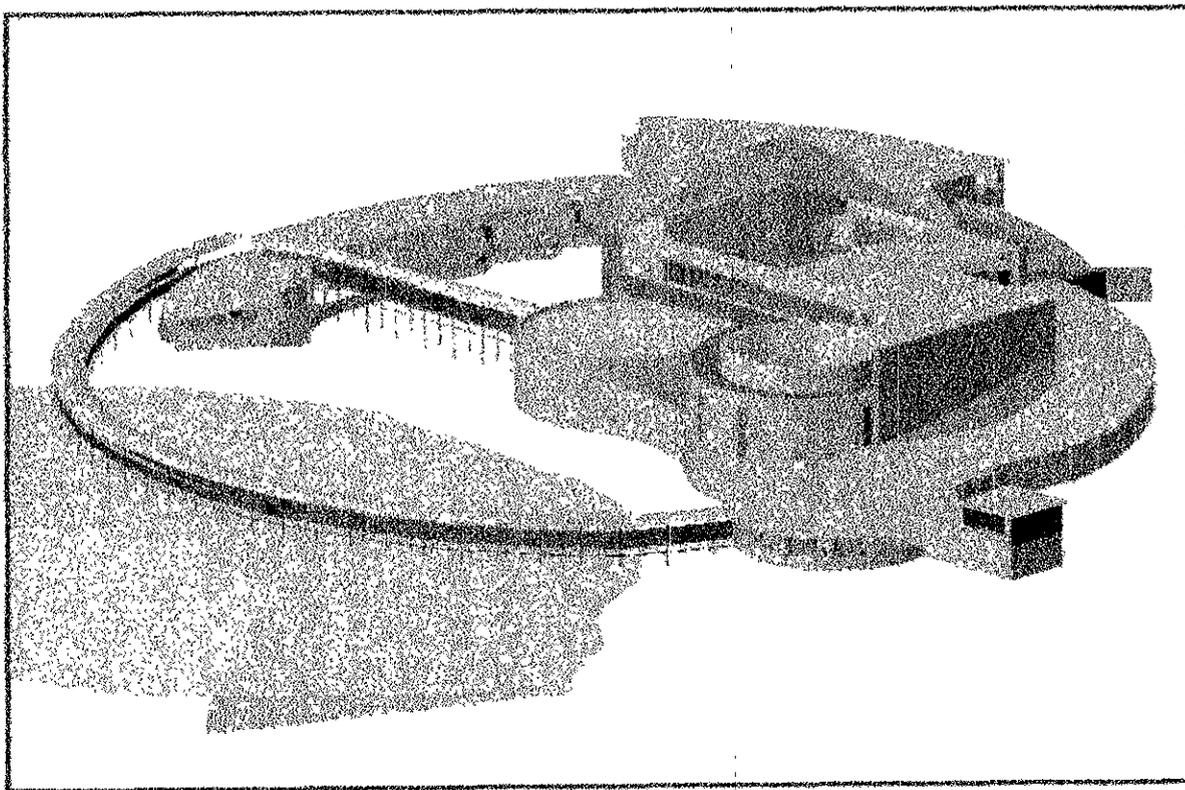
Resultados del censo tortuguero a nivel nacional de la temporada de arribos de 1992.

Nidos.....	245,000
Huevos.....	24,500,000
Crías liberadas.....	14,500,000

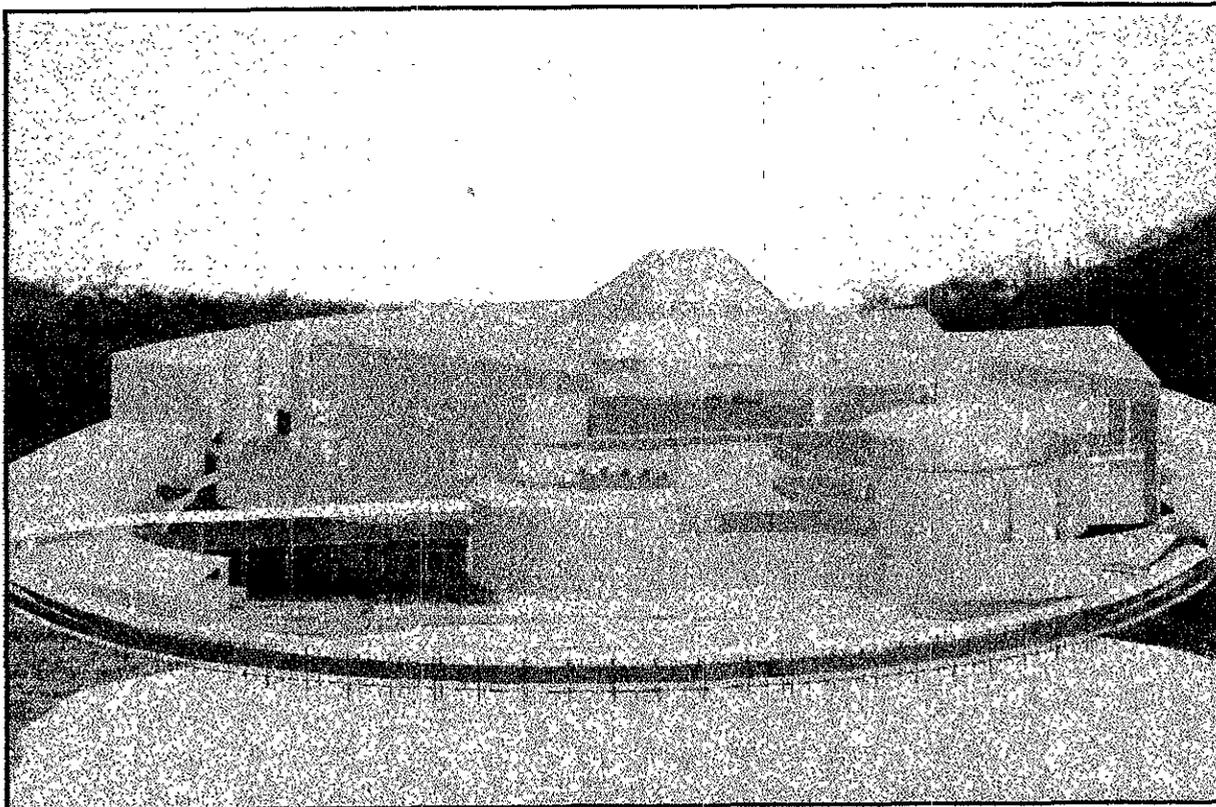
El presente proyecto contempla la creación de dos estanques principales para la exhibición de tortugas vivas en condiciones naturales; uno de ellos contendrá tortugas del Golfo y se llamará “Estanque del Golfo” y el “Estanque del Pacífico” en el que se exhibirán los especímenes pertenecientes al Océano Pacífico.

El proyecto también contendrá una zona de laboratorios para realizar las investigaciones pertinentes con la finalidad de conocer la naturaleza de la tortuga y la forma más conveniente en que se podrá ayudar para el restablecimiento de sus poblaciones.

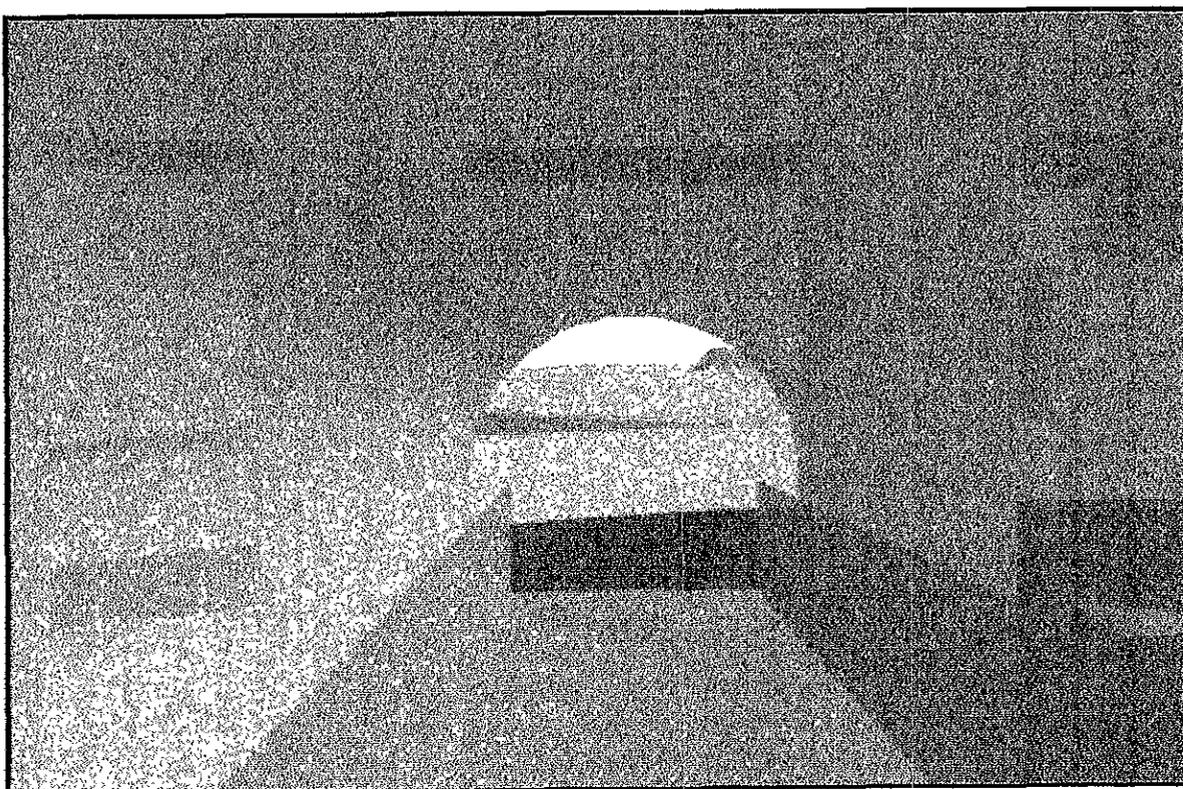
A continuación se muestran algunas vistas generales del proyecto en conjunto.



Vista aérea aislada del “Museo Vivo de la Tortuga” (fotografía desde el noreste)



Vista panorámica del “Museo Vivo de la Tortuga” en la playa de proyecto

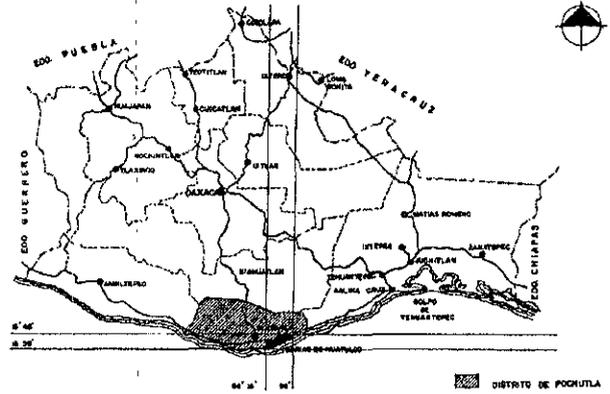
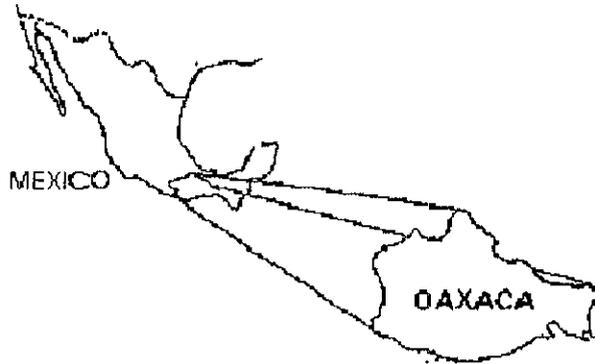


Vista desde el interior del Túnel Panorámico en el Estanque del Golfo

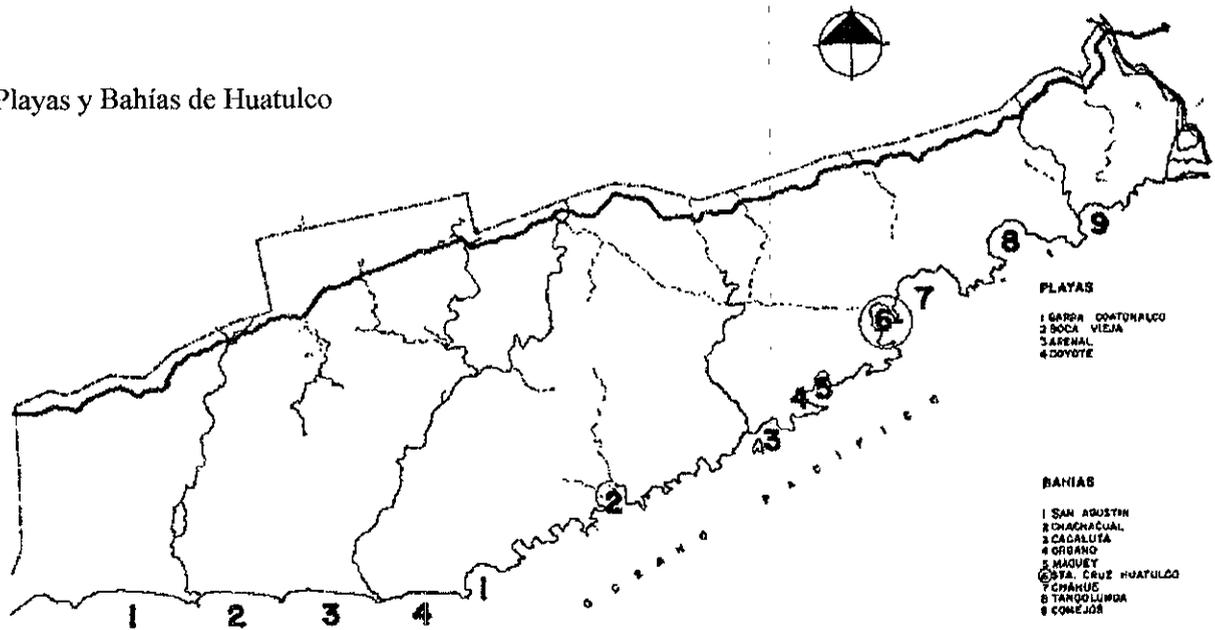
# I. Localización y descripción de la zona de proyecto

## Localización:

Playa de la Yerbabuena, Bahía de Santa Cruz, Bahías de Huatulco, Municipio de Santa María Huatulco, Distrito de Pochutla, Región Costa, Estado de Oaxaca, México.



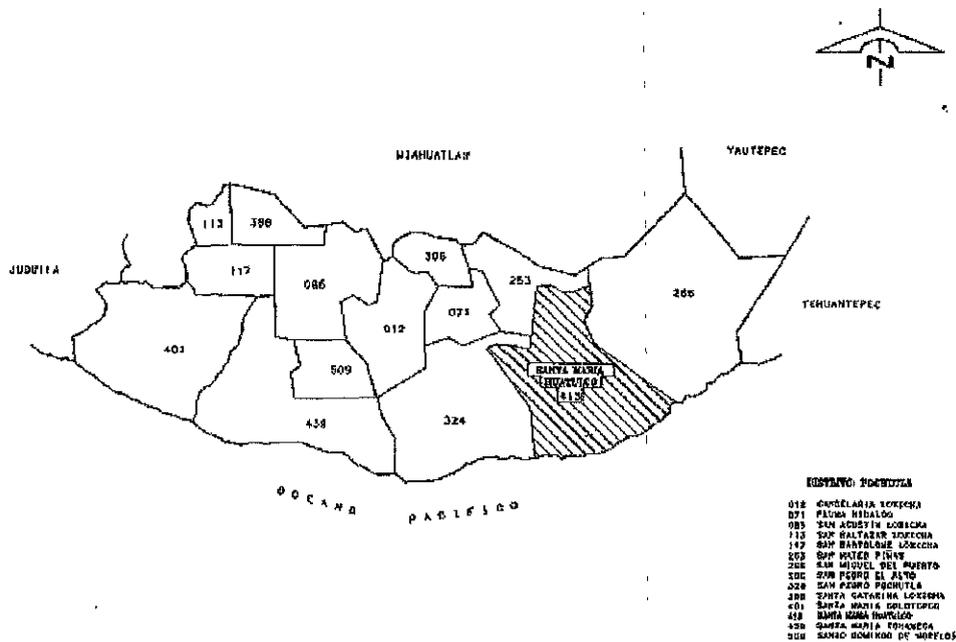
## Playas y Bahías de Huatulco



## Datos del municipio.

Las coordenadas geográficas extremas son al norte 15°58', al sur 15°41' de latitud norte, al este 96°03' y al oeste 96°23' de longitud oeste.

El municipio, representa el 0.60% de la superficie del estado. Colindando al norte con el municipio de San Mateo Piñas, al este con el municipio de San Miguel del Puerto, al sur con el Océano Pacífico y al oeste con los municipios de San Pedro Pochutla y Pluma Hidalgo.



**Descripción:**

La playa de la Yerbabuena cumple de forma natural con las expectativas climáticas y de ubicación óptimas para la realización de un proyecto de este tipo. Debido a su topografía, cuenta con particular privacidad, ya que es una de las playas más escondidas y acogedoras, tiene arrecifes y riscos como marco natural, formando parte de la zona de reserva ecológica.

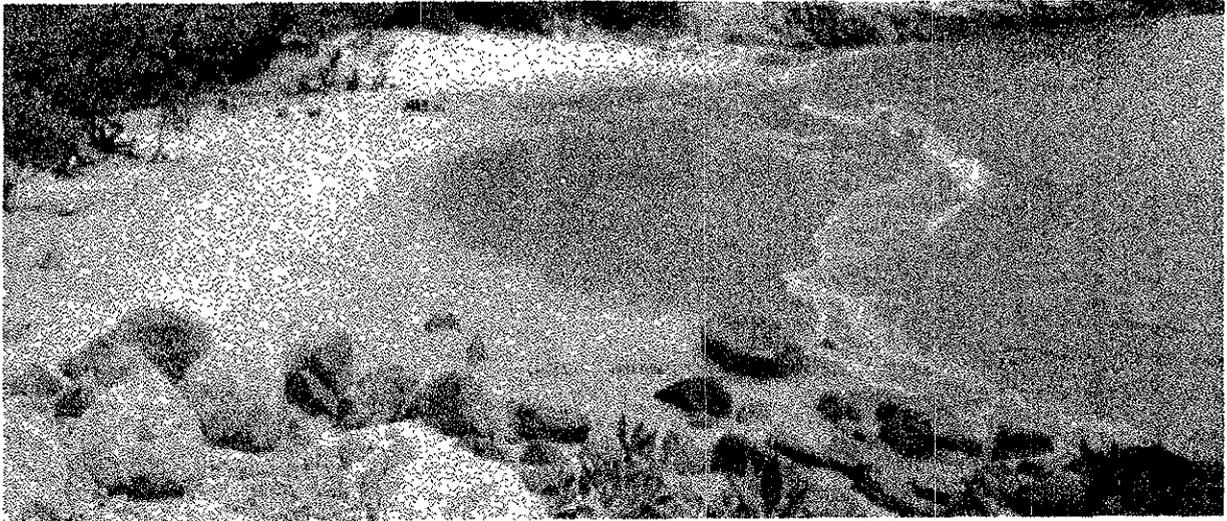


Privacidad proporcionada por la entrada estrecha a la bahía



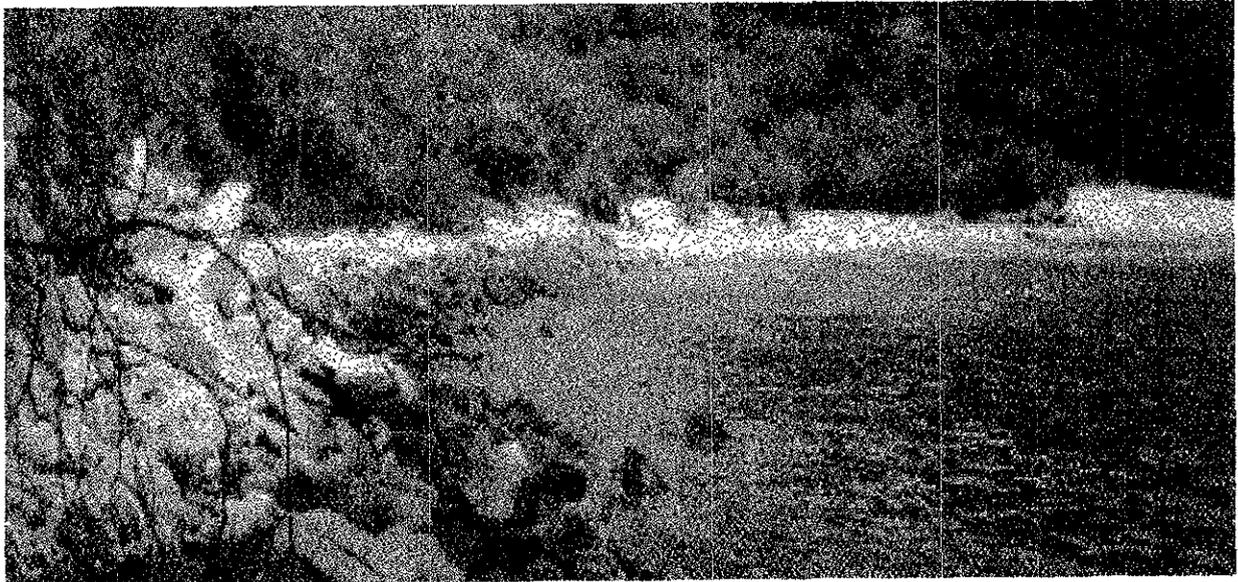
Playa protegida y enmarcada por riscos a ambos lados

Las dimensiones de la playa son de 100 m aproximadamente, de arena fina color claro, con una pendiente suave hacia el mar, ideal para el desove y reproducción. Se presentan bajos rocosos en los perímetros de la playa.



Playa con pendiente suave hacia el mar, ideal para el desove

El proyecto se adaptará a la conformación del terreno para minimizar el movimiento de tierras y lograr un espacio agradable y natural. La vegetación es abundante, de tipo selva tropical alta pereniforme, con presencia de cactáceas compartiendo el mismo hábitat.



Frente de playa de 100 m aproximadamente. Vegetación abundante

El agua cuenta con diferentes tonos de azul verdoso; así como la transparencia, visibilidad y claridad del agua, hacen de éste, un lugar sumamente atractivo.



Diferentes tonos de azul se presentan en el agua cristalina de la bahía

### **Clima**

**Clima:** Tipo cálido subhúmedo con lluvias en verano. Según la clasificación de Köppen este clima se denota como Aw (“A” significa clima tropical, y “w” representa las lluvias en verano).

**Asoleamiento:** El predio presenta una orientación adecuada con el menor número de horas de sol debido a la microtopografía del sitio (topografía local), la cual incluye riscos de elevación considerable, causando sombras en la parte sureste y noreste del terreno durante el amanecer y el atardecer respectivamente.

**Temperaturas:** Se conservará la temperatura ambiente en los sitios donde se localice vida animal, ya que de forma natural cumple las condiciones biológicas óptimas de su hábitat permitiendo el estudio y la reproducción de acuerdo a los estudios de la SEMARNAP (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca).

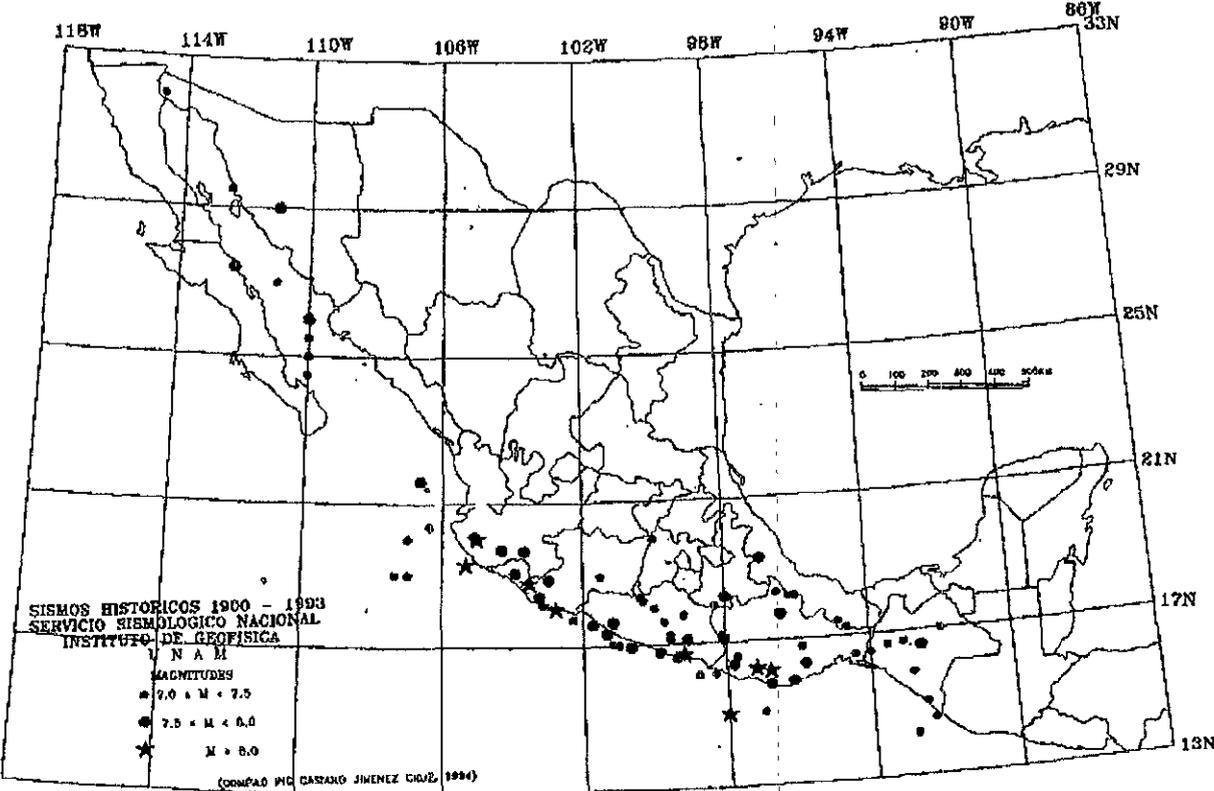
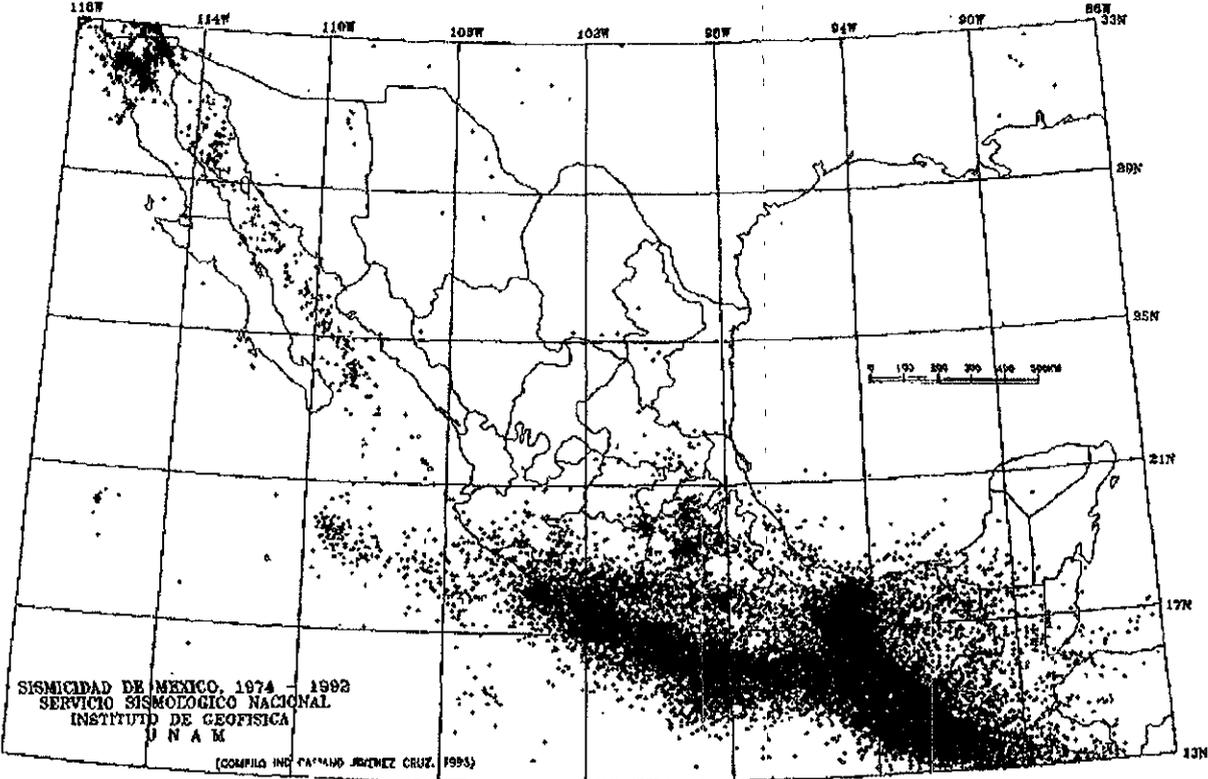
La temperatura ambiente será modificada con aire acondicionado inyectado, controlado por cortinas de aire en las zonas cerradas de visita y exposición. La temperatura del agua salada tomada directamente del mar, se conservará, se extraerá utilizando un cárcamo de bombeo, manteniendo un reciclaje mínimo del 15% del volumen de ambos estanques por día y reincorporando esta agua al mar (el intercambio de agua es recomendado para el mejor desarrollo de los animales).

**Precipitación:** La temporada de lluvias es en verano, siendo ésta la temporada fuerte. Se utilizarán materiales de la zona y losas inclinadas para evitar o disminuir los mantenimientos posteriores.

### **Sismicidad**

El estado de Oaxaca es el lugar con el récord más alto de sismos de toda la República, por tanto las estructuras deberán ser revisadas por sismo. FONATUR no permite más de 3 niveles de construcción

en la zona. Debido al movimiento y cantidades de agua en los acuarios se tendrá especial cuidado en los muros de contención y en los vanos que se proponen de acrílico y no de cristal por razones obvias de riesgo y seguridad.



## Huracanes

Vientos dominantes: No obstante que es una zona de litoral, de acuerdo a la gráfica proporcionada por FONATUR, este complejo a diferencia de Cancún, no tiene a la fecha problemas de ciclones y huracanes, esto permite tener libertad para proyectar vanos amplios y estructuras flexibles al diseño arquitectónico por viento.



### Regiones matrices que afectan a México.

Los huracanes que afectan al territorio mexicano tienen cuatro regiones matrices de nacimiento.

La primera región matriz se ubica en el Golfo de Tehuantepec y se activa generalmente durante la última semana de mayo. Los huracanes que surgen en esta época tienden a viajar hacia el oeste, alejándose de México; los generados de julio en adelante, describen una parábola paralela a la costa del Pacífico y a veces llegan a penetrar en tierra.

La segunda región se localiza en la porción sur del Golfo de México, en la denominada sonda de Campeche y los huracanes nacidos aquí aparecen a partir de junio con ruta norte, noreste, afectando a Veracruz y Tamaulipas.

La tercera región matriz se encuentra en la región oriental del Mar Caribe y sus huracanes aparecen en julio y especialmente entre agosto y octubre. Estos huracanes presentan gran intensidad y largo recorrido; afectan frecuentemente a Yucatán y la Florida.

La cuarta región se encuentra en la zona tropical del Atlántico, y se activa principalmente en agosto. Estos huracanes son de mayor potencia y recorrido, y generalmente se dirigen hacia el oeste, penetrando en el Mar Caribe, Yucatán, Tamaulipas y Veracruz.

Las regiones matrices no son estables en cuanto a su ubicación, ya que ésta obedece a la posición de los centros de máximo calentamiento marítimo, los que a su vez están influidos por las corrientes frías de California y contracorriente cálida ecuatorial en el Océano Pacífico y a la deriva de las ramificaciones de la corriente cálida del Golfo.

Aunque existe una región que afecta la zona del proyecto, donde el huracán Paulina hizo estragos e historia, esto no quiere decir que deben evitarse a toda costa los proyectos en el litoral del Pacífico. La zona de Bahías de Huatulco se encuentra casi atrás de la región matriz, por lo que no sufrió daños tan severos como otras localidades del estado, así, el proyecto quedaría establecido en una zona cuya afectación por huracanes no es tan seria. El Centro Mexicano de la Tortuga, ubicado en Mazunte, Oaxaca, al oeste de Puerto Angel, sí fue afectado, se recuperó y a la fecha está operando normalmente.

De acuerdo con la Revista "Ingeniería Civil" No. 301, la incidencia de los huracanes en el estado de Oaxaca es muy reducida, sólo se registraron 2 tormentas tropicales que penetraron el estado de Oaxaca durante el periodo 1960 - 1986, y el número de huracanes que penetraron el estado para el mismo periodo fue cero.

## **II. Descripción del proyecto**

Se ha visto que al interferir y alterar el balance o condiciones naturales de un hábitat; número o presencia de una especie, la temperatura, el espacio, sonido o incluso el cambio de luz o su intensidad, altera de tal forma al entorno, que rompe el balance existente incluso a niveles mundiales.

¿Quién hubiera pensado que el uso de aerosoles (CFC's) afectaría una capa de gas llamada ozono, situada a 10,000 m por encima de los sitios de generación? (10-48 km de altitud); Que la zona más afectada no se localizaría sobre estos puntos, sino hasta el Polo Sur.

Esto sólo fue el principio de uno de los tantos cambios y desordenes producidos por el hombre en nuestro planeta y que ahora deben enfrentarse las consecuencias a costos sumamente elevados, incluyendo vidas humanas, nuestras vidas y las de nuestros hijos.

Ahora que se tiene la noción, el tiempo y la posibilidad, se debe intentar salvar todo lo que aún exista en la medida de lo posible "a cualquier precio".

El "Museo Vivo", no sólo cumplirá la función de exhibición y difusión, pretende transmitir el sentido de la vida y la importancia de cada una de las especies vegetales y animales presentes en cada sitio del mundo. Infundir respeto a la vida y a la diversidad de sus formas. Envolver o involucrar al visitante dentro del medio viviente.

Además, en este proyecto se incluye un centro de investigación y desarrollo en pro de la conservación de este animal.

La cuarta región se encuentra en la zona tropical del Atlántico, y se activa principalmente en agosto. Estos huracanes son de mayor potencia y recorrido, y generalmente se dirigen hacia el oeste, penetrando en el Mar Caribe, Yucatán, Tamaulipas y Veracruz.

Las regiones matrices no son estables en cuanto a su ubicación, ya que ésta obedece a la posición de los centros de máximo calentamiento marítimo, los que a su vez están influidos por las corrientes frías de California y contracorriente cálida ecuatorial en el Océano Pacífico y a la deriva de las ramificaciones de la corriente cálida del Golfo.

Aunque existe una región que afecta la zona del proyecto, donde el huracán Paulina hizo estragos e historia, esto no quiere decir que deben evitarse a toda costa los proyectos en el litoral del Pacífico. La zona de Bahías de Huatulco se encuentra casi atrás de la región matriz, por lo que no sufrió daños tan severos como otras localidades del estado, así, el proyecto quedaría establecido en una zona cuya afectación por huracanes no es tan seria. El Centro Mexicano de la Tortuga, ubicado en Mazunte, Oaxaca, al oeste de Puerto Angel, sí fue afectado, se recuperó y a la fecha está operando normalmente.

De acuerdo con la Revista "Ingeniería Civil" No. 301, la incidencia de los huracanes en el estado de Oaxaca es muy reducida, sólo se registraron 2 tormentas tropicales que penetraron el estado de Oaxaca durante el periodo 1960 – 1986, y el número de huracanes que penetraron el estado para el mismo periodo fue cero.

## **II. Descripción del proyecto**

Se ha visto que al interferir y alterar el balance o condiciones naturales de un hábitat; número o presencia de una especie, la temperatura, el espacio, sonido o incluso el cambio de luz o su intensidad, altera de tal forma al entorno, que rompe el balance existente incluso a niveles mundiales.

¿Quién hubiera pensado que el uso de aerosoles (CFC's) afectaría una capa de gas llamada ozono, situada a 10,000 m por encima de los sitios de generación? (10-48 km de altitud); Que la zona más afectada no se localizaría sobre estos puntos, sino hasta el Polo Sur.

Esto sólo fue el principio de uno de los tantos cambios y desordenes producidos por el hombre en nuestro planeta y que ahora deben enfrentarse las consecuencias a costos sumamente elevados, incluyendo vidas humanas, nuestras vidas y las de nuestros hijos.

Ahora que se tiene la noción, el tiempo y la posibilidad, se debe intentar salvar todo lo que aún exista en la medida de lo posible "a cualquier precio".

El "Museo Vivo", no sólo cumplirá la función de exhibición y difusión, pretende transmitir el sentido de la vida y la importancia de cada una de las especies vegetales y animales presentes en cada sitio del mundo. Infundir respeto a la vida y a la diversidad de sus formas. Envolver o involucrar al visitante dentro del medio viviente.

Además, en este proyecto se incluye un centro de investigación y desarrollo en pro de la conservación de este animal.

En la actualidad se realizan foros y conferencias internacionales (Expolisboa 98), comerciales nacionales (Salvemos a las tortugas) y algunos consejos locales en pro de la vida, en los cuales se invierte mucho dinero para promover, pero ¿Porqué no invertir para conservar y demostrar?

El principal objetivo del centro de investigación será realizar aportes en el conocimiento de la biología y etología de las tortugas con la finalidad de contribuir en el diseño y la aplicación de estrategias de protección para lograr la recuperación de sus poblaciones.

A esta área correspondería coordinar la operación de los campamentos de protección y estaciones de investigación de tortugas marinas en el estado de Oaxaca; tarea que ahora sólo desempeña el Centro Mexicano de la Tortuga, situado en la localidad de Mazunte, también en Oaxaca.

Este proyecto consta de:

Centro de investigación con:

Salas de incubación abierta y cerrada

Laboratorio de incubación abierta y cerrada

Piletas para crías, juveniles y para observación de adultos

Estanquería al aire libre

Unidad técnica (Oficinas)

Módulos de habitación (4)

Área pública de visita con:

Acuario central constituido por 2 estanques: “Estanque del Golfo” y “Estanque del Pacífico”<sup>2</sup>

Sala de usos múltiples

Museo del aprovechamiento industrial

Sala de conferencias, Auditorio

Sala de proyecciones continuas

Acuario natural

Cafetería --Restaurante

Local para venta de artesanías y curiosidades

Servicios:

Estacionamiento

Baños

Bodega y almacén general

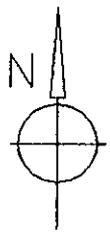
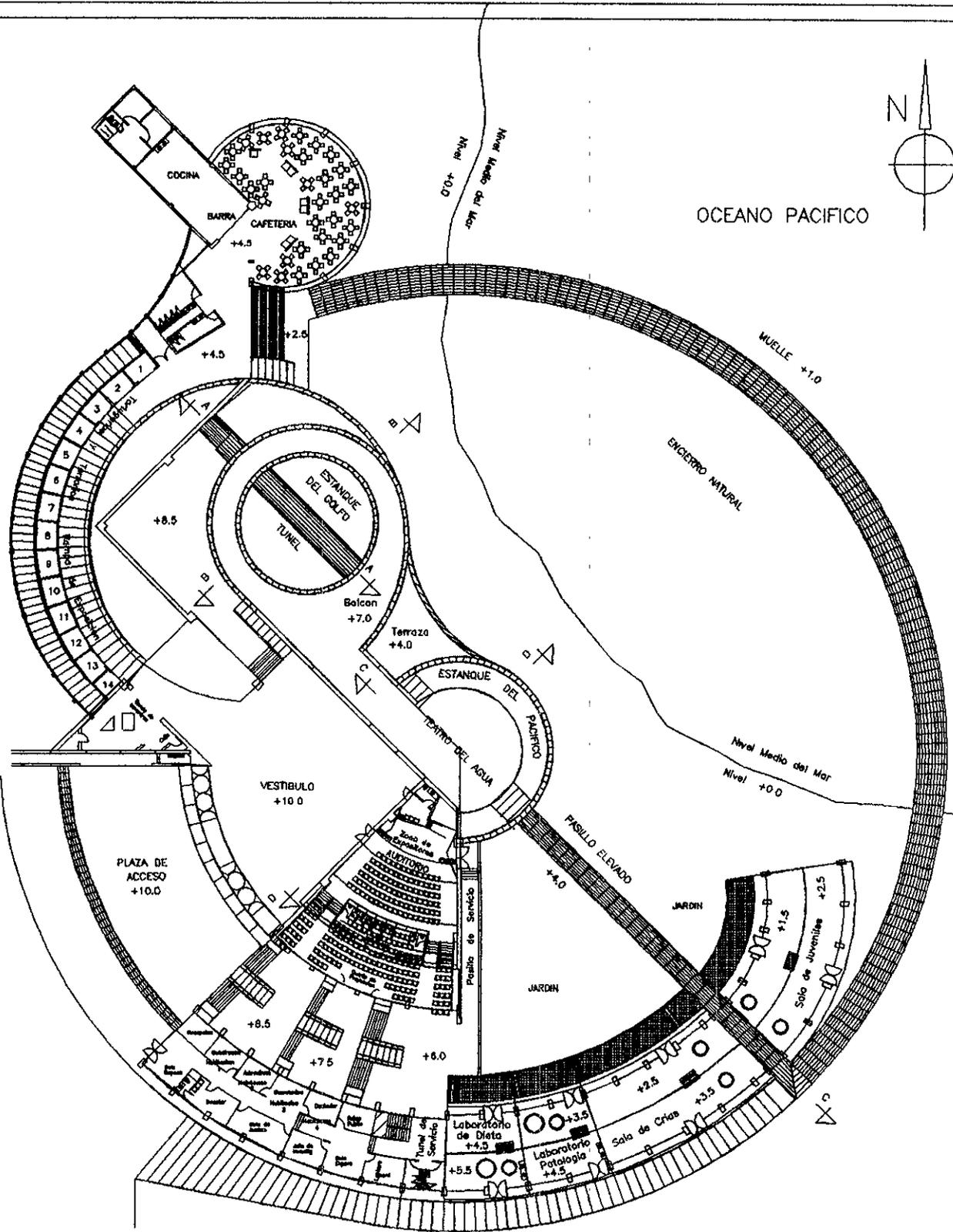
Cuarto de máquinas

Basura

A continuación se presenta un plano en el cual se indican las áreas contenidas en el proyecto.

---

<sup>2</sup> En el Estanque del Golfo se exhibirán ejemplares capturados en el Golfo de México, y en el Estanque del Pacífico se presentarán tortugas del Océano Pacífico



OCEANO PACIFICO

PLANTA GENERAL

## Concepto

Museo Vivo. Además de cumplir con fines didácticos, al mostrar vivas, en todo su esplendor las diversas especies de tortugas, contribuirá a concientizar a la población sobre la importancia de las especies y los seres vivos que aún tenemos en nuestro planeta y la necesidad de cooperar en su conservación o evitar su destrucción y con ella la nuestra.

Se promoverá el concepto de turismo ecológico en la región; el cual ya se ha visto con buenos ojos por los visitantes en sitios como el santuario de la mariposa Monarca, Xhel-Ha, Xcaret, la isla Cozumel y El Parque Nacional Lagunas de Chacahua (tortugas, iguanas y cocodrilos) dentro del territorio nacional.

Otros objetivos son:

- Difundir el conocimiento de la biología, conservación y legislación para la protección de las tortugas.
- Con la creación del “Museo” se dispondrá de la infraestructura apropiada para la investigación, el cultivo, el desarrollo y la conservación de la tortuga marina y se difundirá el concepto de veda total de la tortuga.
- Apoyar el desarrollo y crecimiento de las comunidades de la región.
- Incrementar la viabilidad de crías y juveniles de tortugas del Pacífico: Golfina, Prieta, Carey y Laúd.
- Aumentar la supervivencia de huevos y crías liberadas al mar en playas de anidación.
- Contar con técnicas de manejo para cuidados y dietas de tortugas en cautiverio y/o recuperación.
- Incidir en un amplio número de personas, (pescadores y comunidades de Oaxaca) sobre la importancia de la preservación de sus tortugas.
- Desarrollar y apoyar proyectos productivos, en apoyo a las comunidades como granjas tortugueras, colaborando a la extinción de la veda en un futuro y explotar el recurso como ya sucede con el caso del cultivo de la trucha en México.
- Cumplir con el compromiso del país asumido en el **Código de Ensenada**; logrando así la fusión con el Centro Mexicano de la Tortuga.
- Evitar el embargo camaronero por los ecologistas en E.U.

## Funcionalidad

Para el diseño arquitectónico, se pensó en casi todas las posibilidades que impedirían a cualquier tipo de persona asistir al “Museo” y también en las necesidades propias de las instalaciones; para lo cual, se contempló que las personas del público con mayores dificultades son los discapacitados, y al pensar en un grado extremo; los accesos desde el estacionamiento hasta las zonas de visita general se crearon con base a rampas, o rampas y escaleras combinadas, las cuales permitirán el ingreso con toda libertad incluso a camillas, por no decir sólo sillas de ruedas. Cualquier persona en cualquier condición podrá disfrutar la vida en el Museo.

Para las necesidades del Museo; movimiento de animales, equipo, alimentos y materiales en general, se crearon rampas que permiten el acceso a vehículos desde el estacionamiento hasta los niveles de playa. Los alimentos para la zona de cafetería, descienden en vehículo por una rampa y al final, por un montacargas fijo en la sección trasera de la zona de cocina.

### III. Requerimientos del proyecto

#### Hidráulicos

El proyecto del “Museo vivo de la Tortuga”, consta de dos secciones principales:

La primera sección está constituida por las zonas del Área pública de visita<sup>3</sup>, como lo es el acuario central, la sala de usos múltiples, el museo de aprovechamiento industrial, el acuario natural, etc.

La segunda sección la constituye el Centro de Investigación<sup>4</sup>: salas de incubación, el laboratorio de incubación, las piletas para crías, juveniles, las de observación, y la estanquería al aire libre.

Estas dos zonas básicas que conforman el proyecto en sí, tienen ciertos requerimientos hidráulicos que deben cubrirse para la correcta operación del museo, así como para lograr un desarrollo aceptable de los animales en cautiverio.

Dado que la función primordial será la conservación de las tortugas, debe asegurarse que los animales en cautiverio permanezcan en las mejores condiciones durante el tiempo de su estancia, pues además son “Las estrellas” del museo y la razón de los visitantes e ingresos.

Por estos motivos y con base en su origen, se establecieron dos amplios estanques; uno de ellos contendrá sólo animales capturados en el Golfo de México (Estanque del Golfo) y el otro estanque exhibirá los animales pertenecientes al Océano Pacífico (Estanque del Pacífico).

Por razones económicas, prácticas, de salud y de humanidad, los especímenes pertenecientes al Océano Pacífico se intercambiarán con cierta frecuencia, por animales de nuevas capturas para facilitar el desarrollo natural de todos ellos. Con este sistema, también podrá monitorearse una mayor cantidad de individuos y registrar los hábitos de las tortugas durante sus diferentes etapas de desarrollo.

Así pues, el suministro de agua salada debe realizarse en cantidad suficiente para abastecer ambos estanques; la calidad del agua y su contenido de minerales debe ser lo más natural posible, por lo que se decidió tomar el agua directamente del mar.

#### Biológicos

Para mantener en las mejores condiciones el hábitat artificial para los animales y lograr su mejor desarrollo, se establece un cambio mínimo diario del 15% del volumen total del agua de ambos estanques por agua fresca, extraída directamente del mar y filtrándola previamente antes de ingresarla al sistema para reducir la frecuencia del drenado de los estanques para extraer todo el material orgánico e inorgánico sedimentado en el fondo de los estanques que podría causar enfermedades y suciedad en general.

$$\text{Vol. de agua fresca} = 15\% \text{ ( Vol. estanque del Golfo + Vol. estanque del Pacífico )}$$

Por su forma cilíndrica  $V = \pi r^2 h$

$$\begin{aligned} \text{Vol. Golfo} &= 2,006.90 \text{ m}^3 \\ \text{Vol. Pacífico} &= 704.60 \text{ m}^3 \\ \text{Vol. total} &= 2,711.50 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

<sup>3</sup> Ver Capítulo II Descripción del Proyecto

<sup>4</sup> Ver Capítulo II Descripción del Proyecto

Para cumplir con el porcentaje mínimo recomendado del 15%, el volumen de agua fresca será:

$$\text{Vol. intercambio} = 15\% \text{ Vol. total} = 0.15 * 2711.50 = 406.73 \text{ m}^3$$

Ya que una de las razones del bombeo es el funcionamiento de las cascadas, el tiempo real de bombeo puede limitarse al horario de servicio (se suponen 15 horas de operación) y con ello ahorrar energía y vida útil del equipo, siempre y cuando se cumpla con el volumen de intercambio.

$\text{Vol. intercambio diario} = 406.73 \text{ m}^3/\text{d} = 4.70 \text{ l/s} \text{ o } 7.52 \text{ l/s durante 15 hr}$
---

## Arquitectónicos

Para el agua salada se proponen 2 cascadas, una en cada uno de los estanques principales. La primera en el Estanque del Golfo y la segunda en el Estanque del Pacífico.

Sobre el Estanque del Pacífico, se propuso una cascada de 21.0 m de longitud vertiente aproximadamente, en dos tramos lineales de 10.4 m cada uno, que descargan el agua proveniente de la cascada anterior y del Estanque del Golfo, esta cascada tiene una caída de 4.0 m que, además de proporcionar un ambiente más agradable, también ayuda a la reoxigenación del agua; y el sonido producido por su caída, oculta las instalaciones y enmascara el ruido producido por el equipo de bombeo y de aire acondicionado situados tras la cortina de agua.

En el Estanque del Golfo, se propuso una cascada circular en todo su perímetro; al calcular éste, su longitud fue de 52.1 m aproximadamente, que al ser más del doble del perímetro para la otra cascada, rige el diseño de ésta.

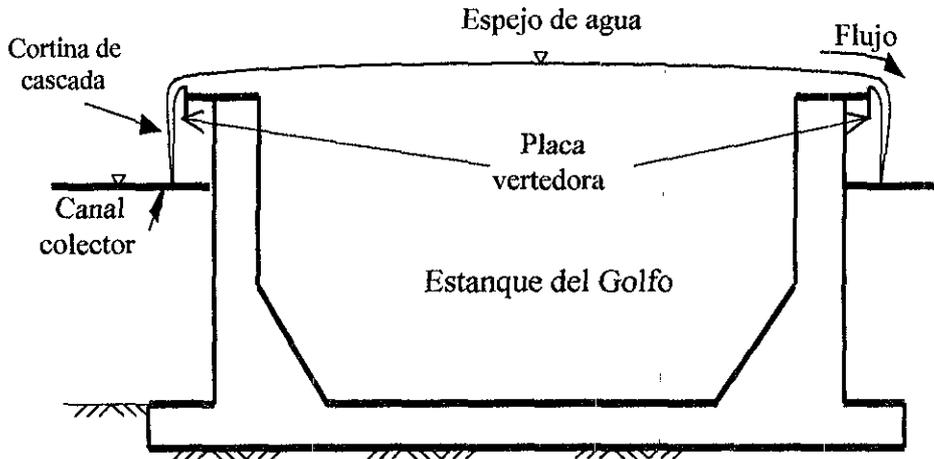
Primero se planteó que la cortina de la cascada, tuviera 0.5 mm de espesor al pie de la estructura para calcular un gasto aproximado que sirviera de parámetro. Este cálculo proporcionó un gasto de 163 l/s; mucho mayor al porcentaje de agua fresca de nuevo ingreso al sistema (7.5 l/s). Por ello, se optó por reducir la longitud de la cascada a la mitad, y ya que esta estructura es circular y con vista en todo su perímetro, se propusieron secciones intercaladas, una sección de cascada de 2 m por cada 2 m de perímetro seco; lo que baja el caudal requerido para la misma a la mitad (80 l/s). Así, bajo esta propuesta, se crean 13 vertedores.

Y con el gasto de 80 l/s, se calcula el volumen diario:

$$80 \text{ l/s (propuesto)} = 6912 \text{ m}^3/\text{d} = 2.5 \text{ Vol. total} = 6778.75 \text{ m}^3 \quad \text{lo cual representa un costo sumamente grande e innecesario.}$$

Por lo tanto se propuso un conjunto de bombas que regularmente, proporcionen un caudal de 25 l/s (1350 m<sup>3</sup>/d ≈ 50% del Vol. total) bajo condiciones normales de operación, alternándose cada 30 minutos durante las 15 hrs de operación diaria; y que en condiciones especiales operando en conjunto, proporcionen aproximadamente 100 l/s, que resulta mayor a los 80 l/s.

Los segmentos de cascada se calcularán como pequeños vertedores, que en realidad serán escurrideros ajustables que permitan asegurar el escurrimiento simultáneo de todos los segmentos. A continuación se muestra un diagrama de éstos en el Estanque del Golfo.



#### IV. Dimensionamiento de los estanques

Se proyectaron dos estanques principales para hospedar a las tortugas dentro del museo para la exhibición al público. Cada uno de ellos contendrá tortugas originarias de cada uno de los dos litorales mexicanos. Aunque las especies de tortugas de ambas costas son básicamente las mismas, por razones de origen, se mostrarán en estanques separados.

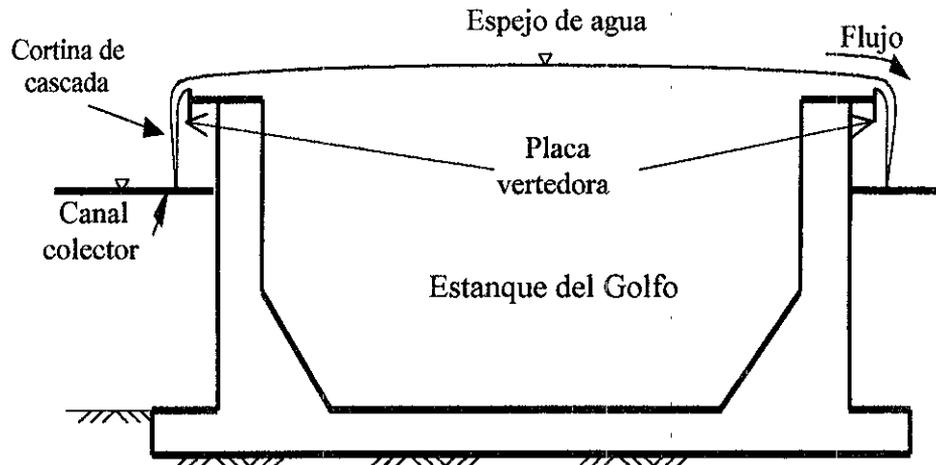
El estanque que albergará los animales del Pacífico se llamará "Estanque del Pacífico". Este estanque, de forma circular, consiste en un círculo de agua contenido externamente por un muro de concreto reforzado con un radio de 10.4 m; internamente, el estanque estará limitado por un muro de acrílico con un radio de 7.4 m soportado por columnas de concreto; la profundidad será de 4.2 m; formando un canal de 3.0 m de ancho por 4.2 m de profundidad para la libre circulación de las tortugas. En el centro del estanque, se proyectó un auditorio con la gradería colocada "a dos aguas", permitiendo al visitante apreciar en calma desde su asiento, la mitad del estanque y las tortugas contenidas en él.

Los especímenes originarios del Pacífico que se alojarán en éste estanque, serán examinados y estudiados temporalmente por los biólogos que laboren en el centro de investigación; al cabo de cierto tiempo, las tortugas serán preparadas para su liberación y monitoreo en mar abierto; por lo que un mismo animal proporcionará primeramente información biológica dentro del laboratorio, y posteriormente información de su forma de vida en libertad.

La cercanía del Océano Pacífico, facilita el intercambio continuo de las tortugas de este litoral, y con ello el contar con animales sanos y de diversas edades. Debido al intercambio constante de éstos, se podrán seleccionar individuos de un tamaño adecuado a las instalaciones del museo, así cuando las tortugas alcancen el tiempo de permanencia propuesto o un tamaño tal que limite su desarrollo, se pondrán en libertad.

El estanque que alojará las tortugas nativas del Golfo de México se llamará "Estanque del Golfo", consiste en un estanque circular de 15.6 m de diámetro y 10.5 m de profundidad.

Este estanque es mayor que el propuesto para los especímenes del Pacífico. La razón son los motivos económicos que limitarán el intercambio de los individuos de este estanque por animales más jóvenes y de menor tamaño, por lo que los animales adultos requerirán de un espacio mayor para su desarrollo.



#### IV. Dimensionamiento de los estanques

Se proyectaron dos estanques principales para hospedar a las tortugas dentro del museo para la exhibición al público. Cada uno de ellos contendrá tortugas originarias de cada uno de los dos litorales mexicanos. Aunque las especies de tortugas de ambas costas son básicamente las mismas, por razones de origen, se mostrarán en estanques separados.

El estanque que albergará los animales del Pacífico se llamará "Estanque del Pacífico". Este estanque, de forma circular, consiste en un círculo de agua contenido externamente por un muro de concreto reforzado con un radio de 10.4 m; internamente, el estanque estará limitado por un muro de acrílico con un radio de 7.4 m soportado por columnas de concreto; la profundidad será de 4.2 m; formando un canal de 3.0 m de ancho por 4.2 m de profundidad para la libre circulación de las tortugas. En el centro del estanque, se proyectó un auditorio con la gradería colocada "a dos aguas", permitiendo al visitante apreciar en calma desde su asiento, la mitad del estanque y las tortugas contenidas en él.

Los especímenes originarios del Pacífico que se alojarán en éste estanque, serán examinados y estudiados temporalmente por los biólogos que laboren en el centro de investigación; al cabo de cierto tiempo, las tortugas serán preparadas para su liberación y monitoreo en mar abierto; por lo que un mismo animal proporcionará primeramente información biológica dentro del laboratorio, y posteriormente información de su forma de vida en libertad.

La cercanía del Océano Pacífico, facilita el intercambio continuo de las tortugas de este litoral, y con ello el contar con animales sanos y de diversas edades. Debido al intercambio constante de éstos, se podrán seleccionar individuos de un tamaño adecuado a las instalaciones del museo, así cuando las tortugas alcancen el tiempo de permanencia propuesto o un tamaño tal que limite su desarrollo, se pondrán en libertad.

El estanque que alojará las tortugas nativas del Golfo de México se llamará "Estanque del Golfo", consiste en un estanque circular de 15.6 m de diámetro y 10.5 m de profundidad.

Este estanque es mayor que el propuesto para los especímenes del Pacífico. La razón son los motivos económicos que limitarán el intercambio de los individuos de este estanque por animales más jóvenes y de menor tamaño, por lo que los animales adultos requerirán de un espacio mayor para su desarrollo.

Aprovechando las dimensiones de este estanque, se propuso la creación de un túnel panorámico que permita al visitante verse inmerso en el mundo de las tortugas; dicho túnel cruza por el centro del estanque a una profundidad de 4 m, estará formado por una estructura de acero que soporta el casco de acrílico transparente permitiendo una visión de 360°; también se proyectaron ventanales a lo largo de una rampa perimetral que une los niveles 7.0 y 4.0.

Al contar el Estanque del Golfo con la infraestructura para albergar animales de mayor tamaño y facilitar la observación del interior del estanque desde varios puntos de vista, este estanque se considera el más atractivo, por lo que se le prestará especial atención.

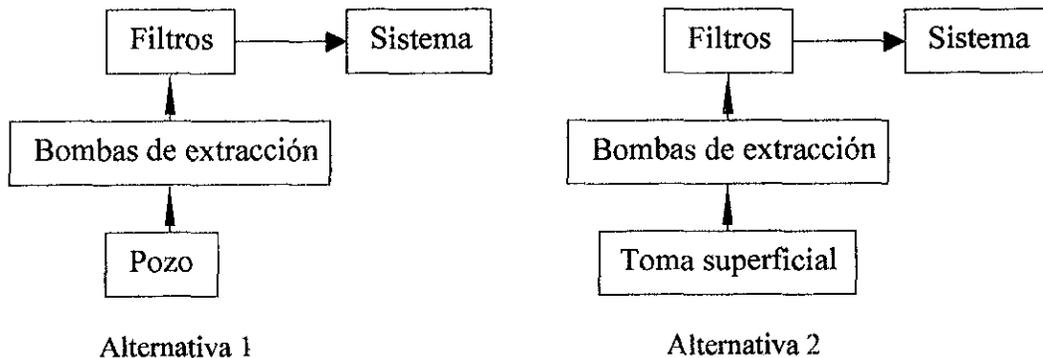
## V. Cárcamo de bombeo para la extracción del agua del mar

El cárcamo de bombeo es una estructura que permite coleccionar en una zona pequeña, el agua o el fluido en cuestión para su bombeo posterior, cuenta con una zona que se denomina resumidero, la cual es una depresión en el fondo del foso colector en la que por escurrimiento natural se acumulan los restos de fluido cuando éste se vuelve escaso, de manera que resulte fácil su disposición.

En este caso el objetivo del cárcamo de bombeo, es asegurar que el equipo de bombeo nunca se vea en condiciones de escasez de agua, garantizar que siempre habrá agua suficiente para satisfacer las demandas del sistema.

### Condiciones y alternativas de proyecto

El agua requerida por el sistema es agua marina, y ya que la mayor fuente del mundo de agua salina y oxigenada se encuentra a escasos metros y que el fabricar el agua salada es sumamente costoso (\$500.00 por cada 100 litros), se determina que el agua para el sistema se coleccionará directamente de las aguas oceánicas. Para ello se establecieron dos alternativas: la primera es construir un pozo a orillas de la playa, la arena es un material sumamente permeable; y la segunda opción es tomar en forma directa el agua de mar mediante una toma flotante que garantice que siempre se colecciona el agua de la superficie, la cual tiene menor contenido de sólidos en suspensión por sedimentación natural.



#### Analizando

1. La alternativa 1, exige una inversión extra para la construcción de un pozo.
2. La alternativa 2, sólo requiere extender la longitud de tubería hasta aguas tranquilas de la playa.

Aprovechando las dimensiones de este estanque, se propuso la creación de un túnel panorámico que permita al visitante verse inmerso en el mundo de las tortugas; dicho túnel cruza por el centro del estanque a una profundidad de 4 m, estará formado por una estructura de acero que soporta el casco de acrílico transparente permitiendo una visión de 360°; también se proyectaron ventanales a lo largo de una rampa perimetral que une los niveles 7.0 y 4.0.

Al contar el Estanque del Golfo con la infraestructura para albergar animales de mayor tamaño y facilitar la observación del interior del estanque desde varios puntos de vista, este estanque se considera el más atractivo, por lo que se le prestará especial atención.

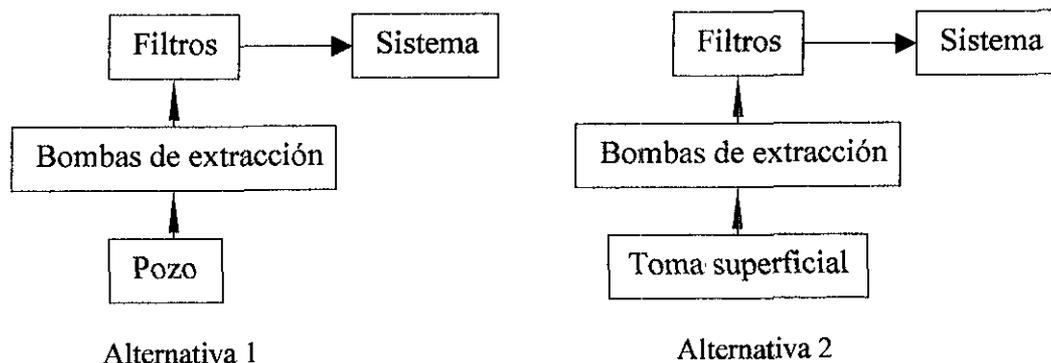
## V. Cárcamo de bombeo para la extracción del agua del mar

El cárcamo de bombeo es una estructura que permite coleccionar en una zona pequeña, el agua o el fluido en cuestión para su bombeo posterior, cuenta con una zona que se denomina resumidero, la cual es una depresión en el fondo del foso colector en la que por escurrimiento natural se acumulan los restos de fluido cuando éste se vuelve escaso, de manera que resulte fácil su disposición.

En este caso el objetivo del cárcamo de bombeo, es asegurar que el equipo de bombeo nunca vea en condiciones de escasez de agua, garantizar que siempre habrá agua suficiente para satisfacer las demandas del sistema.

### Condiciones y alternativas de proyecto

El agua requerida por el sistema es agua marina, y ya que la mayor fuente del mundo de agua salina y oxigenada se encuentra a escasos metros y que el fabricar el agua salada es sumamente costoso (\$500.00 por cada 100 litros), se determina que el agua para el sistema se coleccionará directamente de las aguas oceánicas. Para ello se establecieron dos alternativas: la primera es construir un pozo a orillas de la playa, la arena es un material sumamente permeable; y la segunda opción es tomar en forma directa el agua de mar mediante una toma flotante que garantice que siempre se colecciona el agua de la superficie, la cual tiene menor contenido de sólidos en suspensión por sedimentación natural.



#### Analizando

1. La alternativa 1, exige una inversión extra para la construcción de un pozo.
2. La alternativa 2, sólo requiere extender la longitud de tubería hasta aguas tranquilas de la playa.

3. El gasto que puede extraerse de un pozo es directamente proporcional al desnivel que se presenta en el cono de abatimiento y al coeficiente de permeabilidad del suelo; por la cercanía del pozo con el mar y el material sumamente permeable como es la arena marina, se presume que la variación de niveles para el cono de abatimiento, debe ser muy reducido, por lo que no sería posible aplicar éste procedimiento de cálculo.

Por cuestión económica y sencillez, se decidió por la alternativa 2.

## **Diseño hidráulico**

El requerimiento biológico es de 7.52 l/s, por ello, considerando un caudal de 7.5 l/s para el cálculo de los equipos de bombeo de extracción, y una velocidad recomendada de 1.0 m/s, se determinó que para satisfacer los requerimientos del sistema, la potencia del equipo debe ser de 3 HP por cada bomba. (Se seleccionó el modelo 6-300 proporcionado por MGB Capítulo 5 de esta Tesis. El valor de la eficiencia “ $\eta$ ” corresponde a la bomba seleccionada para el gasto de 7.5 l/s o sea 450 l/min)

$$P = 13.15QH/\eta \quad P = 13.15*0.0075*12.0/0.4 = 2.95 \text{ HP}$$

Se propusieron tres sistemas independientes de manera que operen por turnos o en conjunto.

Los cálculos se presentan en los anexos respectivos.

La serie de equipos propuestos por las diversas compañías están en el anexo respectivo y su información básica se presenta en la tabla del Capítulo 5 de esta tesis.

## **VI. Equipo de bombeo para la recirculación del agua de los estanques**

### **Criterios de selección**

Los elementos requeridos para el diseño de una estación de bombeo son:

1. Identificar el tipo de instalaciones por suministrar
2. Caudal requerido para dichas instalaciones
3. Longitud de la línea de conducción
4. Desnivel máximo entre las superficies del agua en la fuente del abastecimiento y el punto final de la conducción
5. Horario o tiempo en el cual se efectuará el bombeo
6. Tipo de fluido por bombear
7. Características de los materiales empleados en la tubería
8. Velocidad recomendada del flujo para disminuir a un nivel coherente las pérdidas de energía por fricción y el efecto del golpe de ariete debido a una falla del suministro eléctrico
9. Características de las bombas
10. Condiciones del sitio y las instalaciones
11. Vida útil del proyecto

3. El gasto que puede extraerse de un pozo es directamente proporcional al desnivel que se presenta en el cono de abatimiento y al coeficiente de permeabilidad del suelo; por la cercanía del pozo con el mar y el material sumamente permeable como es la arena marina, se presume que la variación de niveles para el cono de abatimiento, debe ser muy reducido, por lo que no sería posible aplicar éste procedimiento de cálculo.

Por cuestión económica y sencillez, se decidió por la alternativa 2.

## **Diseño hidráulico**

El requerimiento biológico es de 7.52 l/s, por ello, considerando un caudal de 7.5 l/s para el cálculo de los equipos de bombeo de extracción, y una velocidad recomendada de 1.0 m/s, se determinó que para satisfacer los requerimientos del sistema, la potencia del equipo debe ser de 3 HP por cada bomba. (Se seleccionó el modelo 6-300 proporcionado por MGB Capítulo 5 de esta Tesis. El valor de la eficiencia “ $\eta$ ” corresponde a la bomba seleccionada para el gasto de 7.5 l/s o sea 450 l/min)

$$P = 13.15QH/\eta \quad P = 13.15*0.0075*12.0/0.4 = 2.95 \text{ HP}$$

Se propusieron tres sistemas independientes de manera que operen por turnos o en conjunto.

Los cálculos se presentan en los anexos respectivos.

La serie de equipos propuestos por las diversas compañías están en el anexo respectivo y su información básica se presenta en la tabla del Capítulo 5 de esta tesis.

## **VI. Equipo de bombeo para la recirculación del agua de los estanques**

### **Criterios de selección**

Los elementos requeridos para el diseño de una estación de bombeo son:

1. Identificar el tipo de instalaciones por suministrar
2. Caudal requerido para dichas instalaciones
3. Longitud de la línea de conducción
4. Desnivel máximo entre las superficies del agua en la fuente del abastecimiento y el punto final de la conducción
5. Horario o tiempo en el cual se efectuará el bombeo
6. Tipo de fluido por bombear
7. Características de los materiales empleados en la tubería
8. Velocidad recomendada del flujo para disminuir a un nivel coherente las pérdidas de energía por fricción y el efecto del golpe de ariete debido a una falla del suministro eléctrico
9. Características de las bombas
10. Condiciones del sitio y las instalaciones
11. Vida útil del proyecto

## Diseño

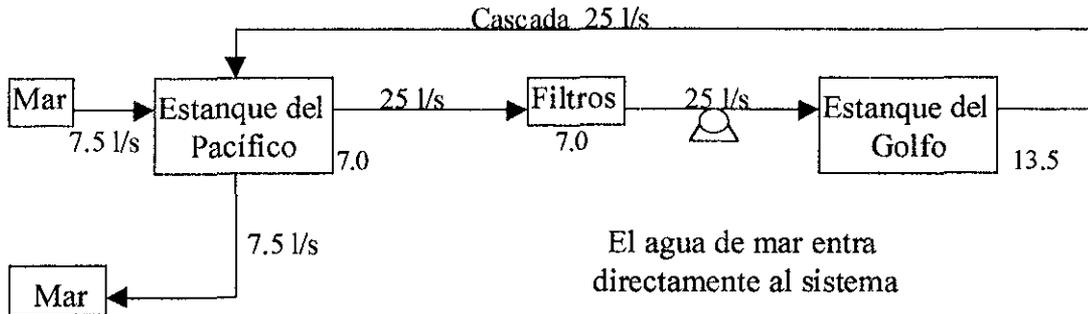
Para el diseño de los vertedores:

$$Q_i = C_D L H^{3/2}, \quad Q = 25 \text{ l/s} \quad L = 2 \text{ m}, \quad C_D = 1.84 \text{ (vertedor de cresta libre)}$$

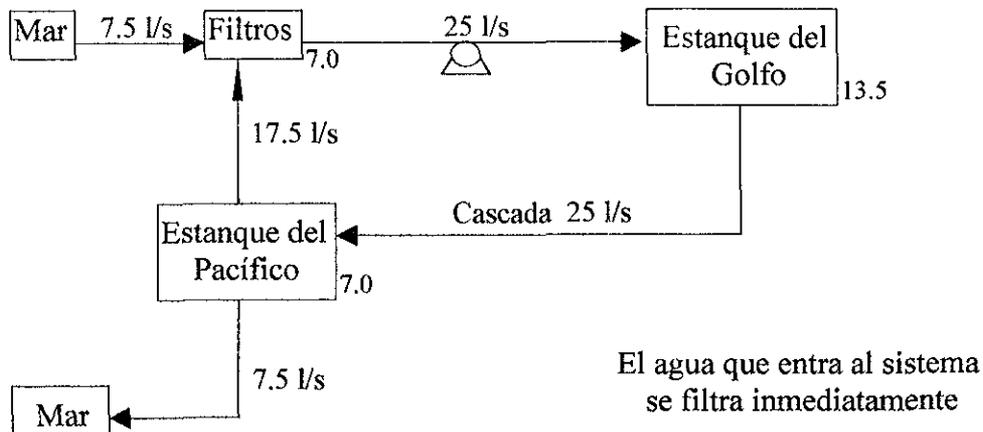
$$Q_i = Q / 13 \text{ vert.} \quad Q_i = 1.92 \text{ l/s/vertedor} \Rightarrow H = 6.5 \text{ mm en el vertedor.}$$

Para el sistema de bombeo, se estudiaron los dos siguientes diagramas de flujo<sup>5</sup>:

### Propuesta 1



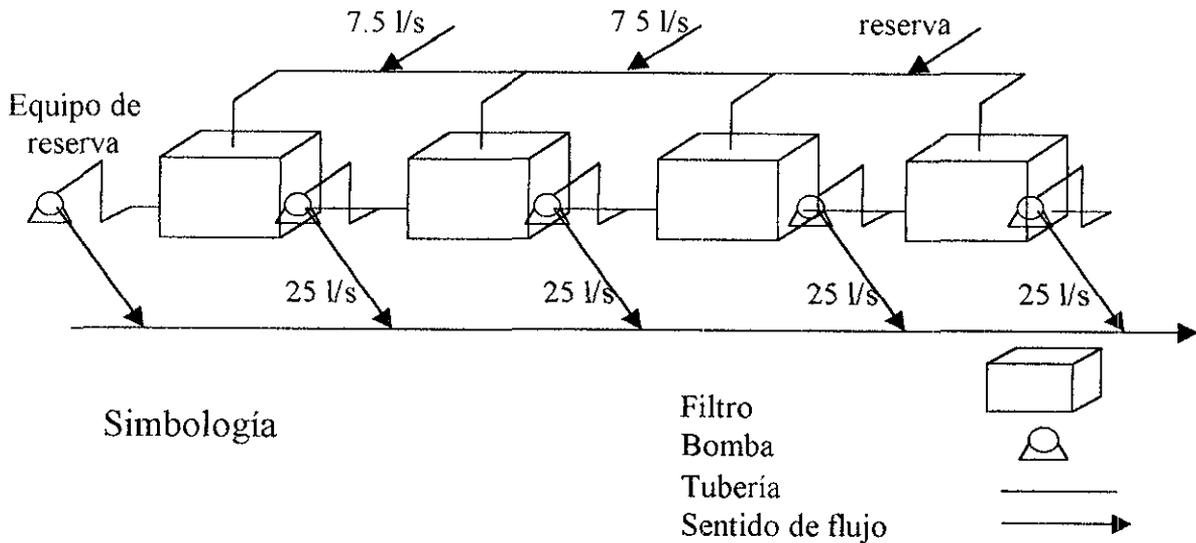
### Propuesta 2



Para eliminar en lo posible el contenido de material sólido y biológico proveniente del mar, se optó por la propuesta 2.

El siguiente diagrama representa el arreglo propuesto para el sistema de bombeo operando en conjunto para proporcionar el gasto máximo:

<sup>5</sup> Agua fresca + agua recirculada = volumen de bombeo



Con este arreglo, se efectuó el cálculo de la potencia requerida por los equipos para suministrar el caudal propuesto con anterioridad, obteniéndose una potencia por bomba de 4 HP. Entre los equipos comerciales no existen bombas de 4 HP, por lo que se deben seleccionar equipos de 5 HP que sí existen.

Otro factor importante, es el hecho de que el agua marina, por su contenido de sólidos y sales minerales, es sumamente corrosiva, por lo que se solicitaron a las diversas casas proveedoras de equipos de bombeo, elementos fabricados con materiales resistentes a la corrosión causada por el agua salina y a la abrasión provocada por un mínimo porcentaje de sólidos contenidos en el agua como la arena marina. Ante esta solicitud, proporcionaron la siguiente información:

Casa	Modelo	Potencia HP	Tipo	Eficiencia	Precio unitario
Impel	Serie L, LU-076-054-190-W	5	Sumergible	26%	No solicitado
	Serie LG, LGA-54-101	5	Sumergible	58%	No solicitado
Flygt	CP 3101 LT 411	5	Sumergible	No proporc.	No solicitado
	CP 3101 LT 441	5	Sumergible	No proporc.	No solicitado
	CP 3101 MT 432	5	Sumergible	No proporc.	No solicitado
Almont	No proporcionado				
	No proporcionado				
MGB	6-300	3	Horizontal	40%	\$10,350.00
	8-500	5	Horizontal	52%	\$12,650.00
Aquatic	PR5P-P	5	Horizontal	30%	\$3,950.00
	PR5F-F	5	Horizontal	30%	\$16,900.00
	PR5F3-F	5	Horizontal	30%	\$12,440.00
	PG-12	3	Horizontal	57%	\$6,975.00
	PP-16	3	Horizontal	59%	\$7,010.00
	PP-17	3	Horizontal	59%	\$5,950.00
	SW-100.....Filtro 1500 gpm			99%	\$42,835.00
	GV-6.....Válvula de comp. 6"				\$1,708.00
	GV-4.....Válvula de comp. 4"				\$560.00
CV15.....Válvula check 4"				\$432.00	

Precios al 08 de Julio de 1998

Los equipos proporcionados por Impel y Flygt son propiamente para aguas residuales, fueron recomendados por el material del que están hechas que es más resistente a la corrosión; son también equipos sumergibles; y se proponen bombas centrífugas horizontales externas para facilitar el mantenimiento. Por ello, estos equipos quedan descartados y no se solicitó mayor información.

Sistemas Hidráulicos Almont, no mostraron ningún interés en el equipo solicitado y sólo aclaró que el equipo con las especificaciones solicitadas no existe, dijeron tener una alternativa viable pero al momento de solicitar el presupuesto siempre resultó que nadie tenía los datos.

Mexicana General de Bombeo (MGB) es una empresa nacional, ésta mostró mucho interés y la mejor alternativa que presentaron fueron bombas fabricadas en bronce de alta resistencia a la sal, ya que resiste más que el acero inoxidable a la corrosión y al desgaste por abrasión. Una considerable ventaja de la empresa son los servicios adicionales que presta sin cargo extra, como son asesorías, 3 años de garantía, cálculo para sistemas contra incendio, sus equipos son fabricados y armados por ellos mismos y se comprometen a dejar el equipo operando en el sitio previa instalación, entrenamiento en operación y mantenimiento al personal que quedará a cargo.

Aquatic Eco-Systems es una empresa que se dedica enteramente a la acuicultura y sistemas de tratamiento de aguas residuales, con antecedentes de 21 años; sus equipos son vendidos por catálogo y los ofrecen totalmente plásticos para resistir el desgaste y cualquier tipo de corrosión, lo que garantiza un perfecto y prolongado funcionamiento en agua dulce y agua salada, con los mejores rendimientos y eficiencia operativa. Su mayor ventaja es el material del que están hechos sus equipos y su desventaja que sólo proporcionan la mitad del caudal requerido.

Por ser agua marina lo que se maneja en el proyecto, se recomendaría el empleo de estos equipos; pero el costo por equipo es del orden de los proporcionados por MGB, por lo que las ventajas operativas por el material plástico se compensa con la doble inversión requerida para completar el gasto y operar los equipos; y no proporcionaron las curvas de carga neta positiva de succión (CNPS) por lo que se optó por la propuesta de MGB.

## **VII. Sistemas de desalojo de aguas**

### **Aguas marinas transitorias**

En este trabajo, se le llama “aguas marinas transitorias” al flujo de agua que debe mantenerse desde los estanques hacia el mar debido al agua marina que ingresa al sistema para mantener el intercambio requerido en forma biológica para el mejor desarrollo de los animales.

Para cumplir con el volumen de intercambio diario de agua marina fresca, se propuso un gasto de 7.5 l/s durante 15 hrs diariamente. Así, para mantener en equilibrio del sistema debe extraerse el mismo gasto de 7.5 l/s durante el mismo tiempo.

El gasto de nuevo ingreso, se suministra directamente a los filtros para reducir la contaminación del sistema y de ahí, se bombea el agua hasta el Estanque del Golfo, de donde mediante cascadas, el agua se mantiene oxigenada y alimenta al Estanque del Pacífico; este estanque suministra continuamente el gasto restante para el rebombeo y la correcta operación de las cascadas a través de los filtros.

Los equipos proporcionados por Impel y Flygt son propiamente para aguas residuales, fueron recomendados por el material del que están hechas que es más resistente a la corrosión; son también equipos sumergibles; y se proponen bombas centrífugas horizontales externas para facilitar el mantenimiento. Por ello, estos equipos quedan descartados y no se solicitó mayor información.

Sistemas Hidráulicos Almont, no mostraron ningún interés en el equipo solicitado y sólo aclaró que el equipo con las especificaciones solicitadas no existe, dijeron tener una alternativa viable pero al momento de solicitar el presupuesto siempre resultó que nadie tenía los datos.

Mexicana General de Bombeo (MGB) es una empresa nacional, ésta mostró mucho interés y la mejor alternativa que presentaron fueron bombas fabricadas en bronce de alta resistencia a la sal, ya que resiste más que el acero inoxidable a la corrosión y al desgaste por abrasión. Una considerable ventaja de la empresa son los servicios adicionales que presta sin cargo extra, como son asesorías, 3 años de garantía, cálculo para sistemas contra incendio, sus equipos son fabricados y armados por ellos mismos y se comprometen a dejar el equipo operando en el sitio previa instalación, entrenamiento en operación y mantenimiento al personal que quedará a cargo.

Aquatic Eco-Systems es una empresa que se dedica enteramente a la acuicultura y sistemas de tratamiento de aguas residuales, con antecedentes de 21 años; sus equipos son vendidos por catálogo y los ofrecen totalmente plásticos para resistir el desgaste y cualquier tipo de corrosión, lo que garantiza un perfecto y prolongado funcionamiento en agua dulce y agua salada, con los mejores rendimientos y eficiencia operativa. Su mayor ventaja es el material del que están hechos sus equipos y su desventaja que sólo proporcionan la mitad del caudal requerido.

Por ser agua marina lo que se maneja en el proyecto, se recomendaría el empleo de estos equipos; pero el costo por equipo es del orden de los proporcionados por MGB, por lo que las ventajas operativas por el material plástico se compensa con la doble inversión requerida para completar el gasto y operar los equipos; y no proporcionaron las curvas de carga neta positiva de succión (CNPS) por lo que se optó por la propuesta de MGB.

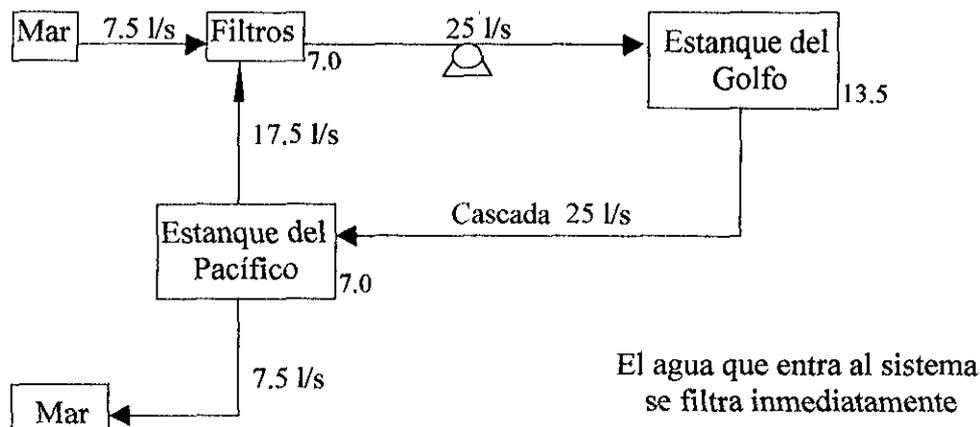
## **VII. Sistemas de desalajo de aguas**

### **Aguas marinas transitorias**

En este trabajo, se le llama “aguas marinas transitorias” al flujo de agua que debe mantenerse desde los estanques hacia el mar debido al agua marina que ingresa al sistema para mantener el intercambio requerido en forma biológica para el mejor desarrollo de los animales.

Para cumplir con el volumen de intercambio diario de agua marina fresca, se propuso un gasto de 7.5 l/s durante 15 hrs diariamente. Así, para mantener en equilibrio del sistema debe extraerse el mismo gasto de 7.5 l/s durante el mismo tiempo.

El gasto de nuevo ingreso, se suministra directamente a los filtros para reducir la contaminación del sistema y de ahí, se bombea el agua hasta el Estanque del Golfo, de donde mediante cascadas, el agua se mantiene oxigenada y alimenta al Estanque del Pacífico; este estanque suministra continuamente el gasto restante para el rebombeo y la correcta operación de las cascadas a través de los filtros.



Ya que en éste estanque se cierra el circuito del sistema, se propuso extraer del mismo el gasto de las aguas marinas transitorias.

Las aguas marinas transitorias se colectarán mediante un vertedor circular colocado cerca de la superficie del agua y del perímetro del estanque para evitar la obstrucción del espacio a los habitantes del mismo, la toma se constituirá por un tubo de PVC que saldrá inmediatamente del estanque y desciende por la cara exterior del muro hasta un nivel inferior donde se conectará con la línea de descarga de fondo<sup>6</sup> del mismo estanque y que conducirá las aguas hasta el centro del muelle, donde el intercambio de las aguas es mayor por efecto de la profundidad y del viento reduciendo con ello la contaminación de la playa.

Previendo obstrucciones temporales provocadas por basuras, requerimientos especiales, tormentas, etc. o la operación simultánea de dos equipos de extracción para incrementar el gasto de rebombeo o para el llenado de los estanques, la tubería para la descarga de las aguas marinas transitorias, debe garantizar por lo menos, la descarga de 15.0 l/s, lo que corresponde al doble del gasto de nuevo ingreso

Para el diseño, se propuso una descarga mediante un vertedor circular que permita el libre flujo de las aguas transitorias elevando lo menos posible el nivel del agua dentro del estanque para evitar que pequeños animales como peces y tortugas sean arrastrados por el flujo del agua a través de este conducto de control. Su condición más desfavorable será cuando trabaje a tubo lleno.

Ya que cada estanque tiene una línea independiente para su drenado, se decidió utilizar la tubería para el drenado del Estanque del Pacífico como parte del sistema para el control del nivel o volumen dentro del estanque. Así, el vertedor colectará superficialmente las aguas transitorias, las conducirá fuera del estanque y las descargará en la línea abierta (después de la válvula de control) de la tubería de drenado para su descarga en el mar.

Suponiendo la condición más desfavorable que sería la descarga a tubo lleno y con marea alta, se determinó que una tubería de 4" de diámetro, con un tirante de 3 cm por encima del nivel del vertedor, podrá descargar un gasto de 16.85 l/s<sup>7</sup>, lo que cubre perfectamente la situación planteada con anterioridad.

<sup>6</sup> La descarga de fondo se presenta más adelante en "Drenado de los estanques"

<sup>7</sup> Los cálculos se desarrollan y presentan en el anexo correspondiente a la memorias de cálculo

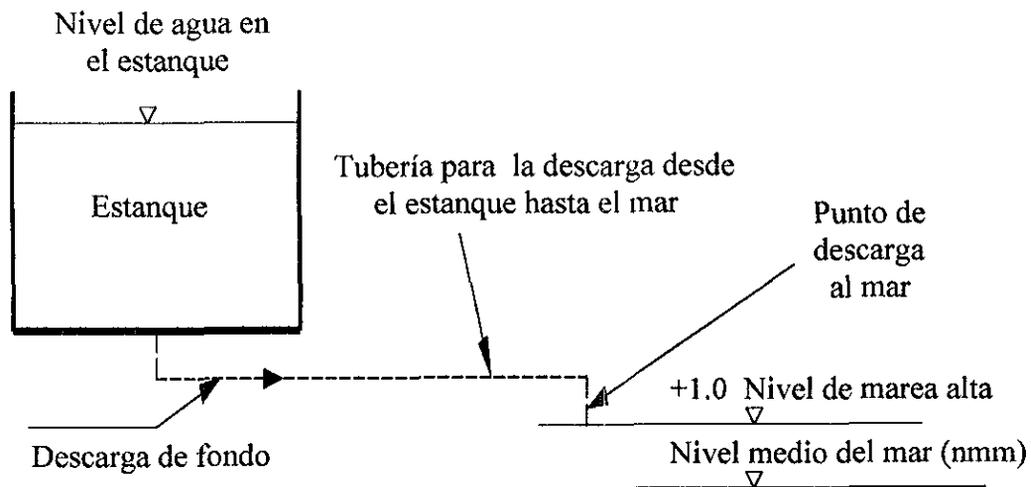
## Drenado de los estanques

Para retirar el material sedimentado en el fondo de los estanques, se diseñará una descarga de fondo para cada uno de ellos, que contará con un filtro previo de materiales rocosos que se colocará con dos objetivos; primero, para lograr que el entorno sea lo más natural posible, y segundo que opere como parte del filtro de fondo y evite el rebote del material sedimentado y que éste enturbie las aguas y las contamine.

Se espera que el drenado de los estanques sólo sea necesario de 1 a 2 veces por año para limpieza o mantenimiento mayores, ya que los filtros para el agua en circulación deberán mantener a ésta, libre de cualquier material sólido que pueda ser arrastrado por el flujo de agua hasta los filtros, y el material sólido que no pueda ser transportado por el agua, deberá sedimentarse y acumularse en el fondo del estanque, donde quedará alejado y protegido de las corrientes de agua por el filtro rocoso de fondo, el cual evitará su rebote y con ello el enturbiamiento del agua de los estanques.

Además, se prevé un desfogue periódico a través del mismo sistema en condiciones controladas por las válvulas de compuerta, que permita eliminar el material sedimentado en el fondo del estanque sin necesidad de drenar completamente los estanques, y sin que los animales hospedados en los mismos deban sustraerse o verse afectados por esta maniobra, por lo que se permitirá la salida sólo de los metros cúbicos necesarios para arrastrar los sedimentos del fondo.

El volumen de drenado, se verterá al centro del muelle, donde el intercambio de las aguas por efecto del viento es mayor, evitando en lo posible la contaminación de la arena de la playa, la época viable para el drenado parcial o total queda delimitado por la temporada en que no se registran arribazones<sup>8</sup> de tortuga o las temporadas de incubación y eclosión de los huevos (marzo a julio).



Criterios para el diseño:

1. Tiempo propuesto de drenado para cada estanque  $t \approx 12$  hr
2. Variación del nivel de marea  $\pm 1$  m respecto al nivel medio del mar. La condición más desfavorable es el drenado durante la marea alta.
3. El análisis del drenado de los estanques debe considerar el flujo variado que se deriva de la disminución de carga dentro de los estanques por el mismo drenado.

<sup>8</sup> Arribazón. Llegada masiva de tortugas para el desove

Para el Estanque del Pacífico se tienen los siguientes datos:

Volumen del estanque	$V = 704.6 \text{ m}^3$
Longitud de tubería	$L = 132.5 \text{ m}$
Profundidad del estanque	$h = 4.20 \text{ m}$
Nivel del fondo del estanque <sup>9</sup>	Nivel 2.8 m
Nivel del espejo de agua	Nivel 7.0 m

Los análisis efectuados para este estanque proporcionaron los siguientes resultados<sup>10</sup>:

Propuesta	Diámetro de Tubería	Tiempo de Drenado
1.-	6"	5:24
2.-	4"	14:11

Para el Estanque del Golfo se tienen los siguientes datos:

Volumen del estanque	$V = 2006.9 \text{ m}^3$
Longitud de tubería	$L = 96.0 \text{ m}$
Profundidad del estanque	$h = 10.5 \text{ m}$
Nivel del fondo del estanque <sup>11</sup>	Nivel 3.0 m
Nivel del espejo de agua	Nivel 13.5 m

Los análisis efectuados para este estanque proporcionaron los siguientes resultados:

Propuesta	Diámetro de tubería	Tiempo de Drenado
1.-	6"	10:31
2.-	4"	27:19

Con los resultados anteriores, se concluyó lo siguiente:

1. Para el Estanque del Pacífico se decidió por la propuesta No 2 (tubería de 4"), aunque el tiempo de drenado es mayor a las doce horas, se aproxima bastante; el costo de la tubería de 4" es menor que la de 6" de diámetro.
2. Para el Estanque del Golfo se decidió por la propuesta No 1 (tubería de 6"), pues el tiempo de drenado con tubería de 4" es excesivo.
3. Estas opciones permiten la extracción de los animales sin prisas ni riesgos para los mismos animales, para el personal ni para el equipo.
4. En la playa no se presentarán descargas concentradas de desechos orgánicos como para contaminar la playa o la bahía.

Los cálculos se presentan en el anexo respectivo.

<sup>9</sup> Todos los niveles del proyecto están referidos al nivel medio del mar (nmm)

<sup>10</sup> Los cálculos se presentan en el anexo respectivo

<sup>11</sup> Todos los niveles del proyecto están referidos al nivel medio del mar (nmm)

## VIII. Estanque para especies del Golfo de México

### Descripción:

El Estanque del Golfo es un tanque superficial circular (Plano 06, Plano 07), con una profundidad  $h = 10.5$  m, el nivel de piso terminado de la losa de fondo está en el nivel  $3.0$ <sup>12</sup>, y el nivel de las placas vertedoras es  $13.5$ , el diámetro interior del estanque es de  $15.6$  m, con un espesor de muros en su parte superior de  $50$  cm.

El estanque será de concreto reforzado y contará con una rampa perimetral que une los niveles  $7.0$  y  $4.0$ , a lo largo de la cual se proyectaron ventanales de  $2.0$  m de largo por  $1.0$  m de altura (Plano 06, Plano 07) que permiten a los visitantes admirar los animales en exhibición dentro del estanque.

Se proyectó dentro del estanque la construcción de un túnel panorámico subacuático que une los niveles  $8.5$  y  $7.0$  (Plano 06). Es un túnel recto con una pendiente suave que permite incluso la libre circulación de personas en silla de ruedas<sup>13</sup>, el recubrimiento del túnel será con material acrílico transparente que le permita a los visitantes una visión panorámica a  $360^\circ$  dentro del estanque (Plano 06, Plano 07).

Para este estanque se propuso una cascada perimetral que desborda las aguas del Estanque del Golfo, las que alimentan al Estanque del Pacífico mediante un canal colector y posteriormente otra cascada en la parte superior de éste (Plano 08, Plano 09). La cascada del Estanque del Golfo, por motivos económicos, se redujo a secciones vertedoras de  $2$  m por cada  $2$  m de perímetro seco, distribuidos en todo el perímetro del estanque para mantener su finalidad ornamental.

Estructuralmente, el muro del tanque de concreto reforzado se considerará empotrado en la losa de cimentación y libre en su extremo superior.

El muro del tanque, que es circular, debido a la presencia de ventanales de acrílico de dimensiones  $2.0 \times 1.0$  m distribuidos en todo el perímetro del tanque, impidiendo la continuidad de éste, no se puede analizar como tanque circular, donde los refuerzos horizontal y vertical actuarían en conjunto. Por lo tanto el muro del tanque se analizará por metro lineal, considerándolo empotrado en la base y libre en su extremo superior (diagrama 1, página 32).

El túnel se construirá con materiales acrílicos y juntas resinosas; estará soportado por una armadura de acero estructural que permita la sujeción de las dovelas (piezas curvas) de acrílico en las aristas de sus dos sentidos, de manera que todas las uniones de las dovelas coincidan con el bastidor formado por la estructura de la armadura, logrando así sellar en el mismo sitio las uniones entre las mismas dovelas, y las juntas entre el acero del bastidor y el casco acrílico, de forma tal que la estructura no plástica del túnel no entre en contacto con el agua salada, por lo que no se corre riesgo de corrosión.

La función primordial de los estanques, es mostrar al público en general el comportamiento y la majestuosidad de las tortugas en su medio ambiente natural, no en las formas “tradicionales” que serían el video en la comodidad de un sillón, o fotografías, con una breve descripción del espécimen que se muestra en una escena fija e inerte de un mundo remoto y ajeno.

---

<sup>12</sup> Todos los niveles están referidos al nivel medio del mar, al igual que los planos

<sup>13</sup> Las rampas para discapacitados fueron base en el diseño funcional

El mejor método para apreciar y entender las dimensiones y lo complejo de cualquier situación, es vivir uno mismo las experiencias, vivir en el sitio de los acontecimientos y no sólo ser testigo, sino participe en los diversos sucesos que se presenten. Estas son las razones que resaltan la importancia del túnel para el proyecto; hacer sentir al turista no sólo como un espectador o un visitante a un mundo ajeno, sino lograr convertirlo en parte del mundo de la tortuga y en general, concientizar a los individuos que las especies que habitan el planeta y el mismo ser humano comparten un medio interdependiente, por lo que la existencia y supervivencia de una especie depende de la existencia y las actividades de las otras.

### Condiciones de Carga para el Diseño del Tanque:

- a) Tanque vacío.- Bajo esta condición, se deberá analizar el túnel panorámico, y no el tanque ya que no se presentan cargas de empuje hidrostático ni de relleno (no se desarrolla en esta tesis)
- b) Tanque lleno.- Aquí se analizará el tanque con el empuje hidrostático correspondiente y se analizarán los esfuerzos hidrostáticos que recibe el túnel panorámico.

### Criterios de diseño

Tanque de concreto: Ya que es una estructura hidráulica, se diseñará utilizando el método elástico del reglamento del ACI (American Concrete Institute) y con el Manual de la Comisión Nacional del Agua (CNA)

Los esfuerzos permisibles serán los que presenta el “Manual de diseño Estructural de Recipientes” elaborado por la Comisión Nacional del Agua (CNA).

### Características de los materiales

Para el tanque de concreto

Diseño elástico

Concreto

$$f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$fc = 0.45 f'c = 112.5 \text{ kg/cm}^2$$

$$n = E_s / (1000 f'c) = 8$$

$$r = fs / fc = 11.24$$

$$k = n / (n+r) = 0.415$$

$$j = 1 - (k/3) = 0.86$$

$$K = 0.5 fc K_j = 20.11$$

$$h_m = \text{espesor de muro}$$

Acero de refuerzo

$E_s = 2 \cdot 10^6$  — Módulo de elasticidad del acero

$$fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$fs = 1265 \text{ kg/cm}^2 \text{ — Exposición sanitaria severa (correcta)}$$

$$fs = 1540 \text{ kg/cm}^2 \text{ — Exposición sanitaria normal}$$

Esfuerzo cortante permisible:

$$V_p = 0.29 \sqrt{f'c} = 0.45 \sqrt{250} = 4.59 \text{ kg/cm}^2$$

Peso volumétrico del concreto reforzado  
 Peso volumétrico del agua

$\gamma_c = 2.4 \text{ ton/m}^3$   
 $\gamma_A = 1.0 \text{ ton/m}^3$

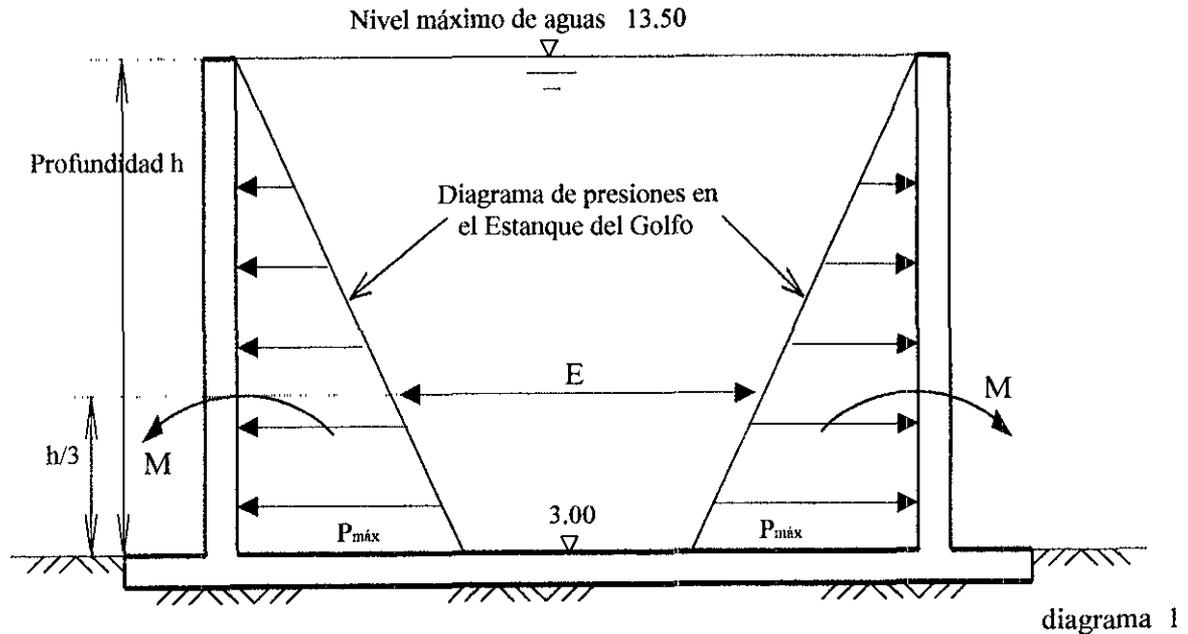
**Análisis y diseño del estanque.**

a) Condición de tanque vacío.

Al no presentarse empujes debidos al relleno por ser tanque superficial, y tampoco los debidos al agua; el diseño del muro del estanque y su losa de fondo será regido por el análisis de la condición del tanque lleno.

b) Condición de tanque lleno

Se analizará como se mencionó anteriormente por metro lineal de muro.



Donde:

$P_{máx}$  = presión máxima

E = empuje hidrostático del agua

M = momento flexionante

h = profundidad en el estanque, medida a partir del nivel del espejo de agua (13.5 m)

$$P_{máx} = \gamma_A h_{máx} = (1.0)(13.5-3.0) = 10.50 \text{ ton/m}^2$$

$$E = \frac{1}{2} P_{máx} h_{máx} = (\frac{1}{2})(10.5)(10.5) = 55.12 \text{ ton}$$

$$M = \frac{1}{3} h_{máx} E = (\frac{1}{3})(10.5)(55.12) = 192.94 \text{ ton m}$$

El peralte efectivo del muro está dado por la expresión:  $d = \sqrt{\frac{M}{Kb}}$

Donde:

$K = 20.11$

$b = 100 \text{ cm}$  (un metro lineal de muro)

$M = 192.94 \text{ ton m}$

por lo que  $d = 97.95 \text{ cm} \Rightarrow d = 100 \text{ cm}$

El recubrimiento (R) por ser una estructura expuesta a la intemperie, de acuerdo con el ACI, debe ser mayor a 5 cm; se establece  $R = 7$  cm.

$$\text{El espesor del muro es: } h_m = d + R = 100 + 7 \quad h_m = 107 \approx 110 \text{ cm}$$

Así: si  $h_{m\text{máx}} = 110$  cm en la base del estanque, y el recubrimiento  $R = 7$  cm, se tiene  $d = 103$  cm

- Revisión por esfuerzo cortante en la base del estanque

El esfuerzo cortante actuante está dado por la expresión:  $V_A = \frac{E}{db}$

$$V_A = 55120 / (103)(100) = 5.35 \text{ kg/cm}^2 \gg V_P = 4.59 \text{ kg/cm}^2$$

no pasa, por lo que se debe incrementar el espesor del muro

Proponiendo un peralte  $d = 120$  cm

$$\text{Se tiene: } V_A = 55120 / (120)(100) = 4.59 \text{ kg/cm}^2 = V_P = 4.59 \text{ kg/cm}^2 \quad \checkmark \text{ ok}$$

Por lo que el muro del estanque en la base tendrá las siguientes características:

$$\begin{aligned} d &= 120 \text{ cm} \\ h_m &= 130 \text{ cm} \\ R &= 10 \text{ cm} \end{aligned}$$

Por economía y disminución de esfuerzos en función de la profundidad (h) como se muestra en el diagrama anterior, se determina la profundidad a la cual el muro con un espesor  $h_m = 50$  cm será suficiente para asimilar los esfuerzos.

$$d = \sqrt{\frac{M}{Kb}} \quad \text{de donde el momento resistente } M_R = Kbd^2, \text{ donde } K = 20.11, b = 100 \text{ cm}$$

$$\text{y si } h_m = 50 \text{ cm, y } R = 7 \text{ cm, } \Rightarrow d = h_m - R = 50 - 7 = \underline{43 \text{ cm}}$$

$$\text{Se determina: } M_R = (43^2)(20.11)(100) = 3718339 \text{ kg cm} = \underline{37.2 \text{ ton m}}$$

$$\text{pero } M_A = \frac{1}{3} h E = \frac{1}{3} h (\frac{1}{2} P h) = \frac{1}{3} h (\frac{1}{2} h)(\gamma_A h) = h^3/6 \quad M_A = h^3/6$$

El momento actuante  $M_A$  debe ser menor que el momento resistente  $M_R$ , así, considerando un momento actuante  $M_A = 36 \text{ ton m} < M_R (37.2 \text{ ton m})$ , se tiene:  $h = (6M_A)^{1/3} \Rightarrow \underline{h = 6.00 \text{ m}}$

- Revisión por esfuerzo cortante para una profundidad  $h = 6.0$  m

$$\text{El esfuerzo cortante permisible es: } V_P = 4.59 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{El esfuerzo cortante actuante está dado por la expresión: } V_A = \frac{E}{db}$$

Calculando el empuje (E) respectivo se tiene:  $E = \frac{1}{2} P h = \frac{1}{2} h (\gamma_A h) = \frac{1}{2} h^2 = \frac{1}{2} 6^2 = 18 \text{ ton}$

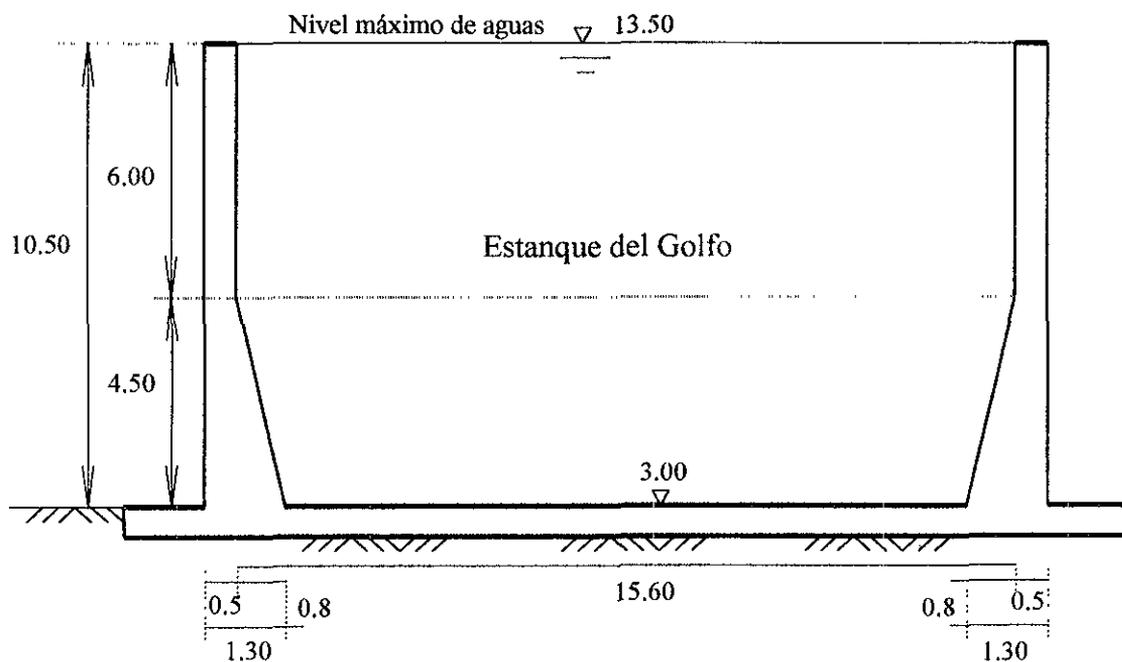
Resumiendo:  $E = 18000 \text{ kg}$   
 $d = 43 \text{ cm}$   
 $b = 100 \text{ cm}$

Por lo que:  $V_A = 18000 / (43)(100) = 4.18 \text{ kg/cm}^2 < V_P = 4.59 \text{ kg/cm}^2 \quad \checkmark \text{ ok}$

$$V_A = 4.18 < V_P = 4.59$$

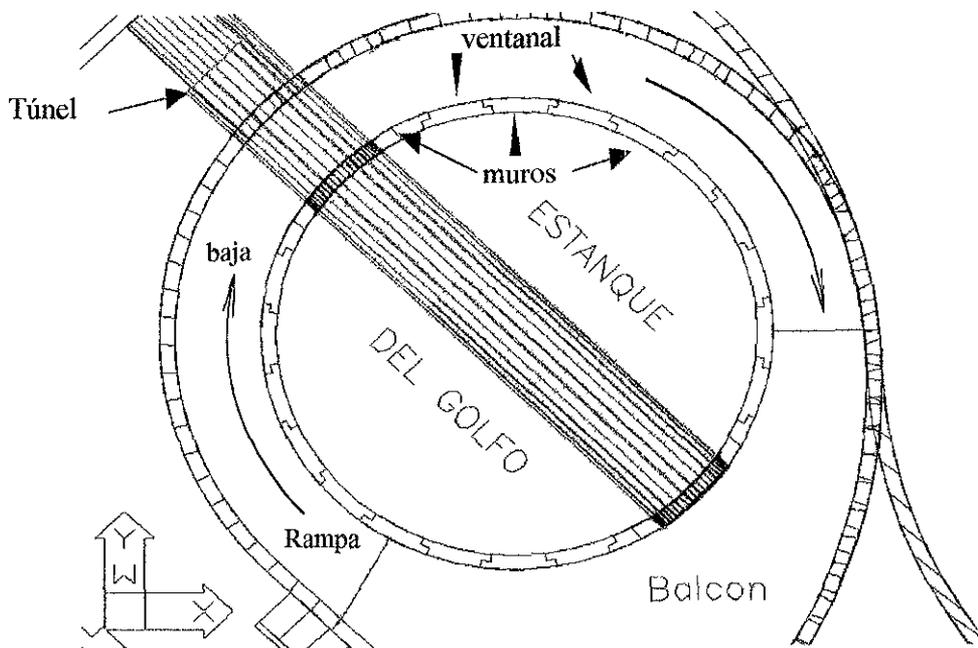
Por lo que la reducción propuesta de la sección transversal del muro es aceptable

Por lo que el perfil del muro será el que se presenta en el siguiente diagrama:

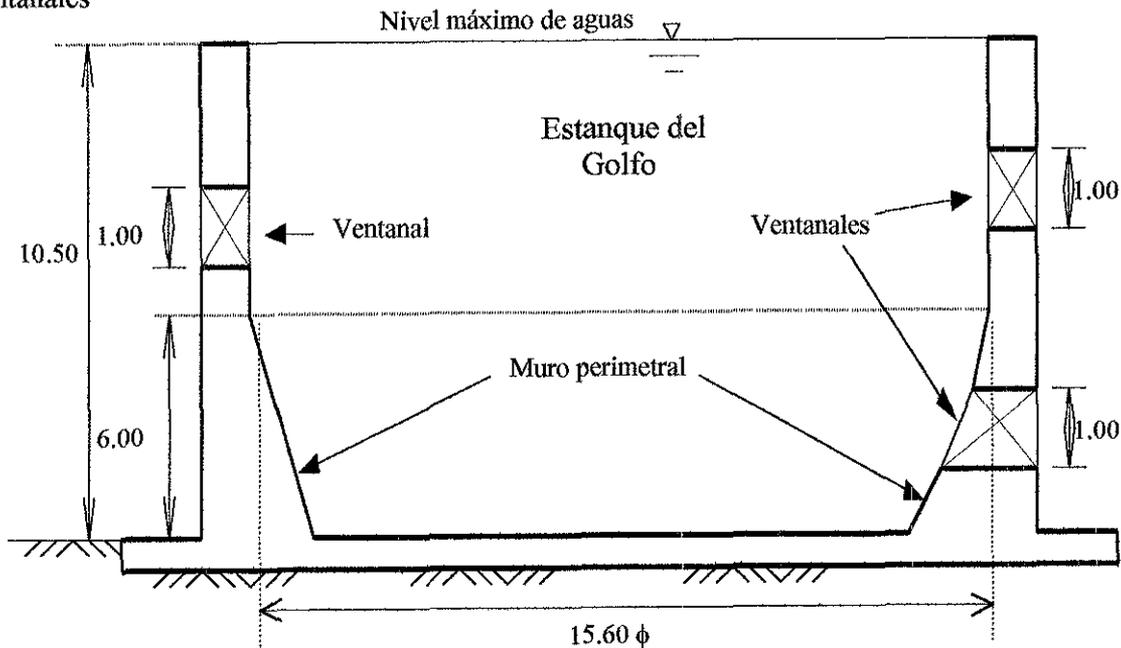


La presencia de los ventanales se muestra en los siguientes diagramas, en azul se marca el trazo del túnel<sup>14</sup>:

<sup>14</sup> La altura de los ventanales es variable para ajustarse al trazo de la rampa perimetral



El siguiente diagrama representa un perfil del muro del estanque marcando los huecos de los ventanales



El refuerzo vertical está dado por la expresión:

$$A_s = M / (f_s j d),$$

Para la profundidad máxima  $h = 10.50$  m:

$$M = 192.94 \text{ ton m}$$

$$f_s = 1265 \text{ kg/cm}^2$$

$$j = 0.87$$

y

$$d = 120 \text{ cm}$$

Calculando se tiene que:  $A_s = 19294000 / (1265)(0.86)(120) = 148 \text{ cm}^2$

Esta área de acero requerida  $A_s = 148 \text{ cm}^2$  para el refuerzo vertical del muro en la base de éste, puede suministrarse de varias maneras, para ello se seleccionaron cuatro tamaños de varilla corrugada: Con base en el número de la varilla<sup>15</sup>, se determina el área de acero por barra, y con ello se calcula el número de éstas que deben colocarse para cubrir al menos el área de acero requerida y su separación.

# de varilla	Diámetro nominal		Peso	Área de varilla [cm <sup>2</sup> ]
	pulg	mm	kg/m	$a_s$
6	3/4	19.00	2.235	2.85
8	1	25.4	3.973	5.08
10	1 ¼	31.8	6.207	7.94
12	1 ½	38.1	8.938	11.44

La separación (S) del acero vertical se calcula con la siguiente expresión:

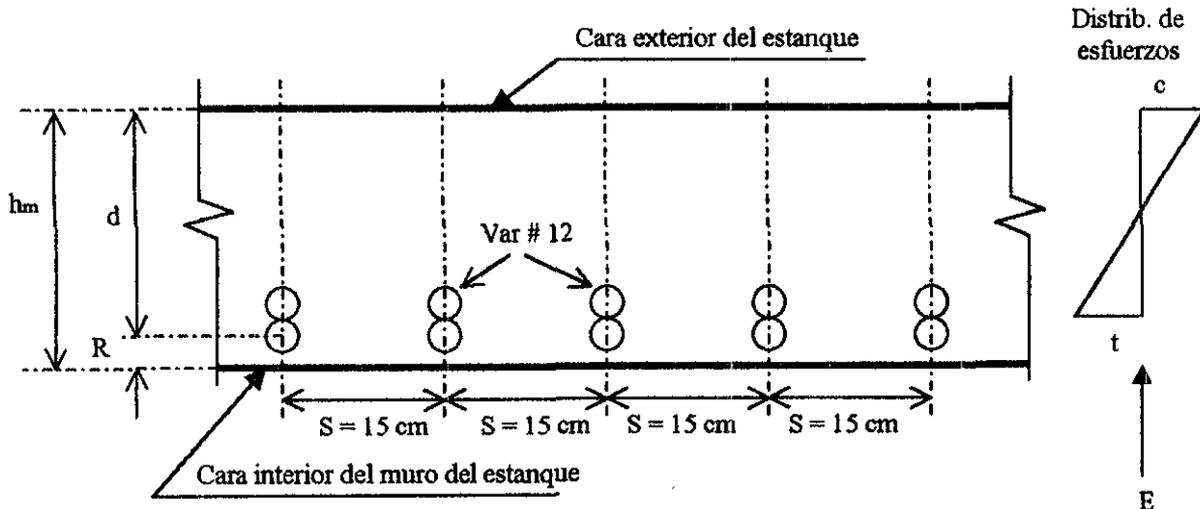
$$S = b a_s / A_s \quad \text{donde:} \quad \begin{aligned} b &= 100 \text{ cm (análisis por metro lineal de muro)} \\ a_s &= \text{área de la varilla seleccionada} \\ A_s &= \text{área de acero requerida por la estructura} \end{aligned}$$

Seleccionando varillas del # 10 ( $a_s = 7.94 \text{ cm}^2$ ), se tiene:

$$S = (100)(7.94) / (148) = 5.36 \text{ cm, lo que resulta una trama muy cerrada}$$

Por lo que opta por barras del # 12 ( $a_s = 11.44 \text{ cm}^2$ ) se tiene:

$S = (100)(11.44) / (148) = 7.73 \text{ cm}$ , por lo que se colocarán paquetes de dos varillas con una separación de 15 cm como se muestra en el siguiente diagrama.



El refuerzo vertical, de acuerdo con el análisis expuesto, asume prácticamente el total de las cargas que se presentan; y en la base del estanco, los esfuerzos son excesivos en comparación con los que se presentan a media altura o cerca de la superficie del agua, por esta razón, el refuerzo y dimensiones del muro en la parte inferior son considerables, no debiendo ser iguales para toda la altura de éste, por lo que se realizarán los cálculos para determinar la cantidad de acero requerido para tales esfuerzos, y con ello reducir costos innecesarios.

<sup>15</sup> El número de la varilla indica el número de octavos de pulgada que tiene ésta como diámetro nominal

Ya que se propuso de una sección constante de muro ( $h_m = 50$  cm) para una profundidad ( $h$ ) menor o igual a 6 m, se determinará la cantidad de acero solicitada para las profundidades de  $h = 6$  m y para  $h = 3$  m

Para la sección constante con un espesor de muro  $h_m = 50$  cm, los valores del peralte  $d = 43$  cm y del recubrimiento  $R = 7$  cm también son constantes.

Así, para  $h = 6$  m, se tiene:

$$M_A = h^3/6 = 6^3/6 = 36 \text{ ton m} = 3600000 \text{ kg cm}$$

$$A_s = M / (f_s j d) = 3600000 / (1265)(0.86)(43) = 77 \text{ cm}^2$$

y para  $h = 3$  m, se tiene:

$$M_A = h^3/6 = 3^3/6 = 4.5 \text{ ton m} = 450000 \text{ kg cm}$$

$$A_s = M / (f_s j d) = 450000 / (1265)(0.86)(43) = 9.6 \text{ cm}^2$$

Las separaciones de varillas están dadas por la expresión:  $S = b a_s / A_s$

donde:  $b = 100$  cm (análisis por metro lineal de muro)  
 $a_s =$  área de la barra seleccionada  
 $A_s =$  área de acero requerida por la estructura

Para  $h = 6$  m

Seleccionando varillas del # 10 ( $a_s = 7.94 \text{ cm}^2$ ), se tiene:

$$S = (100)(7.94) / (77) = 10.31 \text{ cm}$$

Seleccionando varillas del # 8 ( $a_s = 5.08 \text{ cm}^2$ ), se tiene:

$$S = (100)(5.08) / (77) = 6.60 \text{ cm}$$

colocando paquetes con una varilla del # 6 y una del # 12, se tiene:

$S = (100)(2.85 + 11.44) / (77) = 18.56 \text{ cm}$ , por facilidad constructiva se colocarán estos paquetes con la misma separación de las barras en la parte inferior  $S = 15 \text{ cm}$

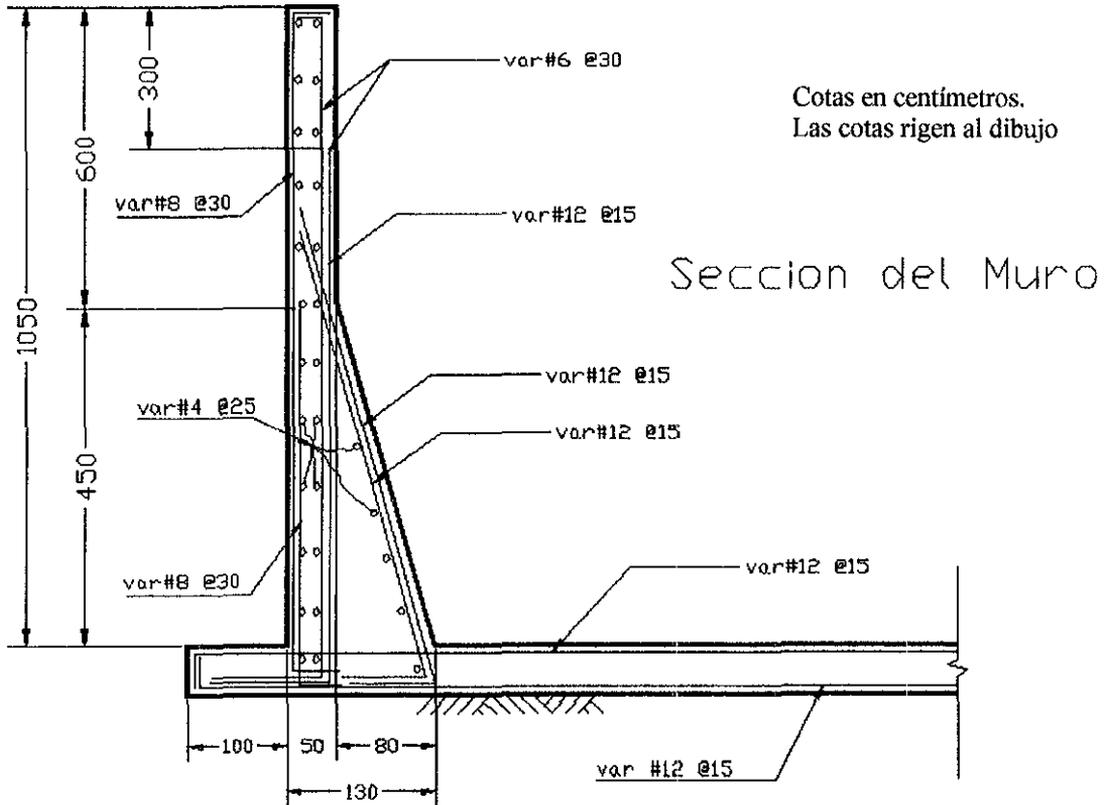
Para  $h = 3$  m

Seleccionando varillas del # 6 ( $a_s = 2.85 \text{ cm}^2$ ), se tiene:

$$S = (100)(2.85) / (9.6) = 29.6 = 30.0 \text{ cm}$$

Con esta separación se propone colocar los paquetes de varillas (1var #6 y 1var #12) desde la parte inferior del muro a cada 15 cm, cortando las varillas del # 12 a 3 m antes del borde superior del muro y continuando las barras del # 6 a toda la altura del estante.

El armado propuesto del muro es el que se muestra en el siguiente diagrama:



Para el armado de la losa de fondo se colocarán en forma radial las varillas y los bastones; éstos últimos se utilizarán para respetar la separación máxima.

### Distribución del empuje hidrostático sobre el túnel panorámico

El empuje hidrostático que recibe un cuerpo es una fuerza vertical ascendente contraria a la gravedad; éste, es función del volumen desalojado por el cuerpo al sumergirse total o parcialmente en un fluido; y de la densidad de dicho fluido.

El túnel panorámico tiene forma de un cilindro horizontal, por lo que su volumen se calcula mediante la siguiente expresión:

$$V = \pi r^2 l \quad \text{donde: } \begin{array}{l} V \text{ --- volumen} \\ r \text{ --- radio exterior del cilindro (túnel)} \\ l \text{ --- longitud sumergida del túnel} \end{array}$$

El empuje (E) por unidad de longitud que recibe el túnel por el agua, estará dado por la relación:

$$E = \gamma_A V / l \quad \gamma_A = 1 \text{ ton/m}^3$$

Así:  $E = \pi r^2 \text{ [ton/m]}$

Considerando que el radio interior del túnel es de 1.5 m y que el espesor del acrílico es aproximadamente de 20 cm, el radio exterior resulta:

$$r = 1.5 + 0.2 = 1.7 \text{ m}$$

Por lo que el empuje (E) que recibirá el túnel en condición de tubo lleno será:

$$E = \pi 1.7^2 = \underline{9.08 \text{ ton/m}}$$

La **presión hidrostática** (p) que actúa sobre un cuerpo, siempre actúa en forma perpendicular a la superficie del objeto, independientemente de la geometría del mismo.

La presión (p) aumenta en proporción directa de la profundidad (h)<sup>16</sup> a la que se localice el elemento. La expresión para calcular la presión es la siguiente:

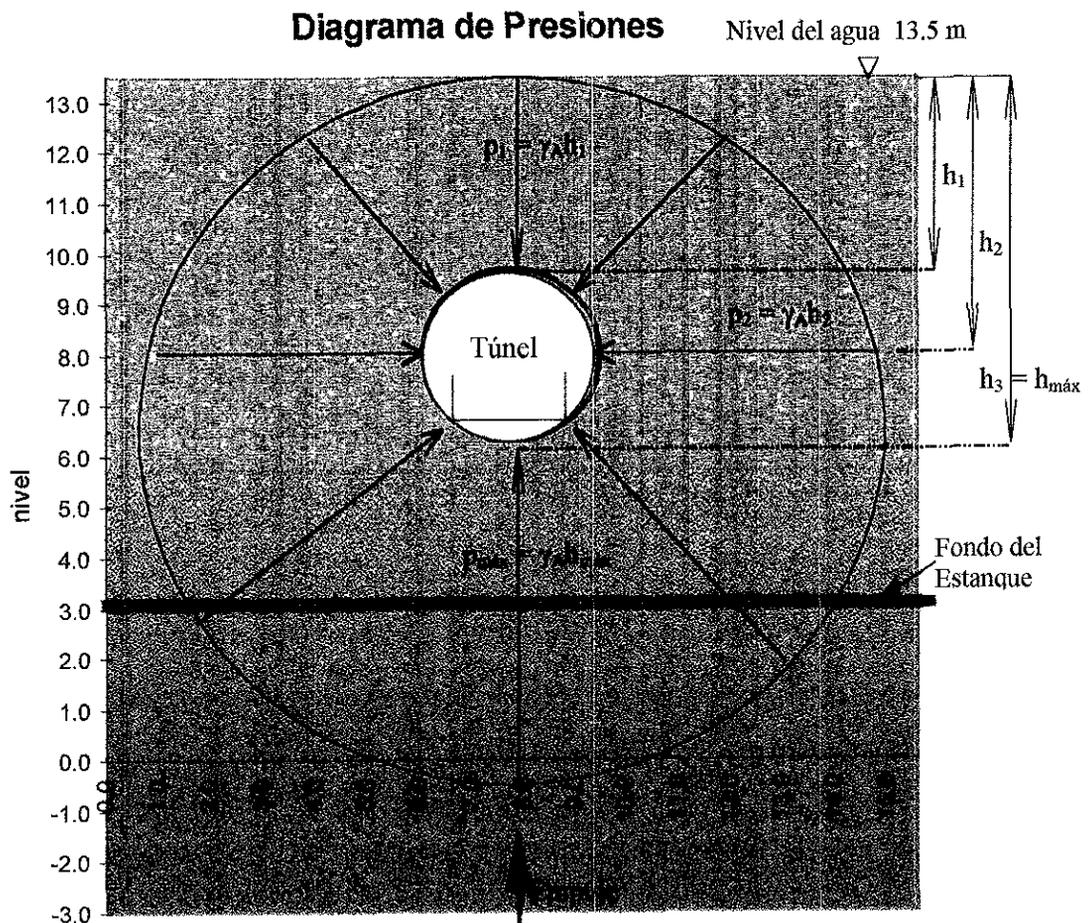
$$p = \gamma h$$

Para nuestro caso, el fluido en el cual estará inmerso el túnel es agua y el valor de la densidad será la unidad ( $\gamma_A = 1$ ).

El punto más bajo del túnel está ubicado en el nivel 6.5 y considerando el espesor del acrílico de 20 cm, éste punto se encuentra a una profundidad de:  $h_{\text{máx}} = 13.5 - (6.5 + 0.2) = 6.8 \text{ m}$

Así, la presión máxima que recibe el túnel, está en este punto y es:  $p_{\text{máx}} = 1 * 6.8 = 6.8 \text{ ton/m}^2$

El diagrama de presiones es el siguiente:



Corte transversal del túnel

<sup>16</sup> La profundidad (h) siempre se medirá a partir de la superficie del agua

**ANEXO:            Catálogo de equipos considerados**

Catálogo Impel

Catálogo Flygt

Catálogo MGB

Catálogo Aquatic Eco-Systems



SERIE "L"

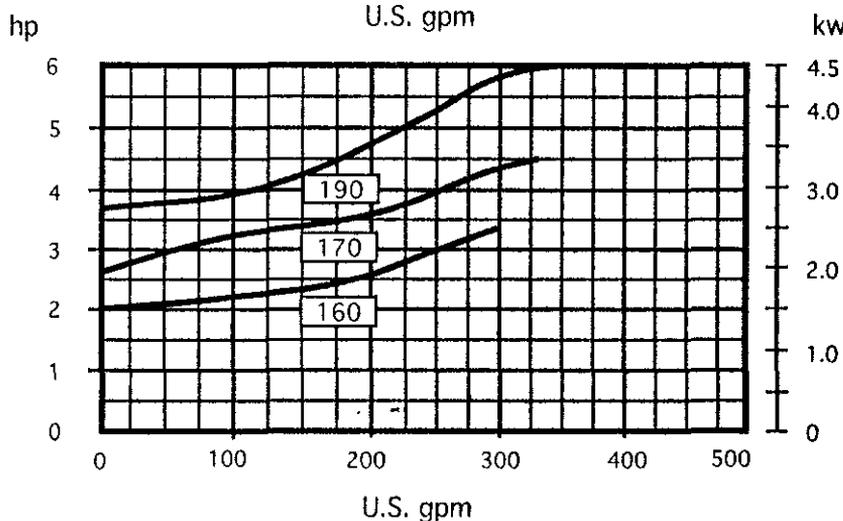
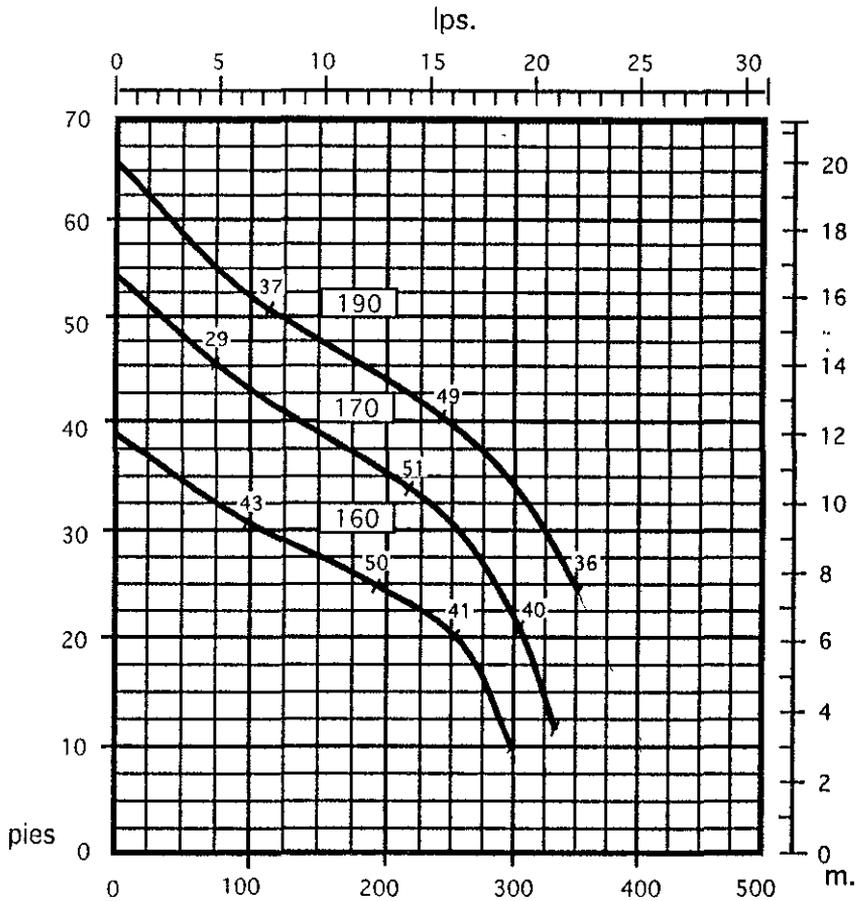
IMPEL DE MEXICO, S.A. DE C.V.

Modelo:

**LU-076-xxx-yyy-W**

Diám. Descarga 76 mm (3")  
 Paso de esfera 76 mm (3")

Bombas Sumergibles para Agua Residual



Código de modelo

**L** **U** - **076** - **xx** **x** - **yyy** - **W**

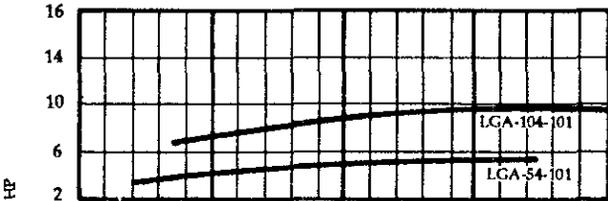
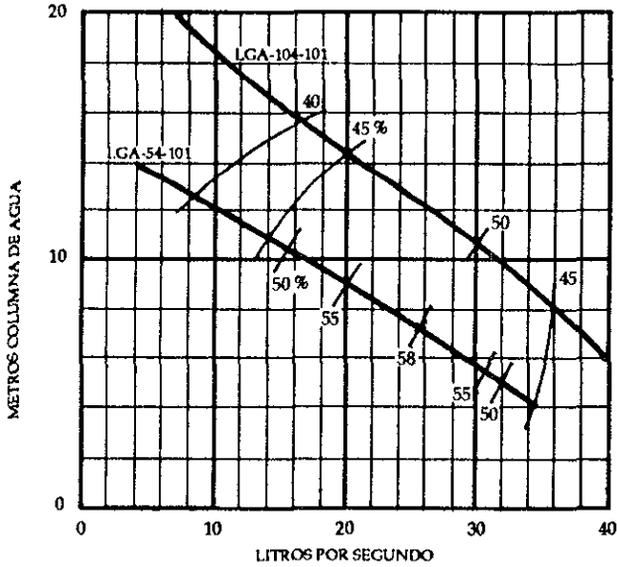
Serie Impulsor cerrado instascable Diám. descarga en mm hp motor Núm. polos Diám. impulsor en mm Motor enfriado en aceite

**ESPECIFICACIONES**

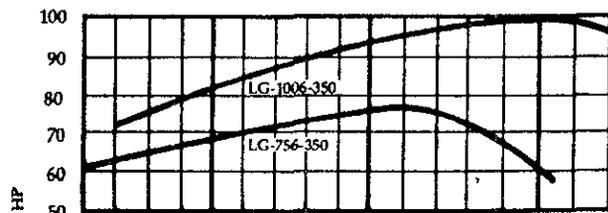
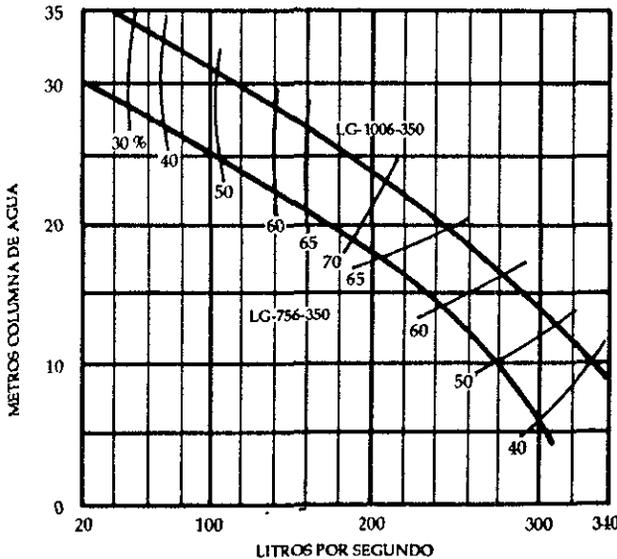
Modelo	LU-076-xxx-yyy-W		
hp motor	3	5	5
Diám. std. impulsor (mm)	160	170	190
Polos / rpm	4 / 1750		
Servicio	Continuo		
Temp. máx. liq. bombeado	40°C (104°F)		
Tipo de motor	Inducción jaula de ardilla		
Motor	Inundado en aceite		
Conexión motor	Estrella		
Volts.	220/440		
Fases	3		
Hz	60		
Amperaje máximo	220 v.	9.6	14.7
	440 v.	4.8	7.4
Amps. a rotor bloq.	220 v.	44	64
	440 v.	22	32
Aislamiento clase	B		
Diseño NEMA	B		
Código	F	F	E
Longitud del cable	8 m (26')		
Impulsor tipo	Cerrado inatascable, 1 álabe		
Brida de descarga	100 mm (4") clase 125		
Lubricación de baleros	Aceite dieléctrico		
<b>MATERIALES:</b>			
Voluta	FoFo ASTM-A48-CL30		
Impulsor	FoFo ASTM-A48-CL30		
Flecha	410 SS		
Sello mecánico sup.	Carbón-cerámica		
Sello mecánico inf.	*Carbón-cerámica		
Tornillos y tuercas	18-8 SS		
Anillo de desgaste	Bronce		
Maneral	316 SS		
Pintura	Epóxica		

\*Carburo opcional

LGA-54-101 (6 LPA)  
LGA-104-101 (6 LPA)



LG-756-350 (6 LP)  
LG-1006-350 (6 LP)



MODELO		CI-14-76	CI-24-76
GRALES.	POTENCIAL NOMINAL (HP)	2.5	4.5
	VELOCIDAD	1750 rpm.	
	SERVICIO		
	TEM. MAX. LIQUIDO		

CONSTRUCTIVAS	TIPO IMPULSOR	SEMI ABIERTO	
	DIAMETRO IMPULSOR (mm)	153	178
	No. DE ALABES	2	
	PASO ESFERA		
	DIAM. DESC. BOMBA mm. (pulg.)	76 (3")	
	DIAM. DESC. CODO mm. (pulg.)	76 (3")	
	CODO DESC. (VERSIONES LG)	NO	
	CAMARA MOTOR	INUNDADA	
	SENSOR DE HUMEDAD		
	CADENA GALVANIZADA	NO	
SELLOS MECANICOS	1		
BALEROS			
LUBRICACION BALEROS	ACEITE		
VIDA UTIL BALEROS (hrs.)	20000	20000	

ELECTRICAS	TIPO MOTOR		
	TIPO DE CONEXION MOTOR		
	VOLTAJE		
	FASES / HERTZ / POLOS	3 / 60 / 4	
	CORR. MAX. (220/440 v.) (Amps)	9/4.5	14/7.5
	CORR. ARRANQUE (220/440 v.) (Amps.)	24/12	44/22
	CLASE AISLAMIENTO / TEMP.		
	DISEÑO NEMA		
	PROTECCION TERMICA	NO	
	CODIGO MOTOR	H	K
	No. CABLES / LONGITUD (m.)		
	CONDUCTORES POR CABLE	4	
	CALIBRE CABLE DE FUERZA (220/440 V.)		
CALIBRE CABLE DE CONTROL	ND		
PESO (Kg) BOMBA/CODO	65/ND	75/ND	

MATERIALES	CUERPO E IMPULSOR	FLECHA
SERIE "CI"	HIERRO FUNDIDO	ACERO INOXIDABLE
SERIE "LG" Y "LGA"	ASTM A-48 CLASE 30	AISI 4140

NOTAS: ND = NO DISPONIBLE

\* SELLO MECANICO INFERIOR OPCIONAL EN CARBURO

CARACTERÍSTICAS	MODELO										
	CI-14-76	CI-24-76	LG-22-64	LG-24-76	LGA-54-101	LGA-104-101	LGA-104-151	LGA-154-151	LGA-204-151	LGA-304-151	LGA-304-201
POTENCIAL NOMINAL (HP)	2.5	4.5	2	5	10	15	20	30			
VELOCIDAD	1750 rpm.		3450 rpm.	1750 rpm.							
TIPO DE MOTOR	CONTINUO										
TEMPERATURA DE LUBRIFICACION LIQUIDO	40°C										

IMPULSOR	SEMI ABIERTO		CERRADO									
	153	178	110	176	200	219	191	210	228	245	247	201
DIAMETRO IMPULSOR (mm)	2		1				2					
ANCHO DE LABES	64 mm. (2.5")					76 mm. (3")						
DIAMETRO ESC. BOMBA mm. (pulg.)	76 (3")	54 (2.5")	76 (3")	101 (4")			151 (6")			201		
DIAMETRO ESC. CODO mm. (pulg.)	76 (3")	54 (2.5")	76 (3")	101 (4")			151 (6")			201		
TIPO DE ESC. (VERSIONES LG)	NO		SI BRIDALEO									
TIPO DE MOTOR	INUNDADA		SECA		INUNDADA EN ACEITE							
PROTECCION DE HUMEDAD	NO				OPCIONAL							
ACABADO GALVANIZADA	NO		6 mts.									
REPARACION MECANICOS	1		2*									
	2											
LUBRICACION BALEROS	ACEITE		GRASA		ACEITE							
	20000	20000	45000	45000	30000	50000	50000	50000	50000	30000	30000	50000

TIPO DE MOTOR	INDUCCION JAULA DE ARDILLA											
	ESTRELLA											
	220 o 440											
TIPO DE POLOS	3/60/4		3/60/2	3/60/4								
CORRIENTE MAX. (220/440 v.) (Amps.)	9/4.5	14/7.5	7/3.8	7/3.8	14.6/7	28/14	28/14	44/22	55/27	77/38	77/38	102/51
CORRIENTE DE ARRANQUE (220/440 v.) (Amps.)	24/12	44/22	52/26	44/22	64/32	169/85	169/85	169/85	230/115	303/151	303/151	454/227
TEMPERATURA DE OPERACION / TEMP.	B/135°C											
TIPO DE MOTOR	B											
PROTECCION TERMICA	NO		SI (110°C / 70°C)									
TIPO DE MOTOR	H	K	K	K	K	H	H	H	H	G	G	G
DIAMETRO DE LOS CABLES / LONGITUD (m.)	1/8 m.											
CANTIDAD DE CABLES POR CABLE	4		6									
CABLE DE FUERZA (220/440 V.)	14/14				12/14		8/10	6/10	2/8			
CABLE DE CONTROL	ND		2 x 16									
TIPO DE MOTOR / BOMBA / CODO	65/ND	75/ND	60/20	80/30	145/30	165/95	235/95	250/95	285/95	285/150	325/150	325/150

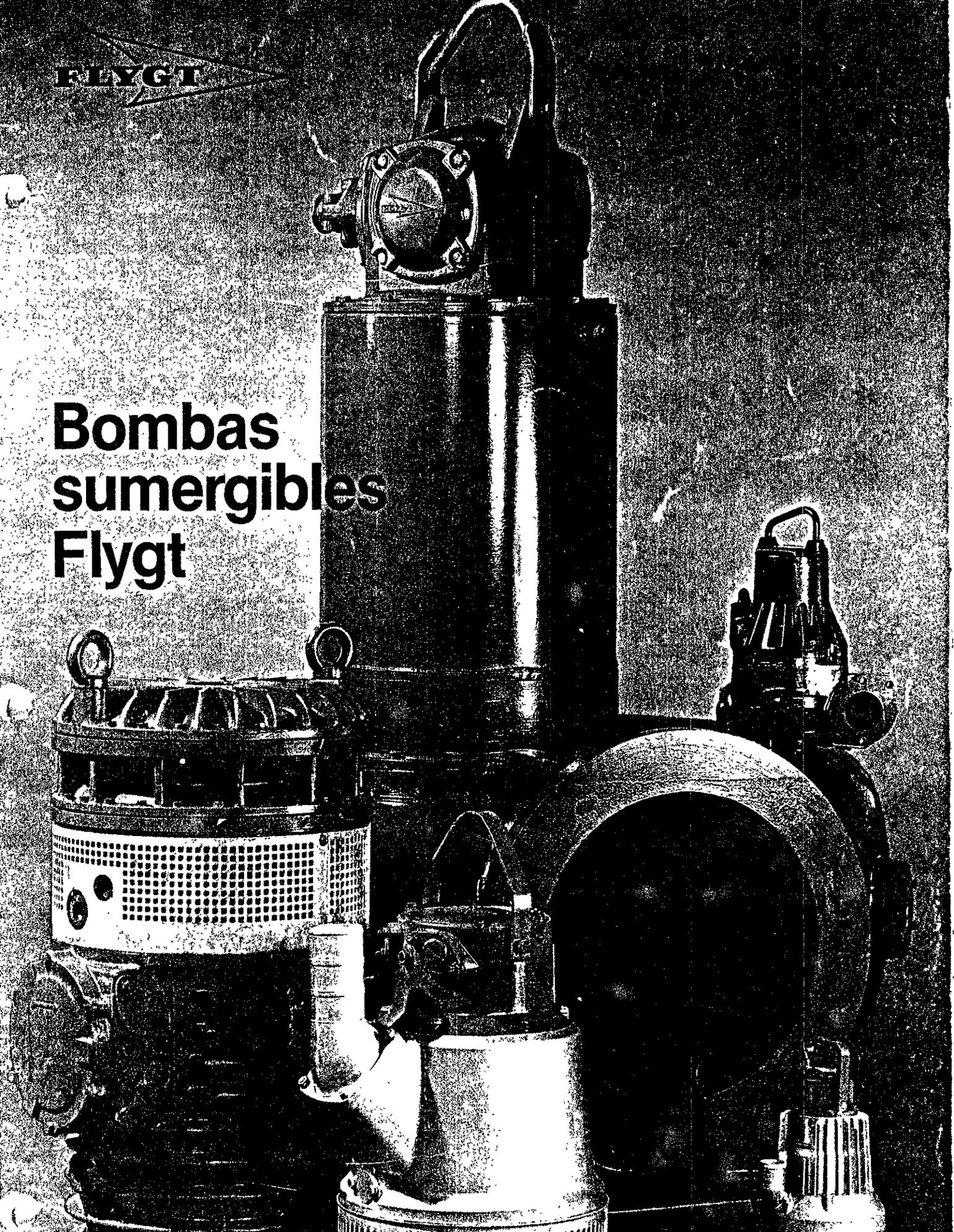
MATERIALES	CUERPO E IMPULSOR	FLECHA	TORNILLERIA	ANILLO DE DESGASTE	MANGO	SELLO M
	HIERRO FUNDIDO ASTM A-48 CLASE 30	ACERO INOXIDABLE AISI 410	ACERO INOXIDABLE TIPO 18-8	NO SE UTILIZA	ACERO INOXIDABLE	CARBON C
Y *LGA*				BRONCE	ACERO INOXIDABLE	CARBON C

NO DISPONIBLE

OPCIONALES MECANICOS INFERIORES EN CARBURO DE TUNGSTENO

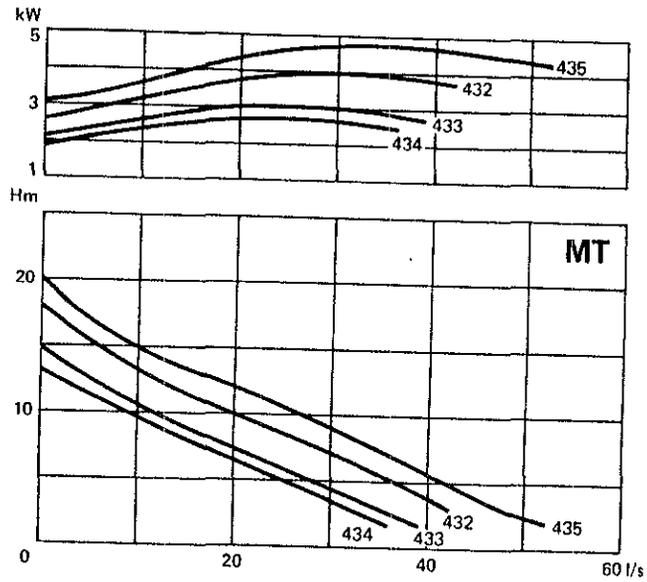
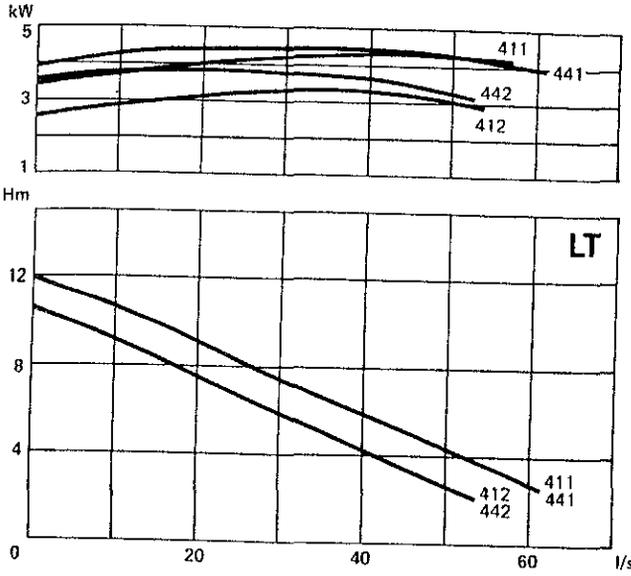
**FLYGT**

# Bombas sumergibles Flygt



# Bombas sumergibles para desagües y lodos

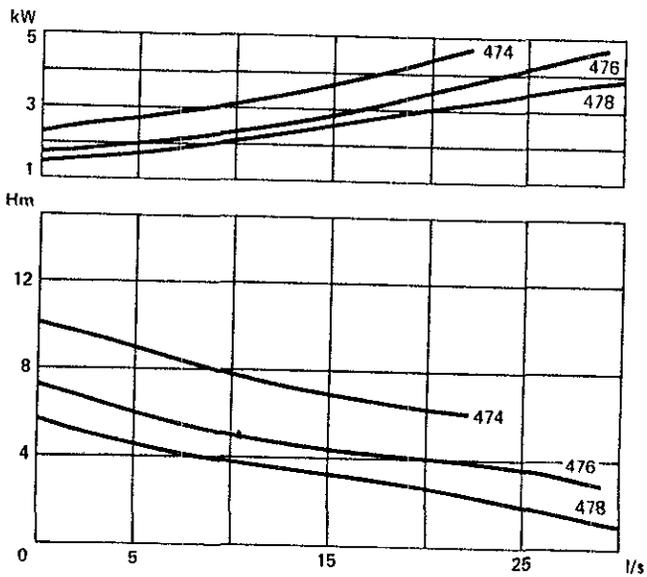
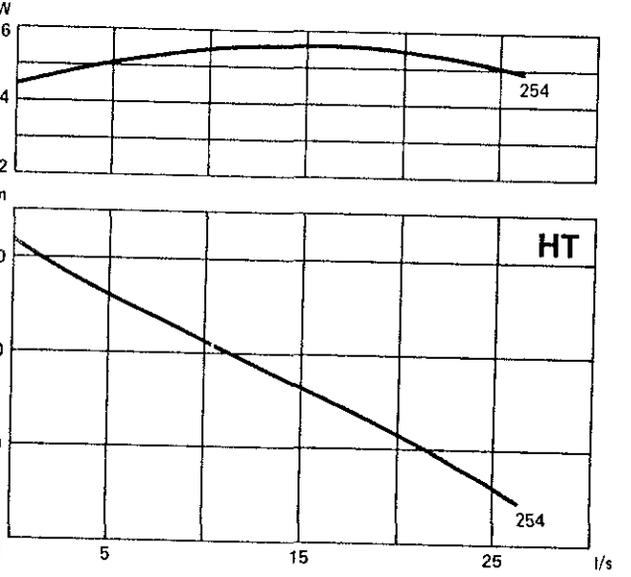
## CP/CT/CS 3101



Impulsor Código	Cant canales	Acopl Diám mm en ejec. CP	Superf de paso, mm	Potencia motor kW	r.p.m.	Ejecuciones disponibles
411	2	150	52 x 96	3,7	1700	CP/CS
412	2	150	52 x 88	3,7	1700	CP/CT/CS
441	1	150	100 x 100	3,7	1700	CP/CS
442	1	150	100 x 100	3,7	1700	CP/CS

Impulsor Código	Cant canales	Acopl. Diám mm en ejec. CP	Superf. de paso, mm	Potencia motor kW	r.p.m.	Ejecuciones disponibles
432	1	100	75 x 80	3,7	1700	CP/CS
433	1	100	70 x 80	3,7	1700	CP/CT/CS
434	1	100	65 x 80	3,7	1700	CP/CT/CS
435	1	100	76 x 80	3,7	1700	CP/CS

## DP/DS 3101



Impulsor Código	Cant. canales	Acopl Diám mm en ejec. CP	Superf. de paso, mm	Potencia motor kW	r.p.m.	Ejecuciones disponibles
254	1	80	46 x 46	4,4	3450	CP/CS

Impulsor Código	Impulsor	Acopl. Diám mm en ejec. DP	Superf. de paso, mm	Potencia motor kW	r.p.m.	Ejecuciones disponibles
474	Impulsor vórtex	100	Ø 80	3,7	1700	DP/DS
476	Impulsor vórtex	100	Ø 80	3,7	1700	DP/DS
478	Impulsor vórtex	100	Ø 80	3,7	1700	DP/DS

eso, kg

CP CT CS DP DS

# Código de productos de Flygt

En el futuro las bombas sumergibles Flygt se designarán con dos letras seguidas de cuatro cifras. En algunos casos pueden añadirse dos letras más después de las cifras. La primera letra describe la sección hidráulica de la

bomba y la segunda el tipo de instalación de que se trata. Las cifras designan el modelo en cuestión. Las dos letras después de la designación del producto se emplean para distinguir las características del impulsor dentro de una misma sección hidráulica.

Este es el significado de las letras:

## Sección hidráulica

**B** impulsor de varias palas, abierto o cerrado, con difusor y colador



**C** impulsor cerrado en el cuerpo de la bomba



**D** impulsor de torbellino (vórtex) en el cuerpo de la bomba



**F** impulsor abierto con dispositivo cortante en el cuerpo de la bomba



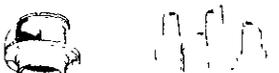
**G** impulsor abierto o cerrado de varias palas en cuerpo de bomba para capacidad pequeña



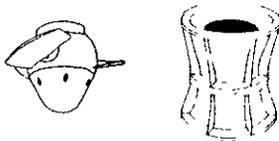
**H** impulsor de canales, abierto o cerrado, en cuerpo de bomba para medios muy abrasivos



**L** impulsor de bomba cerrado con guías para grandes caudales



**P** hélice con palas para grandes caudales



**R** impulsor de varias palas abierto o cerrado en cuerpo de bomba para grandes alturas de elevación



**S** hélice para agitación.



## Forma de instalación

**F** instalación estacionaria separada, apoyada sobre patas, sin ó con colador. Conexión a tubo ó manguera



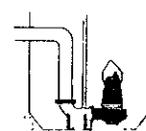
**J** con boquilla de proyección para agitado y acoplamiento a la conexión de descarga



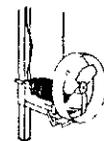
**L** instalación estacionaria sobre plataforma en el pozo



**P** instalación estacionaria húmeda con conexión de descarga



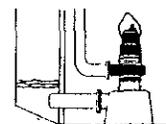
**R** instalación estacionaria guiada, sin conexión de descarga



**S** ejecución transportable con conexión de manguera



**T** instalación seca estacionaria sobre bastidor



## Un ejemplo:

CP 3152 MT

3152 = modelo  
MT = caudal medio

C = impulsor de canales cerrado en cuerpo de bomba

P = instalación estacionaria húmeda con conexión de descarga

## Características del impulsor

LT = Gran caudal

MT = Caudal medio

HT = Gran altura

# MGB

Mexicana General de Bombeo

La línea de Sistemas de Bombeo  
integrado más Extensa del Mercado



8/6/98

**ADAN GUTIERREZ**  
**TELEFONO 641 72 19**

### **OBRA: NUEVA**

Estimado. Sr. Gutierrez :

En Mexicana General de Bombeo le agradecemos permitirnos ofrecerles nuestros equipos y servicios, respaldados por más de 4 décadas como fabricantes de equipos de bombeo, siendo nuestro principal objetivo ofrecer soluciones a sus necesidades.

De acuerdo a las especificaciones particulares del proyecto, amablemente proporcionadas por ustedes, consideramos la siguiente propuesta la mejor alternativa de solución a su requerimiento.

### **MOTOBOMBAS CENTRIFUGAS HORIZONTALES PARA TRABAJAR CON AGUA DE MAR :**

#### **DESCRIPCION DEL EQUIPO**

##### **1 - Motobombas centrífugas.**

Mca. MGB Mod. 6-300 construida en Bronce de alta resistencia a la sal de 3" de succión por 2" en la descarga con impulsor cerrado de un paso de Bronce y sello de buna mecánico, acoplada directamente a motor eléctrico de 3 H.P. 2 Polos, 3500 R.P.M. 220/440 V 60 Ciclos.

**PRECIO L.A.B. MEXICO ..... \$9,000.00**

##### **1 - Motobombas centrífugas.**

Mca. MGB Mod. 8-500 construida en Bronce de alta resistencia a la sal de 4" de succión por 4" en la descarga con impulsor cerrado de un paso de Bronce y sello de buna mecánico, acoplada directamente a motor eléctrico de 5 H.P. 2 Polos, 3500 R.P.M. 220/440 V 60 Ciclos.

**PRECIO L.A.B. MEXICO ..... \$11,000.00**

## **GARANTIA M.G.B.**

MGB garantiza sus equipos por **3 años** contra defectos de fabricación y vicios ocultos en todas sus partes.

**TIEMPO DE ENTREGA:** 2 a 3 semanas

## **SERVICIOS ADICIONALES**

### **SIN CARGO**

- 1.- Asesoría en la instalación Eléctrica y Mecánica.
- 2.- Servicio de puesto en marcha una vez que se encuentre instalado el EQUIPO, de forma total y adecuada (Sólo en plazas donde existen agencias M.G.B.)
- 3.- Entrenamiento en operación y mantenimiento al personal que se quede a cargo del EQUIPO.

## **CONDICIONES DE PAGO GENERALES PARA CUALQUIER EQUIPO:**

50% de anticipo con su orden de compra.

50% al aviso de entrega

**De vernos favorecidos con su amable orden, cargaremos el 15% de IVA.**

Presupuesto sujeto a cambios de precios sin previo aviso.

Sin más por el momento, y en espera de sus gratas noticias sobre el particular; quedamos de Uds. como sus y SS. SS



**Eduardo Hidalgo León**

**Asesor Técnico.**

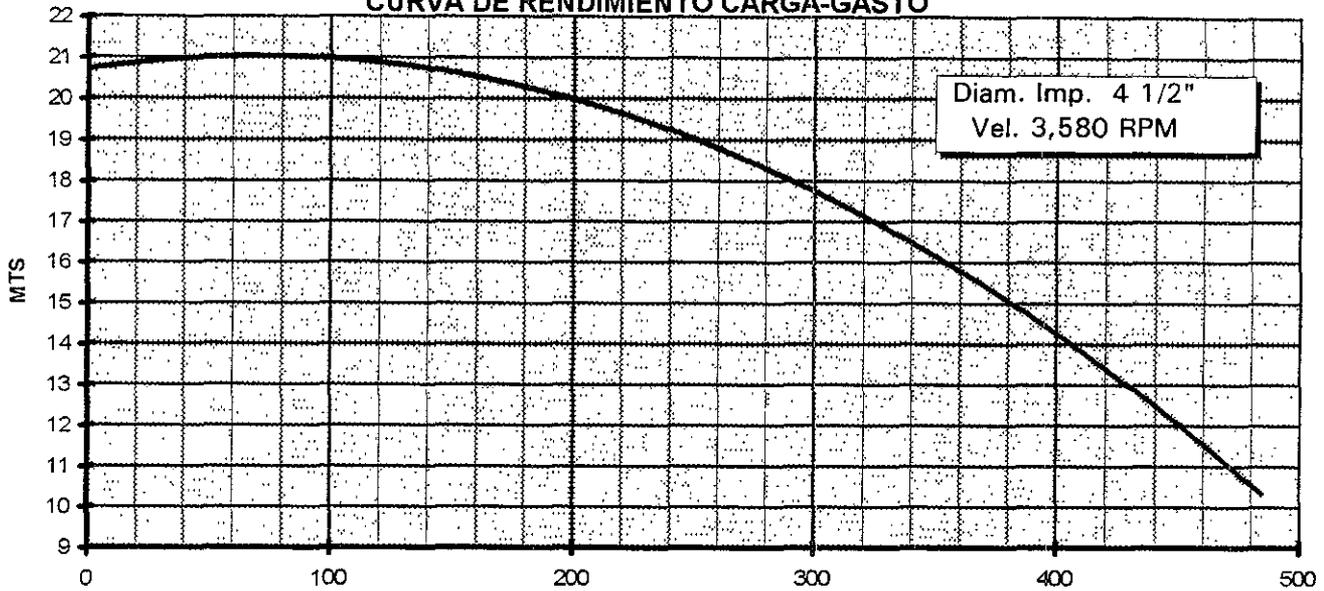
**MOD. 6-300**  
 Gasto max. 550 lpm  
 Carga max. 18 mts.  
 3" x 2" 3 hp



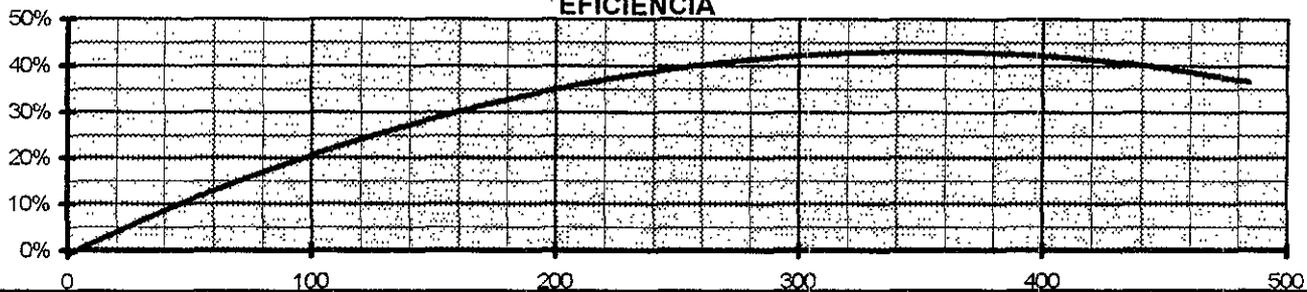
**TABLA DE RENDIMIENTOS**

Q lpm	0	159	238	291	326	360	390	416	439	454	477	484	484	484	484
H mts	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	10	10	10
Bhp	2.0	2.4	2.6	2.8	2.8	2.9	2.9	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Eff	0%	28%	38%	42%	43%	44%	44%	43%	42%	40%	38%	35%	35%	35%	35%

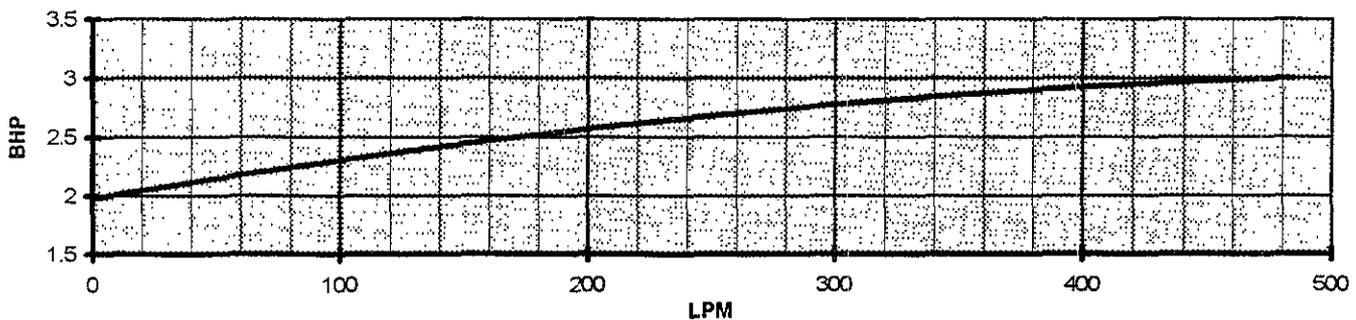
**CURVA DE RENDIMIENTO CARGA-GASTO**



**EFICIENCIA**



**CABALLOS DE POTENCIA AL FRENO**



Esta prueba se realizo a 1,500 mts. sobre el nivel del mar, con una CNPSD de 12 PSI.

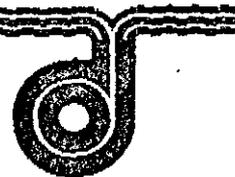
**MOD. 6-300**

Gasto max. 550 lpm

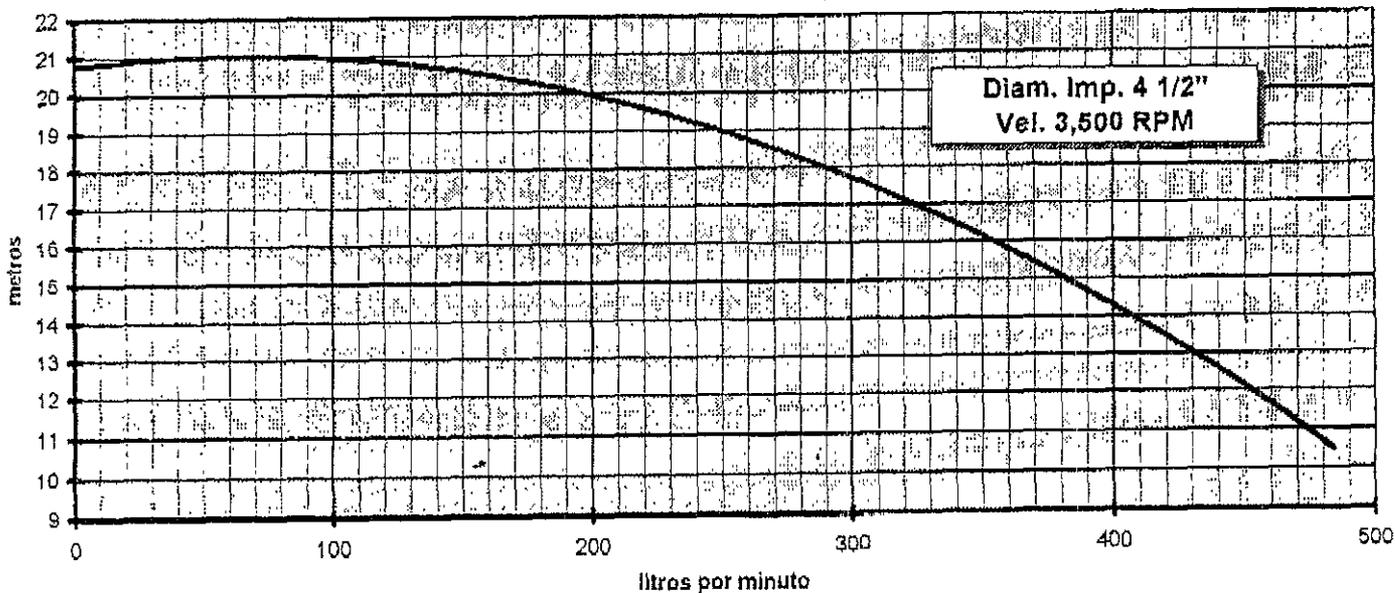
Carga max. 18 mts

3" X 2" 3 h.p.

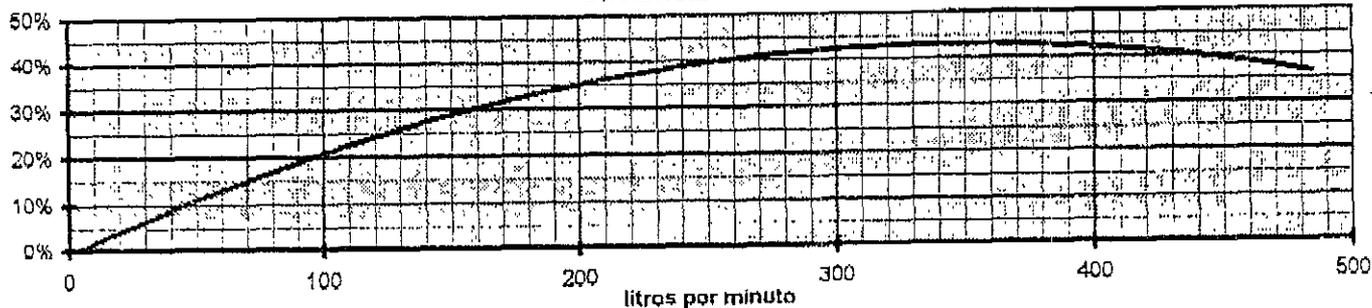
**bombas  
mejorada**



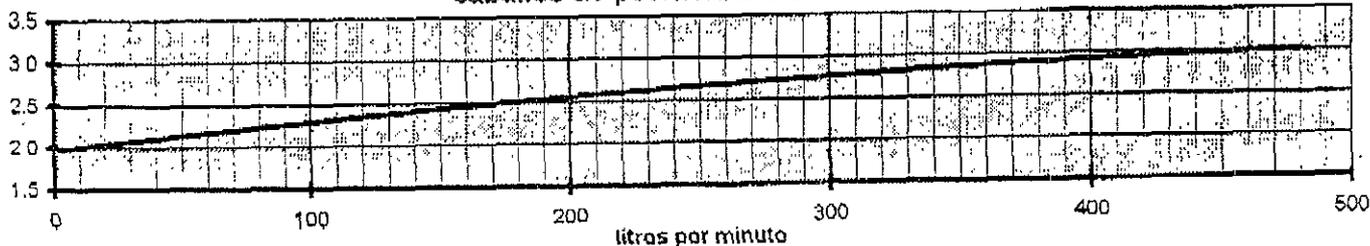
curva de rendimiento carga-gasto



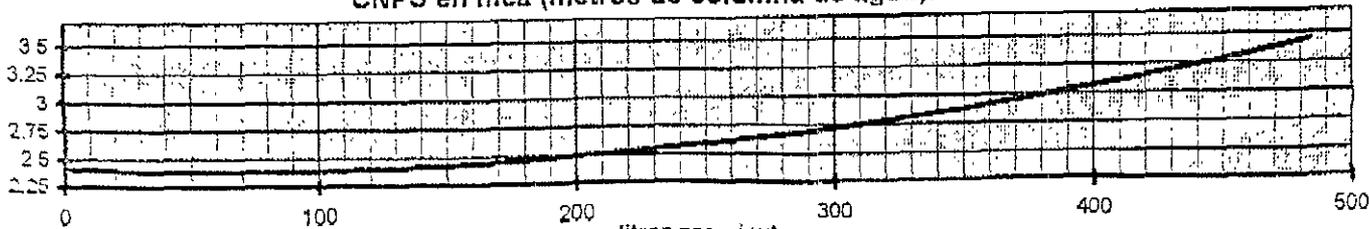
eficiencia



caballos de potencia al freno



CNPS en mca (metros de columna de agua).



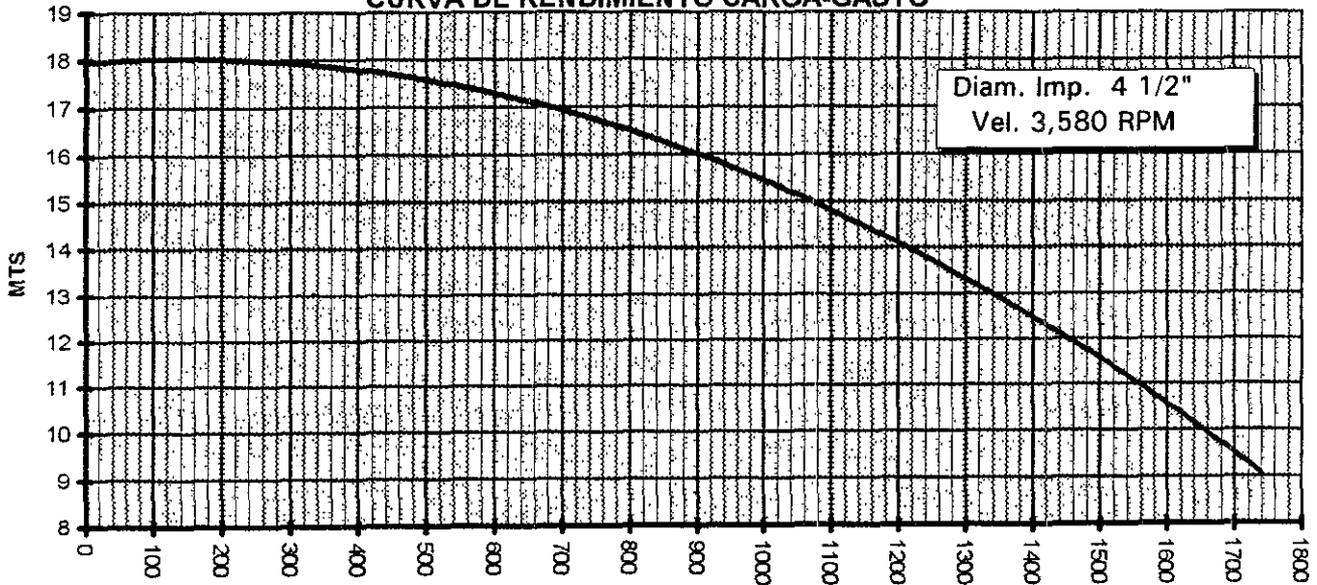
**MOD. 8-500**  
 Gasto max. 1200 lpm  
 Carga max. 16 mts.  
 4" x 4" 5 hp



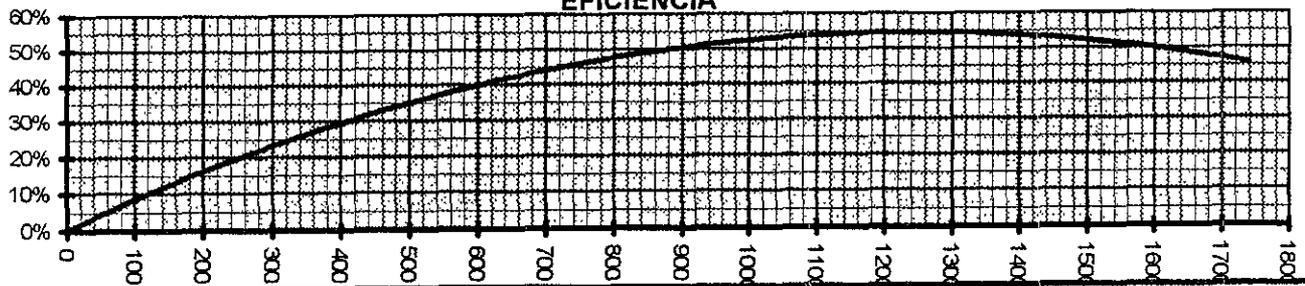
**TABLA DE RENDIMIENTOS**

Q lpm	0	660	900	1080	1200	1320	1500	1620	1620	1740	1740	1740	1740	1740	1740
H mts	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	9	9	9	9	9
Bhp	4.0	5.7	6.2	6.7	6.8	7.0	7.4	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Eff	0%	43%	51%	53%	54%	54%	53%	52%	47%	46%	46%	46%	46%	46%	46%

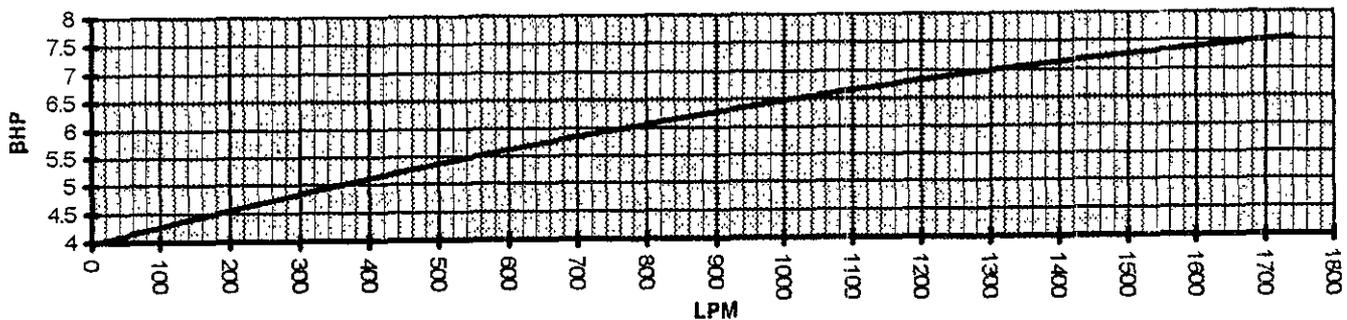
**CURVA DE RENDIMIENTO CARGA-GASTO**



**EFICIENCIA**



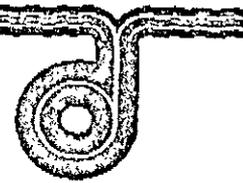
**CABALLOS DE POTENCIA AL FRENO**



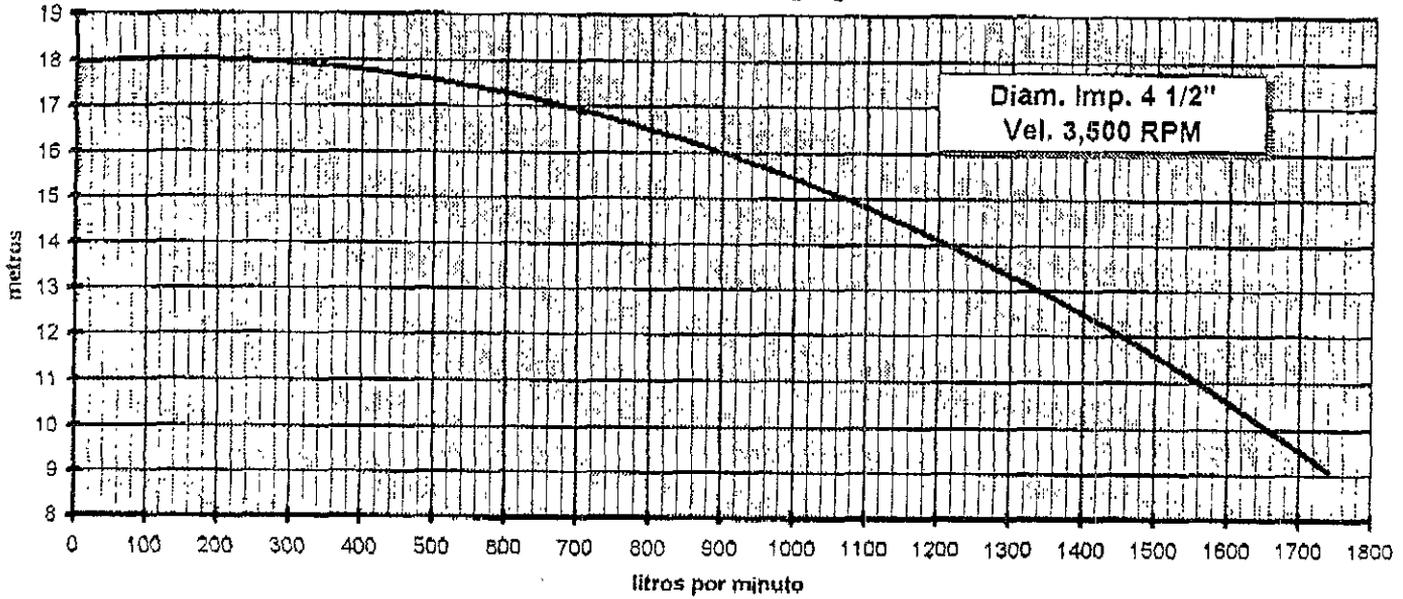
Esta prueba se realizo a 1,500 mts. sobre el nivel del mar, con una CNPSD de 12 PSI.

**MOD. 8-500**  
 Gasto max. 1200 lpm  
 Carga max. 16 mts  
 4" X 4" 5 hp

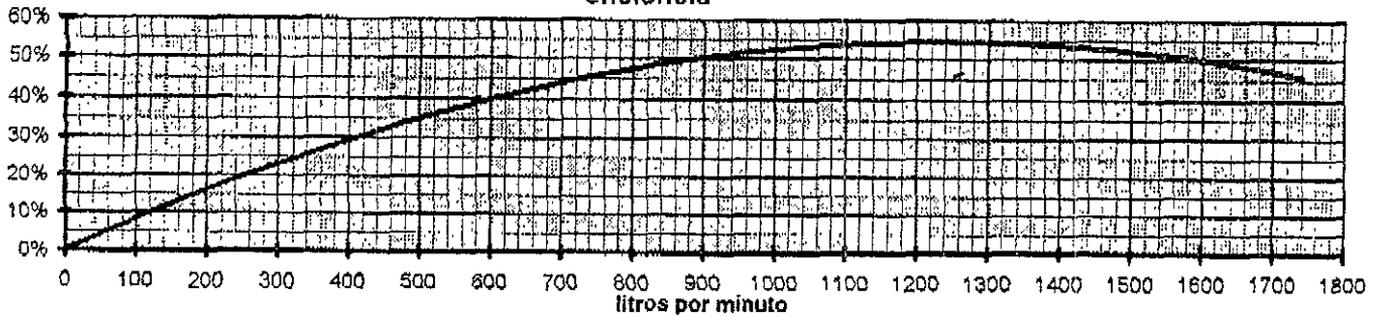
**bombas  
mejorada**



**curva de rendimiento carga-gasto**



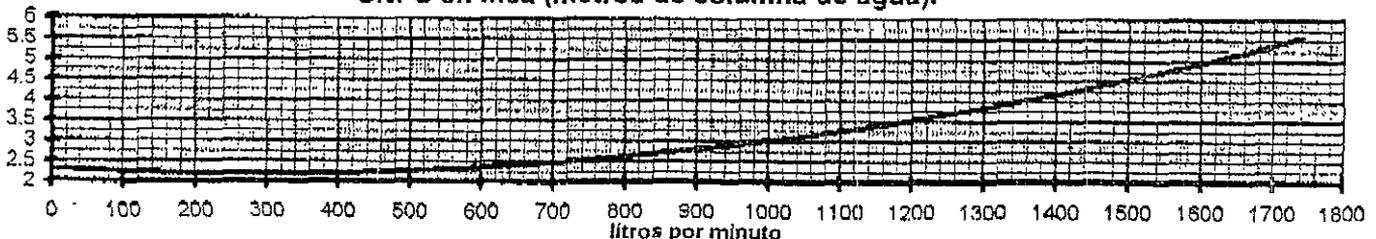
**eficiencia**



**caballos de potencia al freno**



**CNPS en mca (metros de columna de agua).**



# ACUATIC ECO-SYSTEMS, INC.

Sweetwater

**AQUACULTURE PRODUCTS**  
...THE AERATION SPECIALISTS

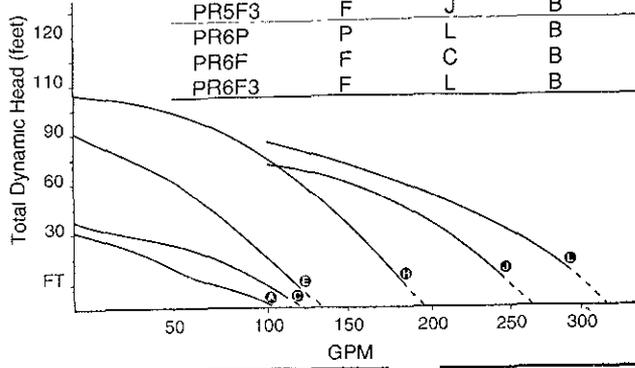
# NEW PRODUCTS

## Pacer Glass-Filled Polyester Pumps

Pacer pumps are self-priming, requiring no additional bolt-on trap. They are an excellent choice for salt water applications featuring 316 S.S shafts, EPDM seals, lined volute and all stainless steel fasteners. Baseplates include all fasteners, shims, and the motor coupling guard

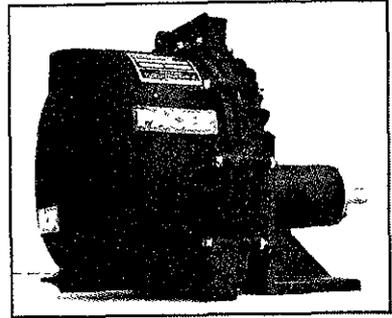
(except pedestal mounted models). Mounting and alignment available. All motor models TEFC. Three phase available on request. Specify voltage. Power cords not included.

PART NO.	STYLE	CURVE	BASE PLATE	COUPLING	MAX. hp	MAX. FLOW	DISCHARGE & SUCTION RPM	WEIGHT	PHASE	PRICE
PR50P	P	A			.45	80	1750	1 1/2"	1	\$ 380.00
PR50C	C									599.00
PR1P	P	C			9	120	1750	2"	1	737.00
PR1C	C									380.00
PR2P	P	E			1.7	110	3450	2"	1	841.00
PR2C	C									380.00
PR3P	P	H			3.1	180	3450	2"	1	380.00
PR3C	C	H	B	B	3.1	180	3450	2"	1	781.00
PR5P	P	J	B	B	5.0	240	3450	2"	1	380.00
PR5F	F	J	B	B	5.0	240	3450	2"	1	1632.00**
PR5F3	F	J	B	B	5.0	240	3450	2"	3	1202.00**
PR6P	P	L	B	B	5.0	280	3450	3"	1	443.00
PR6F	F	C	B	B	5.0	280	3450	3"	1	1695.00**
PR6F3	F	L	B	B	5.0	280	3450	3"	3	1264.00**

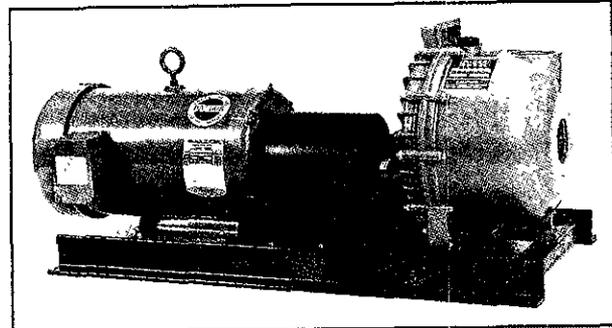


Baseplate B Includes: All fasteners, coupling guard & steel baseplate. 244.00  
 Shaft Coupling B 67.00  
 Mounting Pump Assembly on baseplate. 65.00

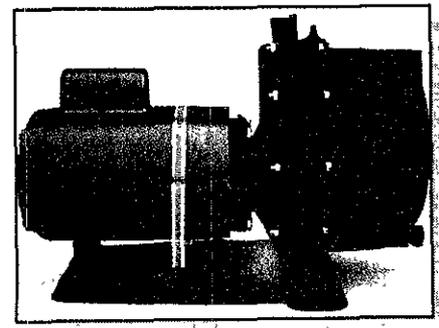
\*\* Includes pre-assembly on baseplate - flexible coupling only.  
 All units except "P" styles include motors.  
 Maximum priming suction lift: 25' on 3450 RPM  
 12 - 15' on 1750 RPM



Pedestal Mounted



Flexible Coupled



Close Coupled

### "Instant Fish Tanks", Liners

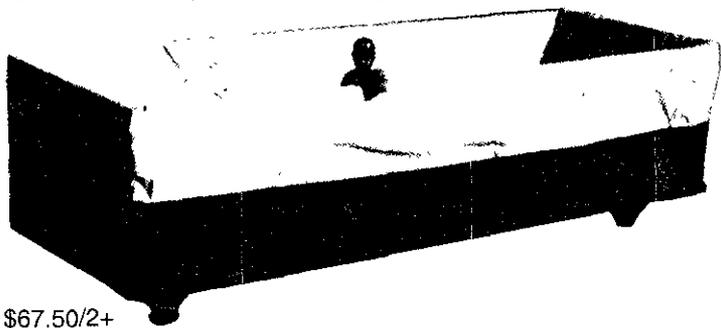
The cheapest temporary tank we know of.

You can rent a 22 foot, 20 cu. yard (4,400 gal) roll-off waste container just about anywhere in the U.S. for \$100 to \$200 per month including pick up and delivery!\* With the addition of our 22 foot roll-off liner, you have a water tight fish tank.

Chip Rodgers says "These are great for beginners. If the fish don't make it just tie off the bag and call for a pick up!"

The liners are 8 mil. thick, 22' long, 8' wide and 66" deep. Virgin polyethylene (white). They feature a patented form fit design that fits squarely in the corners to virtually eliminate tearing and they give triple thickness leak protection at the bottom of the tailgate.

Tape over any protrusions prior to installing liners. Guaranteed against manufacturers defects but not guaranteed not to leak as we have no control over installation. In stock! F.O.B. FL or MS. **USA**



Part No. LR22 Ship Wt. 28 lbs. \$75.00/ea. \$67.50/2+

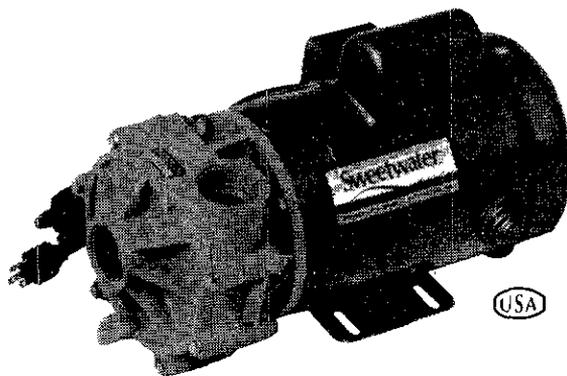
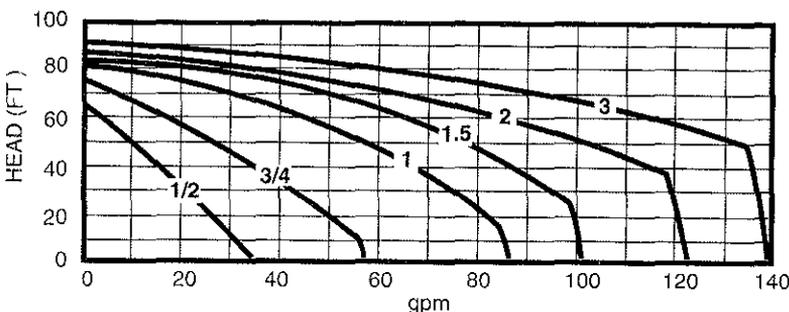
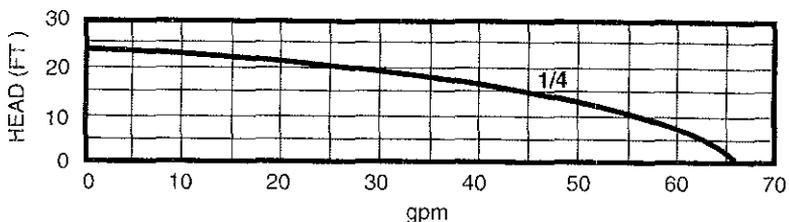
# Sweetwater® Centrifugal Pumps

For Fresh or Salt Water

Looking for good continuous duty medium head pumps? Here they are! These high performance pumps are molded out of glass filled Noryl, giving them excellent corrosion and abrasion resistance for aquaculture applications. Their continuous duty temperature rating is 104°F. Pumps may be specified with the

patented Impenatra Seal, which prevents the water from **contacting any metal parts**. These are flooded suction, straight centrifugal pumps, and are not self priming.

All pumps come equipped with stainless steel and buna seal (for fresh water) or optional Impenatra Seal (for saltwater), stainless steel hardware, 8 ft. power cord (on 1/4 through 1 hp models), and polyurethane motor rust protection. Inlet/outlet connections are 1 1/2" NPT on all pumps. 3450 rpm, TEFC motors are standard on all models. All replacement parts and motors available from our stock. See page 78 for TEFC information.

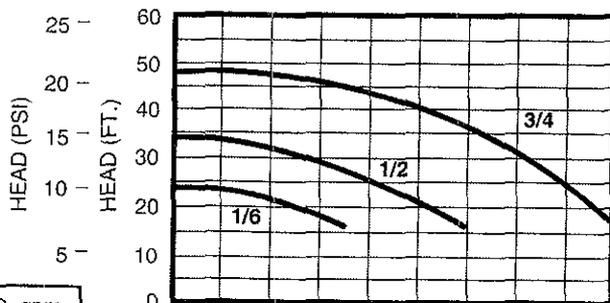
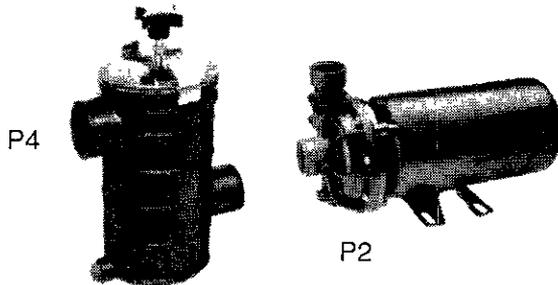


FOR SALT WATER COMPATIBLE MODELS (IMPENATRA SEAL), ADD AN "S" TO THE PART NO. AND INCREASE THE PRICE BY \$ 52.00

PART NO.	DESCRIPTION	hp	VOLTS	F.L. AMPS	CAPACITY (gpm*)	SHIP. WT.	PRICE
PS-1	Sweetwater Pump	1/4	115/230	6.4 @ 115V	63	38 lbs.	\$ 410.00
PS-2	Sweetwater Pump	1/2	115/230	8.0 @ 115V	35	30 lbs.	393.00
PS-3	Sweetwater Pump	3/4	115/230	9.8 @ 115V	55	35 lbs	414.00
PS-4	Sweetwater Pump	1	115/230	12.0 @ 115V	85	36 lbs	430.00
PS-5	Sweetwater Pump	1 1/2	115/230	15.6 @ 115V	100	47 lbs	473.00
PS-53	Sweetwater Pump, 3-phase	1 1/2	230/460	4.2 @ 230V	100	41 lbs	483.00
PS-6	Sweetwater Pump	2	115/230	11.5 @ 230V	120	63 lbs.	530.00
PS-63	Sweetwater Pump, 3-phase	2	230/460	5.3 @ 230V	120	45 lbs.	534.00
PS-73	Sweetwater Pump, 3-phase	3	230/460	8.2 @ 230V	135	49 lbs.	563.00

## Centrifugal Pumps

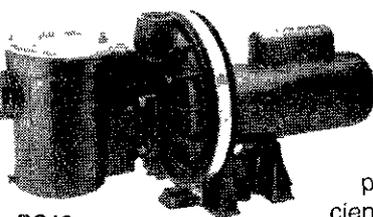
These medium head, straight centrifugal pumps have excellent corrosion resistance and a continuous duty rating for flooded suction applications. An excellent value, these all plastic pumps feature a non-clogging, semi-open impeller with brass threaded hub. They offer high flow and medium head for a variety of applications, and handle water temperatures up to 140°F at a maximum pressure of 25 psi. Two 1 1/2" slip x 1 1/4" NPT union couplings provided. They are 115 volt, 60 Hz only, come with 8 ft. power cords, and are UL listed ODP motors. The optional trap features a clear lid and removeable strainer basket. **USA**



PART NO.	DESCRIPTION	hp	SHIP. WT.	PRICE	2+ PRICE
P1	Pump, Centrifugal	1/6	18 lbs.	\$185.00	\$175.00
P2	Pump, Centrifugal	1/2	18 lbs.	195.00	185.00
P3	Pump, Centrifugal	3/4	20 lbs.	209.00	199.00
P4	4" trap	--	2 lbs.	44.00	41.80

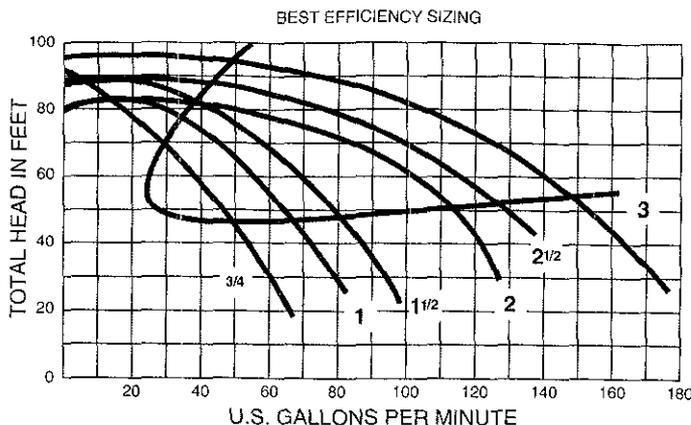
\*All references to gpm refer to U.S. gpm.

# Centrifugal Pumps



These higher pressure, self-priming centrifugal pumps are unsurpassed in performance, efficiency, and service life. They are manufactured of

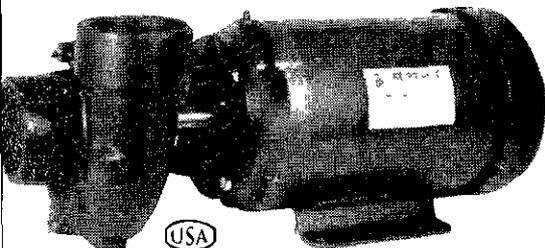
glass-filled thermoplastic with a stainless steel shaft. Oversized, low service factor motors (except the 3 hp unit) deliver more water with less power than smaller horsepower high service factor motors. The motors run cooler with longer service life (up to 122°F ambient air temp.). They are continuous duty rated at water temperatures up to 125°F. Traps have see-through lids and removable strainer baskets. Pumps are 60Hz, single phase only, and are UL listed with 8' power cords. **USA**



PART NO.	DESCRIPTION	VOLTAGE	PORT SIZE	SHIP WT.	PRICE EACH	2+ PRICE
PG-2	Pump, 3/4 hp	115/230	1 1/2" FPT	42 lbs.	\$355.00	\$337.00
PG-4	Pump, 1 hp	115/230	1 1/2" FPT	44 lbs.	395.00	375.00
PG-6	Pump, 1 1/2 hp	115/230	2" FPT	48 lbs.	425.00	405.00
PG-8	Pump, 2 hp	230	2" FPT	54 lbs.	448.00	425.00
PG-10	Pump, 2 1/2 hp	230	2" FPT	57 lbs.	559.00	530.00
PG-12	Pump, 3 hp	230	2" FPT	62 lbs.	659.00	626.00

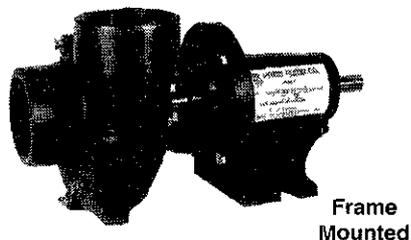
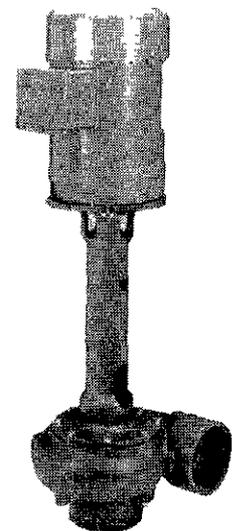
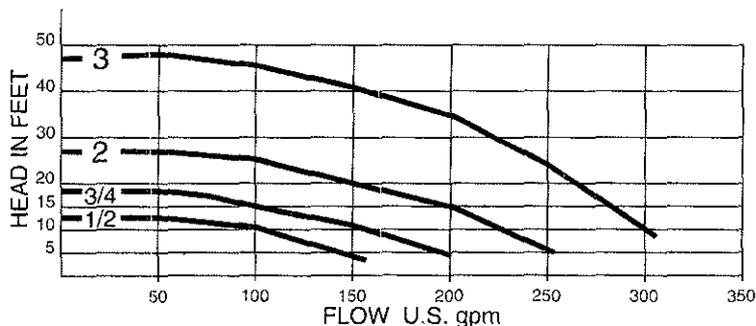
# High Volume Centrifugal Pumps

The cost of moving large volumes of water continuously through an aquaculture facility can be a very significant portion of the operating cost. When you compare pumps closely (the gpm at the lowest operating head pressure), you will find these low head pumps not only extremely efficient but also ideal for the reliability demands of the aquaculture industry. You can either select from the models shown here or call us with your exact flow and head requirements and our pump specialist will quote you the ideal pump-motor combination.



These 3" industrial duty pumps are ideal for many aquaculture applications (including saltwater) where you can provide a flooded suction. These cast iron (class 30) centrifugal pumps are offered with close coupling to continuous duty ODP ball bearing motors (TEFC available at higher prices) with 316 stainless steel shafts and carbon/ceramic seals. 8' power cords are included in 1/2 and 3/4 hp models. We also offer the vertical mount style (with 13" cast iron column) as shown and the frame mounted style which can connect by belt to any power source. (All pumps turn CCW facing suction.) One year warranty.

PUMP CURVES (FOR PP-5 THRU PP-17)



PART NO.	HP	AMPS @ 230V	PHASE	RPM	VOLTS	HZ	SHIP WT.	PRICE EACH	2+ PRICE
PP-5	1/2	4.2	1	1725	115/230	60	26 lbs.	\$498.00	\$475.00
PP-7	3/4	5.4	1	1725	115/230	60	35 lbs.	518.00	496.00
PP-12	2	12	1	3450	115/230	60	43 lbs.	553.00	525.00
PP-13	2	5.8	3	3450	230/460	60	32 lbs.	553.00	525.00
PP-16	3	13	1	3450	115/230	60	51 lbs.	708.00	677.00
PP-17	3	8.4	3	3450	230/460	60	44 lbs.	605.00	575.00
PP-22	Pump with frame mount, select any impeller			Any			50 lbs.	494.00	470.00
PP-50	Replacement Seal			All	All		.1 lb.	20.00	19.00

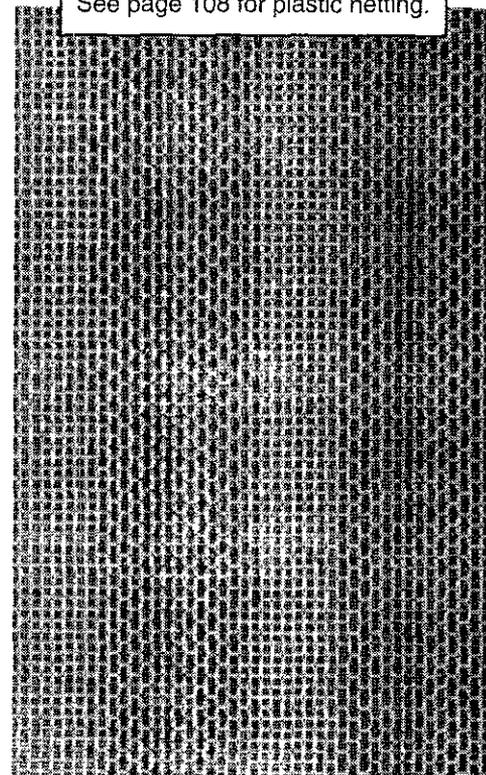
# Screening Material

## Nylon Screening

Synthetic nylon screening material is an excellent choice for many aquacultural or laboratory uses. Some of the many uses include: Filtration of unwanted organisms, brine shrimp culture, larval fish culture, custom manufacturing of pipe screens, filter bags, and nets. Resistant to bacteria, cleaning, acids, and insects. Nylon screening is 40" wide and is sold and priced by the linear yard only. (1 yard = 36" = 91.4 cm). 1 linear yard (x 40" wide) = 9.99 sq. ft = 1.11 sq. yds. Standard window screening is approximately 1000 microns. **Not UV inhibited.**

PART NO.	MESH OPENING		% OPEN AREA	PRICE PER	
	MICRONS	INCHES		LINEAR YARD	10+ LINEAR YARDS
M35	35	.0015	27	\$43.35	\$39.02
M55	55	.0022	29	33.00	29.75
M75	75	.0029	45	30.75	27.68
M105	105	.0041	36	21.60	19.44
M150	150	.0059	51	16.50	14.85
M200	200	.0079	35	15.65	14.09
M250	250	.0098	37	16.00	14.40
M300*	300	.0118	46	14.25	12.83
M335	335	.0132	46	14.25	12.83
M400	400	.0157	47	14.25	12.83
M500	500	.0197	49	13.00	11.70
M600	600	.0236	51	13.00	11.70
M800	800	.0315	55	13.00	11.70
M1000	1000	.0394	58	13.00	11.70

See page 108 for plastic netting.



\* Similar to the 52 x 52 twill saran filter cloth, used in fine mesh nets and inlet water filters.

## Stainless Steel Screening

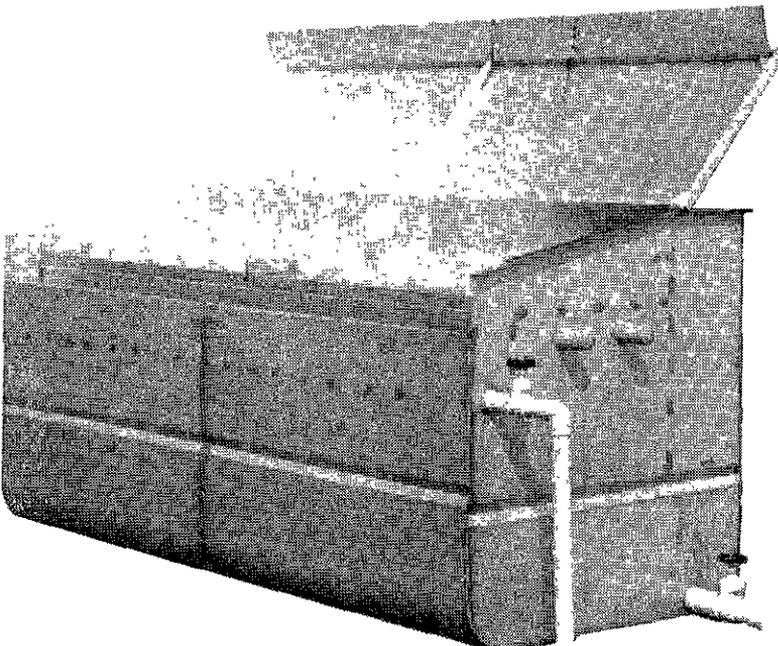
304 Stainless Steel screening can be used for the same applications as nylon but offers better rigidity and durability. All stainless screening is 4 foot wide and sold in 1 foot increments only.

PART NO.	MESH OPENING		% OPEN AREA	PRICE PER	
	MICRONS	INCHES		LINEAR FOOT*	5+ LINEAR FEET
MS1000	1000	.038	48	\$15.00	\$13.50
MS500	500	.020	37	16.50	14.85
MS250	250	.009	30	16.50	14.85
MS180	180	.007	32	14.25	12.85
MS125	125	.0046	31	19.50	17.50
MS105	105	.0041	37	20.50	18.50

\*1 LINEAR FOOT = 4 SQ. FT. AS THE MATERIAL IS 4 FT. WIDE.

# Self-Cleaning Filter

A high-volume filter designed as a low cost solution to recirculating aquaculture particulate removal. Two styles of this filter are available; the standard or the tank style with a self contained stainless steel catchment tank. Filtration is accomplished with a standard 200 micron screen (other sizes available). The screen is self cleaning in either "continuous mode" or "timed mode" (optional). Rotating spray bars behind the screen keep it from fouling. The spray bars rotate by means of their own hydraulic pressure. In low load systems you may use our Repeat Cycle Timer (page 75) and our electric Solenoid Valve (page 96) to control washing cycles when using pressurized well water or city water for the spray bars. (A minimum of 45 psi is required.) An auxiliary pump is required if pre-filtered water is used for the spray cleaner. **(USA)**



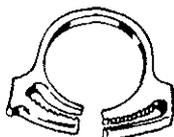
PART NO.	gpm	FILTER ONLY		PRICE	TANK STYLE	
		INLET	OUTLET		PART NO.	PRICE
SW-35	175	6"	12" x 12"	\$1,900.00	SWT-35	\$ 2,700.00
SW-55	275	8"	Call	2,300.00	SWT-55	3,100.00
SW-75	375	8"	Call	2,700.00	SWT-75	3,600.00
SW-100	500	10"	Call	4,100.00	SWT-100	5,900.00
SW-140	700	12"	Call	4,700.00	SWT-140	6,800.00
N/A	1000	12"	10"	---		

Call for dimensions, ship weights, options and details.

## Hose Clamps - continued

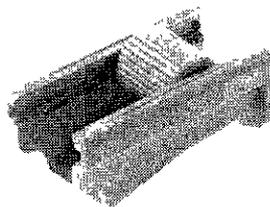
### Plastic Clamps

These plastic clamps work very well on vinyl tubing. They tighten by hand or with pliers and are reusable/reusable. Not for high pressure applications. Black color, UV inhibited, non-corrosive plastic.



PART NO.	CLAMP DIAM.		SHIP WT. LBS /100 PCS.	FITS OUR VINYL TUBING PARTNO.	PRICE EACH	50+ PRICE
	MIN	MAX				
SNP-2	.351	.394	5/100	TV-40	\$0.28	\$0.25
SNP-6	.449	.511	.6/100	TV-60	0.32	0.29
SNP-10	.569	.650	.6/100	TV-70/TVR-60	0.32	0.29
SNP-14	.702	.801	75/100	TV-80/TVR-70	0.37	0.33
SNP-19	.859	.989	1.0/100	TVR-80	0.37	0.33
SNP-24	.985	1.135	1.2/100	TV-90/TVR-90	0.42	0.38

## Tubing Valves



RC-10

**Tubing Flow Valves, Roll Type** Red colored polyester (PBT) which offers permanent rigidity and stiffness even in high humidity areas.

- Infinitely variable flow
- No metal parts
- No corrosion
- Non-slip wheel
- Easy one-hand operation
- Excellent chemical and temperature resistance
- Ideal for continuous, long term use for air or water
- Autoclavable to 320°F (160°C)

Fits our TP30, TV-40 and TV-60 tubing-up to 14 mm O.D. (9/16")

Part No. RC-10 Ship Wt. 1 lb./15 \$2.90/ea. \$2.60/15+



DC-10

**Dura-Clamp® Tubing Flow Valve** Manufactured of tough, resistant plastic without sharp edges. Twelve position ratchet control. Accepts 1/8" to 3/8" OD flexible tubing. Accurate and economical. **USA**

Part No. DC-9 Up to 1/4 O.D. Ship Wt. 1 lb./100 \$0.16/ea \$0.14/25+  
 Part No. DC-10 1/8 to 3/8 O.D. Ship Wt. 1 lb./50 \$0.34/ea \$0.28/25+  
 Part No. DC-11 Up to 3/4 O.D. Ship Wt. 1 lb./30 \$1.10/ea \$1.00/25+

## Knife Gate Valves

Quick acting knife gate valves work very well in low pressure applications. Low cost and quick on/off operation have made them popular in the aquaculture industry.

Best for use in freezing weather. Knife constructed of stainless steel in 4" and larger sizes, acetal in 3" and smaller. Our GV-1 fits both 1 1/2" PVC pipe (slips into valve) and 2" Sch 40 PVC pipe (requires a coupling on each side). Our GV1B is fitted with unions. One year warranty.

PART NO.	DESCRIPTION	SEAL PART NO.	psi	MATERIAL	SHIP WT.	PRICE EACH	QTY. PRICE
GV-1	1 1/2" Gate Valve	-	50	PVC	1 lb.	\$ 8.15	\$ 7.30/6+
GV-1B	1 1/2" Union Gate Valve	-	50	PVC	2 lb.	11.85	10.95/6+
GV-2	2" Gate Valve	GVS2	40	PVC	2 lbs	12.60	11.30/6+
GV-3	3" Gate Valve *	GVS3	20	ABS	2 lbs.	17.95	16.20/4+
GV-4	4" Gate Valve	GVS4	18	PVC	4 lbs.	49.50	44.50/4+
GV-6	6" Gate Valve	GVS6	18	PVC	15 lbs.	198.00	184.00/4+
GV-8	8" Gate Valve	GVS8	18	PVC	20 lbs.	293.00	282.00/2+

\*Use special ABS to PVC cement for GV-3 to PVC connections. If not available locally you can order our 1/2 pint size, part no. 379 for \$4.20 each, but it must ship via Parcel Post or UPS Hazardous.

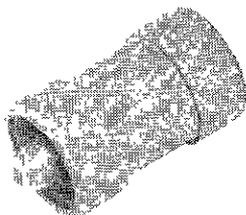
See page 104 for PVC cement and primer.

### Replacement seals - Buna rubber (each valve uses one set)

PART NO.	DESCRIPTION	SHIP WT.	PRICE EACH	QTY. PRICE
GVS2	2" Seal Set	1 lb.	\$ 2.50	\$ 2.25/4+
GVS3	3" Seal Set	1 lb.	3.50	3.15/4+
GVS4	4" Seal Set	1 lb.	4.50	4.05/4+
GVS6	6" Seal Set	1 lb.	47.00	44.50/4+
GVS8	8" Seal Set	1 lb.	47.00	44.50/4+
GVH-1	Metal handle, 2" - 4"	1 lb.	2.50	2.35/4+
GVH-2	Metal handle, 6" - 8"	1 lb.	26.50	25.00/4+

### Non-Metallic Check Valves

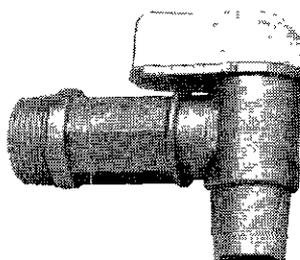
These blue polymer check valves have no springs. Use for fresh water, salt water or air. Makes an excellent foot valve with low pressure loss. 1/2 lb. stainless steel springs available for more positive closure for \$0.50 more per valve. Add "85" to end of part number. **(USA)**



PART NO.	DESCRIPTION	SHIP WT.	PRICE	4+ PRICE
CV-1	Non-Metallic Check Valves, 3/4" NPT	.1 lb.	\$ 6.50	\$ 5.90
CV-2	Non-Metallic Check Valves, 1" NPT	.1 lb.	7.80	7.00
CV-3	Non-Metallic Check Valves, 1 1/4" NPT	.15 lb.	11.50	10.50
CV-4	Non-Metallic Check Valves, 1 1/2" NPT	.2 lb.	13.90	12.60

### Drum Faucet

Here is a very low cost valve which can be used in a variety of low pressure applications. Made of polyethylene which is not affected by most acids or oils. Strong two-piece construction. 3/4" MPT threads. Black/Gold color **(USA)**



PART NO	DESCRIPTION	SHIP WT.	PRICE	50+ PRICE
DV34	Drum Faucet	1.4 oz.	\$0.72	\$0.65

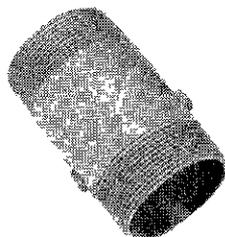
### Steel Check Valves - Butterfly Style **(USA)**

Male NPT Thread

Seals: Buna-N

Range: 60° to 225°F

These work well with both water and air. Not compatible with saltwater.



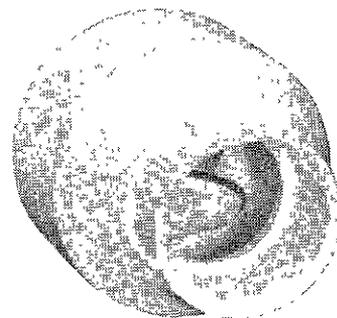
PART NO.	DESCRIPTION	SHIP WT.	PRICE	4+ PRICE
CVT-112	Metal Check Valve, 1 1/2"	2 lbs.	\$ 51.50	\$ 48.90
CVT-2	Metal Check Valve, 2"	2 lbs.	59.75	56.95
CVT-212	Metal Check Valve, 2 1/2"	3 lbs.	69.85	62.85
CVT-3	Metal Check Valve, 3"	4 lbs.	81.75	73.60

See page 101 for small check valves

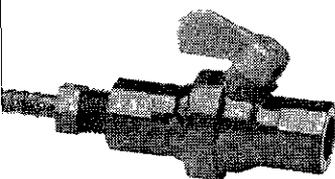
### PVC Swing Check Valve

Use in fresh or salt water with a minimum of head loss. They are completely non-metallic and use no springs. Pressure rated up to 100 psi. Mounts horizontally or vertically. Full flow design. Buna-seal and hinge - Slip x Slip. Not recommended for use with air. **(USA)**

PART NO	DESCRIPTION	SIZE	SHIP WT.	PRICE	4+ PRICE
CV9	Check Valve	3/4"	1 lb.	\$ 8.80	\$ 8.35
CV10	Check Valve	1"	1 lb.	8.80	8.35
CV11	Check Valve	1 1/4"	1 lb.	9.70	9.20
CV12	Check Valve	1 1/2"	1 lb.	10.30	9.75
CV13	Check Valve	2"	1 lb.	15.95	15.15
CV14	Check Valve	3"	3 lbs.	29.40	27.90
CV15	Check Valve	4"	4 lbs.	41.69	39.60



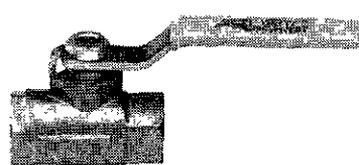
### Labcock/Ball Valve



We offer this high quality 1/4-turn valve at a price well below that of other labcock valves. It is rated at 150psi, NSF approved black PVC body with blue handle and EPDM O-rings. 1/4" FPT on inlet and outlet. (See page 100 for 1/4" NPT adapters.)

PART NO.	DESCRIPTION	SHIP WT.	PRICE	20+ PRICE
BV-25	Labcock	2 oz.	\$ 4.20	\$ 3.90

### Brass Ball Valve

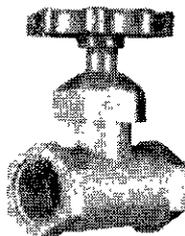


These heavy duty ball valves have corrosion resistant chrome plated balls and teflon seals for easy operation. The body is a high quality LA 377 brass forging. Plated steel handle with vinyl grip. **(USA)**

PART NO.	DESCRIPTION	PRICE	10+ PRICE
VBB2	Valve, Brass, 1/2" NPT	\$ 7.50	\$ 7.10
VBB3	Valve, Brass, 3/4" NPT	12.50	11.85
VBB4	Valve, Brass, 1" NPT	14.85	14.10

### Globe Valves - Straight and Angled

Globe valves are preferred where fine adjustments to flow are needed. These Celcon® (plastic) valves may be used for air or water from -20° to 180° F and up to 150 psi. The no kink style has a MPT or its base and garden hose threads on the outlet. The VP-31 glues onto PVC pipe. Washerless. Actual wt. approximately .2 lb. each. **(USA)**



STRAIGHT STYLE



NO KINK STYLE

PART NO	MATERIAL	SIZE	PRICE	20+ PRICE
VC-2	Celcon	1/2" FPT Valve, Straight	\$2.90	\$2.60
VC-3	Celcon	3/4" FPT Valve, Straight	2.95	2.65
VP-31	PVC	3/4" Slip Valve, Straight	2.85	2.56
VK-2	Celcon	1/2" MPT Valve, No Kink	2.85	2.65
VK-3	Celcon	3/4" MPT Valve, No Kink	2.85	2.65

# PVC Valves

Will not fit CPVC pipe

See page 95 for knife gate valves

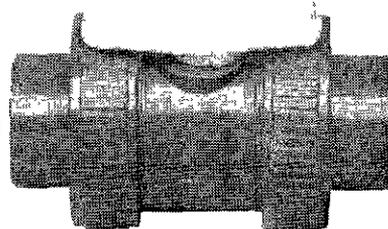
## Ball Valves - Super Economy Style (SBV#)

We import these good quality ball valves directly from the Far East to bring you these super low prices. They are SCH 80 PVC with PVC seals built to hold 150 psi. They are slightly stiff in operation otherwise they are excellent. Stocked in slip x slip only. Use PVC adapters for conversion to thread.

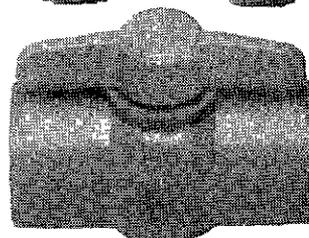


PART NO.	DESCRIPTION	SHIP WT.	PRICE EACH	QTY. PRICE	QTY. PRICE
SBV-12	1/2" Ball Valves	.4 lb.	\$ 3.00	\$ 2.60/10+	\$ 2.35/30+
SBV-34	3/4" Ball Valves	.5 lb.	3.95	3.40/10+	3.05/30+
SBV-1	1" Ball Valves	.6 lb.	6.00	5.10/10+	4.50/30+
SBV-114	1 1/4" Ball Valves	.8 lb.	8.45	7.20/10+	6.40/30+
SBV-112	1 1/2" Ball Valves	1 lb.	11.50	9.80/10+	8.80/30+
SBV-2	2" Ball Valves	1.5 lbs.	13.90	11.90/10+	10.60/30+
SBV-3	3" Ball Valves	5.5 lbs.	43.50	38.80/ 6+	34.00/20+
SBV-4	4" Ball Valves	10 lbs.	68.00	61.00/ 6+	55.00/20+
SBV-6	6" Ball Valves	29 lbs.	165.00	155.00/ 4+	145.00/10+

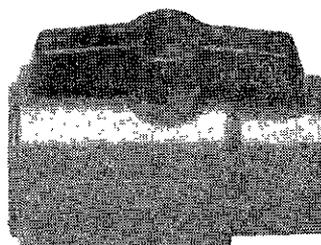
1" TU



1 1/2" SBV



1 1/2" HBVS



## Ball Valves - Top Quality (HBVT#)

These compact and smooth turning schedule 80 PVC ball valves have solid Teflon® seals and EPDM "O" rings. Temperatures up to 140°F and a pressure of 150 psi. Available in both slip and thread. Gray in color. (USA)

## Ball Valves - True Union Style (TU#)

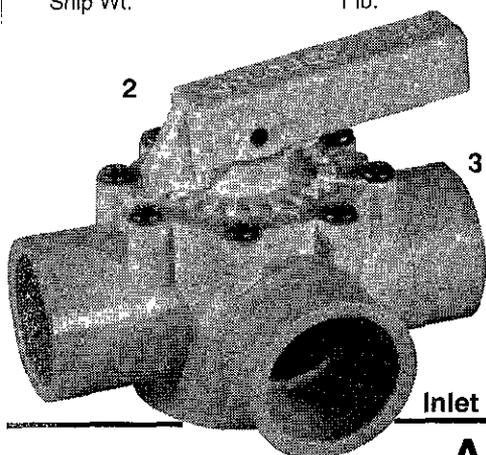
These top quality valves have unions on both sides for easy modifications of your piping system. Union nuts at both ends may be unscrewed, allowing the valve body to be removed. Constructed of gray schedule 80 PVC with solid Teflon® seals and EPDM "O" rings. Rated to 150 psi and 140°F (100°C). (USA)

### Top Quality Ball Valves

SIZE	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"
List Price	\$7.70	\$10.05	\$12.40	\$22.45	\$21.85	\$28.40
10+ Qty Price	7.32	9.55	11.78	21.32	20.75	26.98
Threaded Part #	HBVT12	HBVT34	HBVT1	HBVT114	HBVT112	HBVT2
Slip Part	HBVS12	HBVS34	HBVS1	HBVS114	HBVS112	HBVS2
Ship Wt.	1 lb.	1 lb.	1 lb.	2 lbs.	2 lbs.	2 lbs.

### True Union Ball Valves

SIZE	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	3"	4"
Ea. Price	\$15.00	\$18.00	\$21.65	\$29.05	\$35.40	\$46.80	\$108.00	\$196.00
10+ Price (not mixed)	14.25	17.10	20.56	27.60	33.63	44.46	102.60	186.20
Part No	TU12	TU34	TU1	TU114	TU112	TU2	TU3 **	TU4 **
Ship Wt.	1 lb.	1 lb.	1 lb.	2 lbs.	3 lbs.	4 lbs.	12 lbs.	30 lbs.



1/2" to 2" supplied with two sets of end connectors (slip and threaded).

\*\* 3" and 4" supplied with one set of end connectors which must be specified slip or threaded. 6" available as special order.

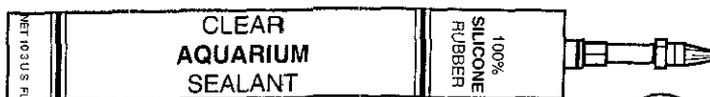
## 3 Port Valve (SV#)

One 3 way valve can take the place of three regular valves in some situations. This unit can be disassembled for cleaning and fits both 1 1/2" and 2" PVC pipe (1 1/2" slips into valve sockets, 2" pipe requires couplings or bell ends). The inlet is always open. The handle position closes sides 1 or 3. When in position 2, none are closed.

Part No. SV300 Ship Wt. 2 lbs. \$19.60/ea. \$18.60/4+

## Aquarium Sealant, Silicone

Most silicone sealants on the market should not be used in fish tanks. This one is safe for aquarium manufacture and tank repair (after 48 hour cure time). Adheres to clean glass, metal, painted surfaces, many plastics and rubbers and non-oily woods. Service range is -60° to 400°F (-51 to 204°C). Part No. SIL2 Ship Wt. 1 lb. \$6.20/ea. \$5.85/6+



USE STANDARD CAULKING GUN.

(USA)

NOTE: The new manufacturers label states (for liability reasons only) that it is "not for underwater use". They have assured us that it is exactly the same formula they've always used for "aquarium sealant".

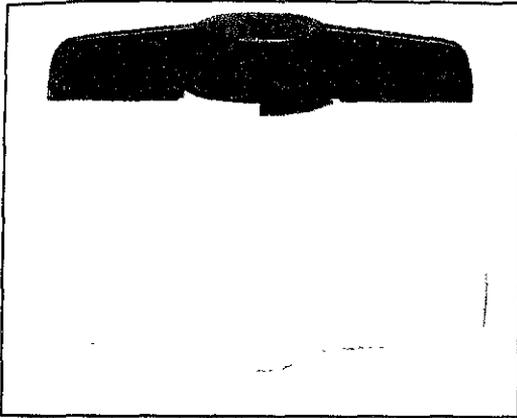
# NEW PRODUCTS

## White PVC Ball Valves

Here is a low cost, heavy duty, professional series of Schedule 80 white ball valves. Available with either solvent or threaded ends, they have EPDM seats and seals, rated at 150 psi, full port flow opening and quarter turn operation. Use with Schedule 40 and/or Schedule 80 pipe. Imported.

See page 99 for gray PVC valves.

PART NO.	DESCRIPTION	SHIP WT.	PRICE EACH	10+ PRICE	30+ PRICE
SBW12	1/2" White Ball Valve	.4 lb.	\$ 3.20	\$ 2.70	\$ 2.45
SBW13	3/4" White Ball Valve	.5 lb.	4.15	3.50	3.15
SBW14	1" White Ball Valve	.6 lb.	6.20	5.30	4.75
SBW15	1 1/4" White Ball Valve	.8 lb.	8.20	7.10	6.30
SBW16	1 1/2" White Ball Valve	1 lb.	12.00	10.30	9.30
SBW17	2" White Ball Valve	1.5 lbs.	14.40	12.30	11.10
SBW18	3" White Ball Valve	5.5 lbs.	51.00	46.00	43.00
SBW19	4" White Ball Valve	10 lbs.	97.00	89.00	80.00



**NOTE:** To order these white ball valves with threads, add the letter "T" after the part number, i.e.: SBW12T with female threads.

## Drum Filter, Self Cleaning

This high rate filter is compact, self cleaning and reasonably priced. It has a fiberglass tank with a unique rotating drum with a 150 micron screen that traps particulate matter. A vacuum head continuously cleans the screen with almost no water loss. The drum rotates at 6 rpm powered by a small 115V gear motor.

Vacuum can be provided by your own vacuum source or by the optional vacuum system which is complete with drum (15 gallon) and motor (our SV33 on page 10). It has 4" PVC (slip) inlet and 4" FNPT PVC outlet. Vacuum connection is 1" PVC. 2" PVC legs not included (28" dia. x 20"H without legs). UPS-able. **USA**



PART NO.	DESCRIPTION	SHIP WT.	PRICE EACH	QTY. PRICE
SW-20	Drum Filter, 200 gpm	48 lbs.	\$1795.00	\$1710.00
SW-24	Vacuum Drum w/Motor	9 & 25 lbs.*	374.00	360.00

\*Shipped in two boxes.

## Ammo Lock, Ammonia Remover

Here is a product that you'll want to keep handy at all times. Ammo-Lock is a new liquid product developed to eliminate the toxic effects of ammonia in both fresh and saltwater systems. Lab tests have shown that Ammo-Lock actually locks the ammonia in a harmless state eliminating this common cause of fish death, ammonia poisoning.

It works instantly to tie up free ammonia, does not release it back and then remains active to complex ammonia for up to two weeks! What could be better for shipping fish and showing fish? One teaspoon (5 ml) of Ammo-Lock will instantly neutralize 1 ppm ammonia, 4 ppm chlorine, 1 ppm chloramine in 10 gallons of water.

It's safe enough to be used with all medications, does not harm saltwater invertebrates and filtration with activated carbon, zeolite or ozone, does not affect pH properties. One 16 oz. bottle treats 960 gallons.

Part No. AML-2	16 oz. Ammo Lock	\$ 6.75/ea.	\$ 6.35/6+
Part No. AML-3	1 gal. Ammo Lock	\$28.00/ea.	\$26.00/6+



Just some of its uses:

- Fish transport
- Emergencies
- Fish shows
- Pre-biofilter

## ANEXO: Memorias de cálculo

### Requerimientos Biológicos

Se recomendó un intercambio mínimo del 15% del volumen total de agua salada por “agua fresca” para lograr el mejor desarrollo de los animales y reducir en lo posible la contaminación y envejecimiento del sistema, lo que podría causar o favorecer el desarrollo de bacterias y microorganismos causantes de enfermedades y suciedad en los estanques que no podrían eliminarse del agua mediante la filtración convencional propuesta para retener y extraer el material sólido.

#### Cálculos hidráulicos para los estanques

Datos del Estanque del Golfo <sup>1</sup> :	radio = 7.80 m	profundidad = 10.50 m
Datos del Estanque del Pacífico <sup>2</sup> :	radio interior = 7.40 m	
	radio exterior = 10.40 m	profundidad = 4.20 m

Así los volúmenes “V” de los estanques son los siguientes:

$$V_{\text{golfo}} = \pi(7.8^2)(10.5) = 2006.9 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{pacif}} = \pi(10.4^2 - 7.4^2)(4.2) = 704.6 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{total}} = V_{\text{golfo}} + V_{\text{pacif}} = 2711.5 \text{ m}^3$$

Por lo que el volumen de intercambio mínimo diario, será:

$$V_{\text{intercambio}} = 0.15V_{\text{total}} = 0.15(2711.5) = \underline{406.73 \text{ m}^3/\text{d}} = 4.70 \text{ l/s}$$

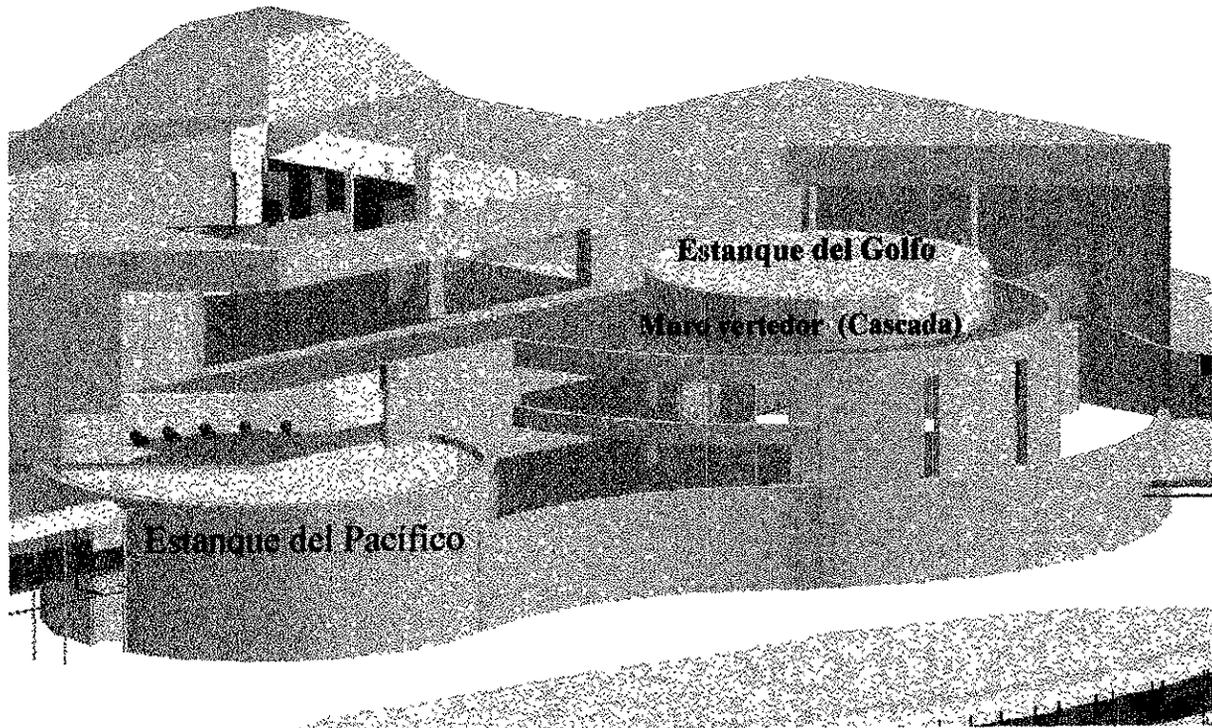
Se recomienda que el equipo de bombeo que introduce agua fresca al sistema, no opere desde el momento en el que el Museo cierre sus puertas al público y durante la noche para evitar el consumo de energía, siempre y cuando se cumpla con el porcentaje mínimo recomendado de agua de intercambio, por lo que se considera un horario de operación para el Museo de 15 hrs diarias; así:

$$V_{\text{intercambio}} = \underline{406.73 \text{ m}^3/\text{d}} = 4.70 \text{ l/s} \text{ o } 7.52 \text{ l/s} \text{ durante las 15 hrs de bombeo consideradas.}$$

<sup>1</sup> El Estanque del Golfo exhibirá animales colectados en el Golfo de México

<sup>2</sup> El Estanque del Pacífico exhibirá animales capturados en el Océano Pacífico

## Requerimientos Arquitectónicos (cascada)



En cada uno de los estanques se presenta una cascada ornamental que también funciona como medio de aireación.

El Estanque del Golfo se aprecia al lado derecho de la ilustración, es de forma cilíndrica; en éste se propuso una cascada que desborda el agua del estanque por su borde superior con una caída de 2 m, cayendo a un canal colector que conducirá las aguas hasta la siguiente cascada ubicada en la parte superior del Estanque del Pacífico que puede apreciarse a la izquierda del Estanque del Golfo.

Analizando la cascada del Estanque del Golfo se tiene que:

$$\begin{aligned} \text{Perímetro del estanque} \quad P &= \pi d && (\text{d es el diámetro exterior} = 16.6 \text{ m}) \\ P &= 16.6\pi = \underline{52.15 \text{ m}} \end{aligned}$$

La longitud vertedora de la cascada sobre el Estanque del Pacífico es de 21 m aproximadamente (dos tramos rectos vertedores de 10.4 m), mucho menor que la longitud vertedora en el Estanque del Golfo, por lo que rige el diseño para éste último para las dos cascadas.

Se calcula la velocidad del agua como caída libre al pie de la cascada del Estanque del Golfo y se propone una lámina de agua con un espesor  $c = 0.5 \text{ mm}$  que prácticamente formará una cascada de gotas

$$\text{Se calcula la velocidad "v":} \quad v = \sqrt{(2gh)} = \sqrt{(2*9.81*2)} = 6.26 \text{ m/s}$$

Y el caudal requerido para la cascada con estas condiciones es:

$$Q = P e v = 52.1(0.0005)(6.26) = 0.163 \text{ m}^3/\text{s} = 163 \text{ l/s} \gg 7.5 \text{ l/s}$$

El gasto requerido por la cascada (163 l/s) es mucho mayor que el requerimiento biológico (7.5 l/s); por lo que se decidió reducir la longitud vertedora de la cascada a la mitad, pero dado que la función ornamental debe cubrir el total del perímetro del estanque, se propusieron secciones vertedoras de 2 m por cada 2 m de muro seco.

Al reducir el perímetro a la mitad con el seccionamiento por vertedores, el gasto también se reduce a la mitad.

$$\text{Longitud vertedora} = P/2 = 52.15/2 \approx 26 \text{ m}$$

$$Q = Q/2 = 163/2 = 81.5 \text{ l/s}$$

$$\text{No. vertedores} = 26/2 = 13$$

Este gasto de 81.5 l/s = 7041.6 m<sup>3</sup>/d  $\approx 2.6V_{\text{total}}$  (dicho volumen total se calculó en la página 24 y su valor es 2711.5 m<sup>3</sup>), lo cual representa un gasto energético y económico innecesario, por lo que se propone un sistema con 5 bombas iguales que proporcionen de forma individual un gasto de 25 l/s. Las cuales, bajo condiciones normales operarán en forma aislada, alternándose cada 30 minutos durante 15 hr/d proporcionando 1350 m<sup>3</sup>/d, o sea el 50% del volumen total de ambos estanques, con lo que se cubre el porcentaje mínimo de intercambio recomendado; y que bajo requerimientos especiales, el sistema podrá operar hasta con 4 bombas simultáneamente proporcionando al sistema en conjunto un gasto aproximado de 100 l/s, alternando el tiempo de reposo con el quinto equipo cada 30 minutos.

Para determinar la carga real que debe vencer el equipo de bombeo, se determina la carga sobre los vertedores del Estanque del Golfo.

### **Cálculos para determinar la carga sobre los vertedores.**

Para el cálculo, los vertedores se analizarán en forma independiente y considerando un solo equipo de bombeo (25 l/s) en operación.

Para ello se emplea la siguiente expresión:  $Q_i = C_D L H^{3/2}$

donde:

$$L = 2 \text{ m}, \quad C_D = 1.84 \text{ (vertedor de cresta libre)}, \quad Q_i = 25 \text{ l/s} / 13 \text{ vert} = 1.92 \text{ l/s}$$

así:

$$H = (Q_i / (C_D L))^{2/3} = (0.00192 / (1.84 * 2))^{2/3} = 0.0065 \text{ m} \quad \underline{H = 6.5 \text{ mm}}$$

### **Cálculo de los equipos de bombeo para la recirculación del agua de los estanques**

Se calcula el diámetro de la tubería de succión para cada equipo de bombeo con el gasto  $Q = 25 \text{ l/s}$ , y con una velocidad propuesta  $v = 1.5 \text{ m/s}$ . El esquema que presenta la línea de succión y la línea de descarga para cada bomba se muestra en la figura 1.

$$D = \sqrt{(4Q/(\pi v))} \quad \Rightarrow \quad D_s = 145 \text{ mm} = \underline{6''}$$

Por lo que la velocidad real es:  $v = 4Q/\pi D_s^2 = \underline{1.37 \text{ m/s}}$

De la misma forma se calcula el diámetro para el múltiple y la tubería de descarga si  $Q = 100 \text{ l/s}$  y  $v = 1.37 \text{ m/s}$

$$D = \sqrt{(4Q/(\pi v))} \Rightarrow D_s = 304.8 \text{ mm} = \underline{12''}$$

Para calcular las pérdidas se determinará el coeficiente "f" de Darcy y para esto, el número de Reynolds tiene el valor:

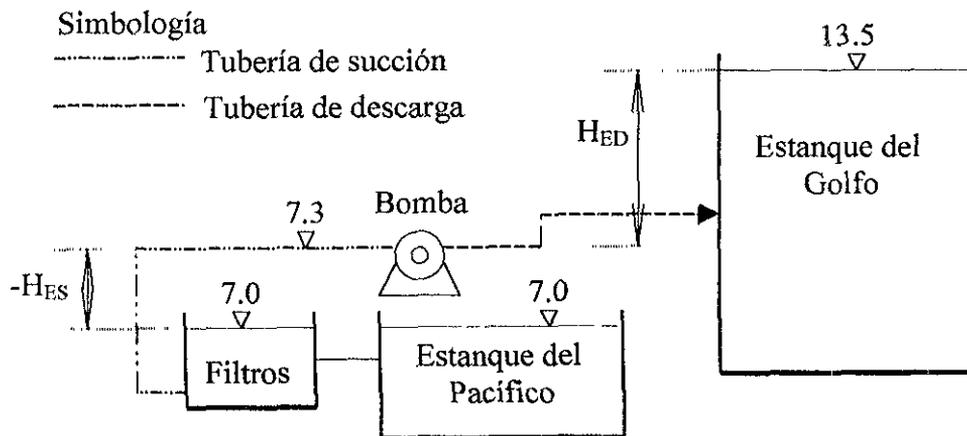
$Re = vd/\nu$  donde:  $v$  es la velocidad [cm/s],  $d$  es el diámetro de la tubería [cm] y  $\nu$  es el coeficiente de viscosidad cinemática del agua y que para condiciones normales vale  $\nu = 0.01 \text{ cm}^2/\text{s}$ .

$$Re = 137 * 15.24 / 0.01 = 208900$$

El valor de la rugosidad absoluta para este material es  $\epsilon = 0.0015 \text{ mm}$  y la rugosidad relativa es:

$$\epsilon/d = 0.0015/152.4; \text{ con estos valores y empleando la gráfica de Moody se tiene que } \underline{f = 0.015}$$

Se calcula la carga dinámica para las bombas, considerando que trabajan individualmente con el siguiente arreglo:



$$H = H_{ET} + hf_s + hf_d; \quad hf = (\Sigma k + f l/d) v^2/2g$$

donde

- $H_{ET}$  — carga estática total ( $H_{ED} - H_{ES}$ )
- $H_{ED}$  — nivel del espejo de agua en la descarga respecto al ojo del impulsor
- $H_{ES}$  — nivel del espejo de agua en la succión respecto al ojo del impulsor
- $hf_i$  — pérdidas de energía en el tramo "i" con longitud total "l"
- $k$  — coeficiente de pérdida por pieza especial

Los niveles del espejo de agua en los estanques son<sup>3</sup>:

En el Estanque del Golfo 13.5 m

En el Estanque del Pacífico 7.0 m

Y el ojo del impulsor de las bombas está ubicado en el nivel 7.3 m

<sup>3</sup> Todas las cotas de nivel están referidas al nivel medio del mar

$$H_{ED} = 13.5 - 7.3 = \underline{6.2 \text{ m}} \quad H_{ES} = 7.0 - 7.3 = \underline{-0.3 \text{ m}}$$

El agua de rebombeo, se toma del Estanque del Pacifico a través de los filtros y se bombea hacia el Estanque del Golfo, por lo que se tiene:

$$H_{ET} = 6.2 + 0.01 - (-0.3) = \underline{6.51 \text{ m}} \quad (0.01 \text{ m debido a la carga sobre los vertedores})$$

La línea de succión cuenta con 3 codos de 90° ( $k = 0.9$ ), una longitud de tubería total de 4.5 m y 6" de diámetro. Calculando las pérdidas de tiene:

$$hf_s = (3 * 0.9 + 0.015 * 4.5 / 0.1524) * 1.37^2 / 2g = \underline{0.30 \text{ m}}$$

La tubería de descarga individual tiene también un diámetro de 6", una longitud total de 3.5 m, cuenta con una válvula check ( $k = 2$ ), una válvula de compuerta ( $k = 0.2$  abierta) y un codo de 45° ( $k = 0.4$ ).

El múltiple y la línea de descarga general tienen una longitud total de 44.8 m, y un diámetro de 12", y cuenta con 2 codos de 90° ( $k = 0.9$ ); por lo que el cálculo de las pérdidas en la descarga queda como sigue:

$$hf_d = (2 + 0.2 + 0.4 + 0.015 * 3.5 / 0.1524) * 1.37^2 / 2g + (1 + 2 * 0.9 + 0.015 * 44.8 / 0.3048) * 0.34^2 / 2g$$

$$\underline{hf_d = 0.30 \text{ m}}$$

Así:

$$H = 6.51 + 0.30 + 0.30 = 7.11 \text{ m}$$

Para una primera aproximación, se calcula la potencia de los equipos suponiendo una eficiencia del 60% entre motor y bomba.

$$P = 13.15QH/\eta \quad P = 13.15 * 0.025 * 7.11 / 0.6 = 3.96 \text{ HP} \Rightarrow 4 \text{ HP por bomba}$$

No existen equipos con esta potencia, por lo que se debieron seleccionar equipos de 5 HP; para esto, se seleccionó el equipo proporcionado por MGB modelo 8-500 de 5 HP y con base a las curvas proporcionadas, se determina una eficiencia del 52% para las condiciones del proyecto. Por lo que el cálculo de la potencia queda de la siguiente manera<sup>4</sup>:

$$P = 13.15 * 0.025 * 7.11 / 0.52 = 4.49 \Rightarrow 5 \text{ HP por bomba}$$

Se calcula la presión de succión.

$$P_s/\gamma = H_{ES} - (v_s^2/2g + hf_s) = -0.3 - (1.37^2/2g + 0.3) = -0.7 \text{ m}$$

El proyecto se encuentra a nivel del mar, por lo que la presión atmosférica del sitio es:

$$H_A = 10 \text{ m}$$

La temperatura del agua establece la presión de vaporización:

$$\text{temperatura} = 30^\circ\text{C} \quad \Rightarrow \quad H_{V30^\circ\text{C}} = 0.43 \text{ m}$$

La presión absoluta es entonces:

<sup>4</sup> Los catálogos de los equipos considerados, así como las curvas que proporcionaron se encuentran en el anexo correspondiente de esta tesis

$$(P_s/\gamma)_{abs} = H_A + P_s/\gamma = 10 - 0.7 = \underline{9.30 \text{ m}} \gg H_v (0.43\text{m}).$$

Para asegurar que no se presenta el fenómeno de cavitación en las bombas, se procede a comparar la carga neta positiva de succión requerida (CNPS<sub>r</sub>)<sup>5</sup> por las bombas seleccionadas, contra la carga neta positiva de succión disponible (CNPS<sub>d</sub>) que varía de acuerdo con las características físicas del proyecto, debiendo ser mayor ésta última.

De acuerdo con las gráficas proporcionadas por el fabricante (página 14, anexo “Catálogo de equipos considerados”) la carga neta positiva de succión requerida para el gasto de 25 l/s (1500 l/min) del proyecto es: CNPS<sub>r</sub> = 4.5 m.

La CNPS<sub>d</sub> está dada por la siguiente expresión:  $CNPS_d = H_A - H_v + H_{ES} - hf_s$

Resumiendo, los valores para estas bombas son:

$$H_A = 10 \text{ m}$$

$$H_v = 0.43 \text{ m}$$

$$H_{ES} = -0.30 \text{ m}$$

$$hf_s = 0.30 \text{ m}$$

$$CNPS_d = 10.0 - 0.43 + (-0.30) - 0.30 = 8.97 \text{ m}$$

Así: CNPS<sub>d</sub> (8.97 m) > CNPS<sub>r</sub> (4.5 m) por lo que no existirá problema de cavitación.

Según estos datos, la bomba podría colocarse hasta una altura de 4.75 m sobre el nivel de la superficie del agua en la toma.

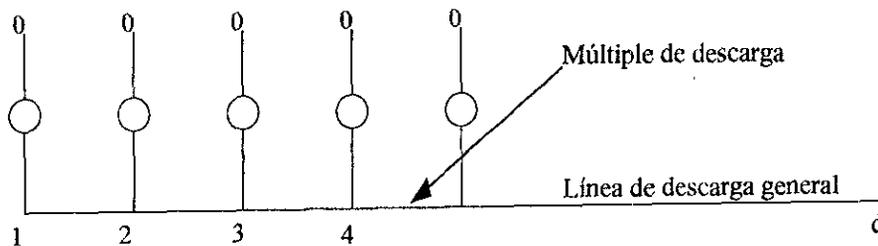
$$(H_{ES} = 4.5 - 10 + 0.43 + 0.3 = -4.77 \text{ m})$$

### Bombas operando en conjunto para el gasto de 100 l/s

Para determinar los gastos y cargas reales que proporcionarán los equipos conjuntamente, se plantea un sistema de ecuaciones con cuatro equipos trabajando en forma simultánea que proporcionen el gasto máximo (100 l/s). La ecuación que deben de cumplir es la siguiente:  $H = H_{ET} + hf_s + hf_d$

El arreglo que representa esta condición se presenta en el siguiente diagrama; donde:

- ☞ El número “0” representa los filtros
- ☞ La “d” la descarga al Estanque del Golfo
- ☞ Los “círculos” representan las bombas



Con base en el diagrama, el sistema se plantea de la siguiente manera:

<sup>5</sup> La CNPS requerida la proporciona el fabricante de las bombas y varía en función del gasto.

$$\begin{aligned}
H_1 &= H_{ET} + hf_{0-1} + hf_{1-2} + hf_{2-3} + hf_{3-4} + hf_{4-d} \\
H_2 &= H_{ET} + hf_{0-2} + hf_{2-3} + hf_{3-4} + hf_{4-d} \\
H_3 &= H_{ET} + hf_{0-3} + hf_{3-4} + hf_{4-d} \\
H_4 &= H_{ET} + hf_{0-4} + hf_{4-d}
\end{aligned}$$

Al desarrollar las ecuaciones se tiene lo siguiente:

$$\begin{aligned}
H_1 &= H_{ET} + (\Sigma k + f \frac{l_{0-1}}{d_1}) \frac{Q_1^2}{2gA_1^2} + (\Sigma k + f \frac{l_{1-2}}{d_2}) \frac{Q_1^2}{2gA_2^2} + (\Sigma k + f \frac{l_{2-3}}{d_2}) \frac{(Q_1 + Q_2)^2}{2gA_2^2} + (\Sigma k + f \frac{l_{3-4}}{d_2}) \frac{(Q_1 + Q_2 + Q_3)^2}{2gA_2^2} + \\
&+ (\Sigma k + f \frac{l_{4-d}}{d_2}) \frac{(Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4)^2}{2gA_2^2}
\end{aligned}$$

$$H_2 = H_{ET} + (\Sigma k + f \frac{l_{0-2}}{d_1}) \frac{Q_1^2}{2gA_1^2} + (\Sigma k + f \frac{l_{2-3}}{d_2}) \frac{(Q_1 + Q_2)^2}{2gA_2^2} + (\Sigma k + f \frac{l_{3-4}}{d_2}) \frac{(Q_1 + Q_2 + Q_3)^2}{2gA_2^2} + (\Sigma k + f \frac{l_{4-d}}{d_2}) \frac{(Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4)^2}{2gA_2^2}$$

$$H_3 = H_{ET} + (\Sigma k + f \frac{l_{0-3}}{d_1}) \frac{Q_1^2}{2gA_1^2} + (\Sigma k + f \frac{l_{3-4}}{d_2}) \frac{(Q_1 + Q_2 + Q_3)^2}{2gA_2^2} + (\Sigma k + f \frac{l_{4-d}}{d_2}) \frac{(Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4)^2}{2gA_2^2}$$

$$H_4 = H_{ET} + (\Sigma k + f \frac{l_{0-4}}{d_1}) \frac{Q_1^2}{2gA_1^2} + (\Sigma k + f \frac{l_{4-d}}{d_2}) \frac{(Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4)^2}{2gA_2^2}$$

Donde:

- $l_{m-n}$  — longitud total de tubería entre los puntos “m” y “n”
  - $i$  — unión de la descarga de cada bomba con el múltiple de la descarga
  - $d_1$  —  $d_{0-1}$  diámetro de succión y descarga individual de cada bomba 6”
  - $d_2$  — diámetro del múltiple y la línea de descarga general 12”
  - $A_1$  — área de la sección transversal de la tubería cuyo diámetro es  $d_1$
  - $H_{ET}$  — carga estática total (para este caso) ————— 6.51 m
- y debe cumplirse que  $H_1 = H_2 = H_3 = H_4$

Las secciones que van del filtro al múltiple están constituidas por 3 codos de 90°, una válvula check y una de compuerta, un codo de 45° y una longitud total de 8 m

Las secciones del múltiple que reciben los ramales de bombeo, son secciones de 3 m de longitud; y la sección que va desde la última bomba hasta la descarga al Estanque del Golfo consta de 2 codos de 90° y 30 m de longitud de tubería de PVC.

La ecuación de la potencia es:  $P = 13.15QH/\eta$  [HP] y se aplica a cada una de las bombas del sistema

$$\begin{aligned}
P_1 &= 13.15Q_1H_1/\eta \\
P_2 &= 13.15Q_2H_2/\eta \\
P_3 &= 13.15Q_3H_3/\eta \\
P_4 &= 13.15Q_4H_4/\eta
\end{aligned}$$

Donde se debe cumplir que:  $P_1 = P_2 = P_3 = P_4 = 5$  HP  
 $H_1 = H_2 = H_3 = H_4$

Al resolver el sistema empleando la bomba modelo 8-500 proporcionada por MGB con una eficiencia de  $\eta = 47\%$ , se obtiene que:

	m	$m^3/s$	HP
$H_1 =$	7.381	$Q_1 =$ 0.02421	$P_1 =$ 5.000
$H_2 =$	7.380	$Q_2 =$ 0.02422	$P_2 =$ 5.000
$H_3 =$	7.376	$Q_3 =$ 0.02423	$P_3 =$ 5.000
$H_4 =$	7.369	$Q_4 =$ 0.02425	$P_4 =$ 5.000
		$Q_T =$ 0.09691	

### Cálculo de los equipos de bombeo para la extracción de agua salada

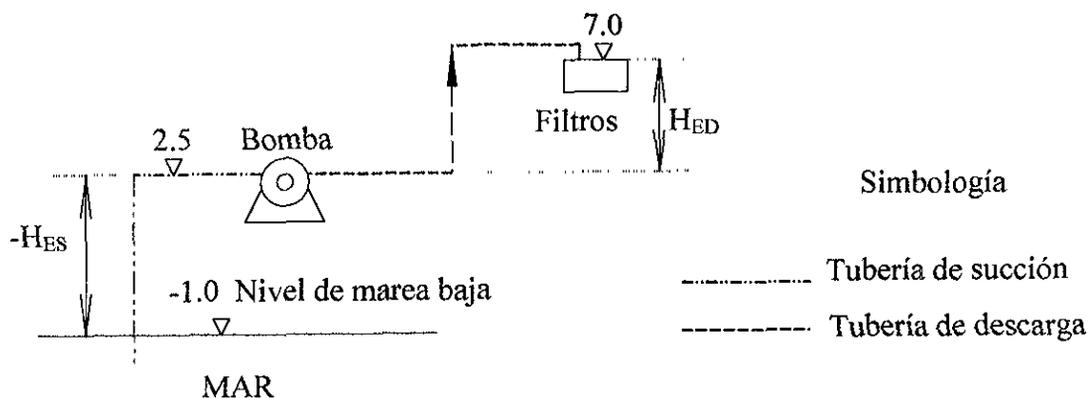
Se proponen 3 equipos de bombeo independientes de manera que existan 2 en reposo o de reserva.

Se calcula el diámetro con una velocidad propuesta  $v = 1.3 \text{ m/s}$  y  $Q = 7.5 \text{ l/s}$

$$D = \sqrt{(4Q/(\pi v))} \Rightarrow D = 86 \text{ mm} = 3.4'' \Rightarrow 4''$$

Se calcula la velocidad real  $v = 4Q/\pi D^2 = \underline{0.92 \text{ m/s}}$

De acuerdo con las propuestas planteadas en el Capítulo 4 de esta tesis, donde se determinó el método más conveniente para la extracción del agua para los estanques desde el mar, en el siguiente diagrama se presenta un bosquejo del trazo de una de las tuberías para la extracción del agua marina.



Ya que el agua se está tomando directamente del mar mediante una toma flotante, se debe recordar que el nivel de las aguas en la zona del proyecto tiene una variación de  $\pm 1\text{m}$  respecto al nivel medio del mar al cual están referidos los planos del proyecto, por lo que se realizará el cálculo para la condición más desfavorable que es la bajamar.

La carga dinámica está dada por la siguiente expresión:

$$H = H_{ET} + hf_s + hf_d \quad \text{donde:} \quad H_{ET} = H_{ED} - H_{ES}$$

y del diagrama anterior:  $H_{ED} = 7.0 - 2.5 = \underline{4.5m}$  y  $H_{ES} = -1.0 - 2.5 = \underline{-3.5m}$

Así:  $H_{ET} = 4.5 - (-3.5) = \underline{8.0 m}$

La línea de succión cuenta con una pichanca ( $k = 5.5$ ), dos codos de  $90^\circ$  ( $k=0.9$ ) y una longitud total de tubería de 93.4 m con un diámetro de 4". Calculando las pérdidas en la succión se tiene:

$$hf_s = (5.5 + 0.9*2 + 0.015*93.2/0.1016)*0.92^2/2g = \underline{0.91 m}$$

La tubería de descarga tiene también un diámetro de 4" y su longitud total es de 64.1 m cuenta con siete codos de  $90^\circ$  ( $k = 0.9$ ), dos codos de  $45^\circ$  ( $k = 0.4$ ), una válvula de compuerta ( $k=0.2$  abierta) y la descarga ( $k = 1$ ). Calculando se tiene:

$$hf_d = (1 + 0.9*7 + 0.4*2 + 0.2 + 0.015*64.1/0.1016)*0.92^2/2g = \underline{0.77 m}$$

Así:

$$H = 8.0 + 0.91 + 0.77 = \underline{9.68 m}$$

Con la carga dinámica, se calcula la potencia:  $P = 13.15QH/\eta$  [HP], donde  $Q = 7.5$  l/s,  $H = 9.68$  m y una eficiencia  $\eta = 40\%$  que corresponde al modelo 6-300 de 3 HP proporcionado por MGB.

$$P = 13.15*0.0075*9.68/0.40 = 2.39 \text{ HP}$$

Para aumentar la carga dinámica y que la operación de la bomba se apegue a las condiciones proporcionadas por el fabricante en la curva característica de la misma, se cerrará un poco la válvula de compuerta.

El modelo 6-300 propuesto por MGB de 3 HP se adecua a las características del proyecto, y aunque no es la alternativa más económica, sí es el equipo del que facilitaron más información.

Se calcula la presión de succión (para la condición de bajamar).

$$P_s/\gamma = H_{ES} - (v_s^2/2g + hf_s) = -3.5 - (0.92^2/2g + 0.91) = -4.45 \text{ m}$$

El proyecto se encuentra a nivel del mar, por lo que la presión atmosférica del sitio es:

$$H_A = 10 \text{ m}$$

La temperatura del agua establece la presión de vaporización:

$$\text{temperatura} = 30^\circ\text{C} \quad \Rightarrow \quad H_{V30^\circ\text{C}} = 0.43 \text{ m}$$

La presión absoluta es entonces:

$$(P_s/\gamma)_{abs} = H_A + P_s/\gamma = 10 - 4.45 = \underline{5.55 m} \gg H_V (0.43 \text{ m})$$

Para asegurar que no se presentará el fenómeno de cavitación en las bombas, se comparan los valores de la  $CNPS_r$  y la  $CNPS_d$  debiendo ser mayor la carga neta positiva de succión disponible; de lo contrario, el fenómeno de cavitación destruirá los impulsores y las bombas que se encuentren en esta condición.

De acuerdo con las gráficas proporcionadas por el fabricante (página 12, anexo “Catálogo de equipos considerados”) la carga neta positiva de succión requerida para el gasto de 7.5 l/s (450 l/min) del proyecto es:  $CNPS_r = 3.25$  m.

La  $CNPS_d$  está dada por la siguiente expresión:  $CNPS_d = H_A - H_V + H_{ES} - hf_s$

Resumiendo, los valores para estas bombas son:

$H_A = 10$  m  
 $H_V = 0.43$  m  
 $H_{ES} = -3.5$  m  
 $hf_s = 0.91$  m

$$CNPS_d = 10.0 - 0.43 + (-3.50) - 0.91 = 5.16 \text{ m}$$

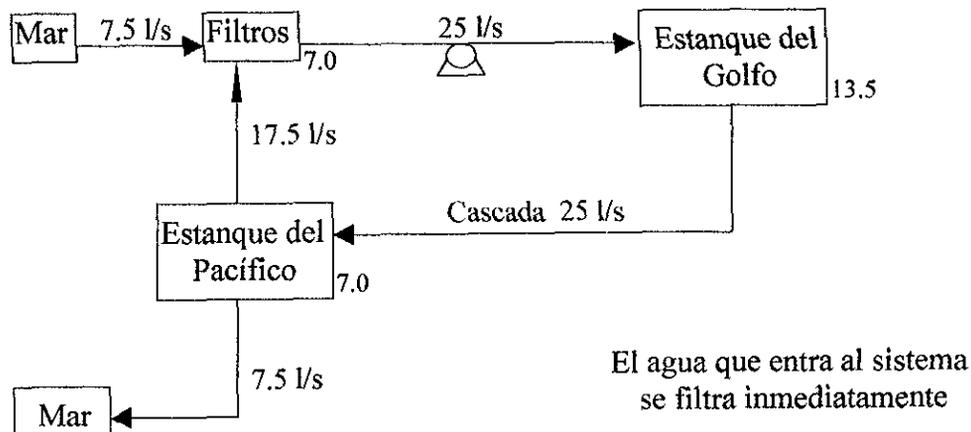
Así:  $CNPS_d$  (5.16 m) >  $CNPS_r$  (3.25 m) por lo que no existirá problema de cavitación.

Según estos datos, la bomba podría colocarse hasta una altura de 5.40 m sobre el nivel de la superficie del agua en la toma.

$$(H_{ES} = 3.25 - 10 + 0.43 + 0.91 = -5.41 \text{ m})$$

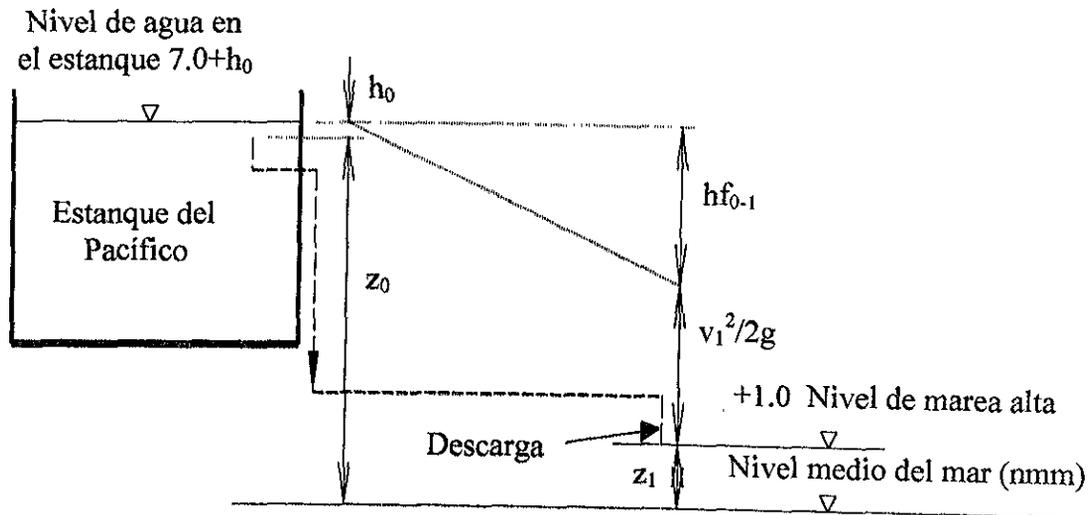
### Sistema de desalojo de las aguas marinas transitorias

En este trabajo se le llama “aguas marinas transitorias” al flujo de agua que debe mantenerse desde los estanques hacia el mar, debido al agua marina que ingresa al sistema para mantener el intercambio requerido en forma biológica para el mejor desarrollo de los animales.



Ya que en el Estanque del Pacífico se cierra el circuito del sistema, se propuso extraer del mismo, el gasto de las aguas marinas transitorias.

Para el análisis se aplicó la ecuación de la energía entre el estanque y el punto de descarga considerando que el tubo trabaja lleno, lo cual sería la condición más desfavorable.



El plano horizontal de comparación se establece en el nivel medio del mar.

Con el arreglo anterior se plantea la siguiente ecuación:

$$z_0 + h_0 + v_0^2/2g = z_1 + h_1 + v_1^2/2g + hf_{0-1}$$

Donde en la sección del estanque, la velocidad ( $v_0$ ) es cero; en la sección de la descarga, ésta lo hace a la presión atmosférica, por lo que la carga de presión ( $h_1$ ) también es nula; por lo que la expresión se reduce a lo siguiente:

$$z_0 + h_0 = z_1 + v_1^2/2g + hf_{0-1}$$

Ya que el flujo que pasará por la tubería es lo que interesa, y que las pérdidas también son función de la velocidad, la expresión anterior puede quedar de la siguiente manera:

$$z_0 + h_0 = z_1 + KQ^2/2gA^2 \quad \text{donde "A" es el área del tubo y "K" es el coeficiente de pérdidas}^6$$

Despejando se tiene:  $Q = ((z_0 - z_1 + h_0) * 2gA^2 / K)^{1/2}$

La línea de descarga cuenta con 6 codos de  $90^\circ$  ( $k = 0.9$ ), la pérdida por entrada ( $k = 0.5$ ), la pérdida por salida ( $k = 1$ ), por los cambios de dirección se considera un codo de  $45^\circ$  ( $k = 0.4$ ), la longitud de la tubería de descarga es  $L = 136.0$  m, y el coeficiente de Darcy para PVC es  $f = 0.015$ ; por lo que el coeficiente de pérdidas será:

$$K = 6*0.9 + 0.5 + 1 + 0.4 + 0.015*136/d = 7.3 + 2.04/d \quad d \text{ es el diámetro del tubo}$$

Con esta expresión y sustituyendo valores se tiene:  $Q = ((7 - 1 + h_0) * 2g(\pi d^2/4)^2 / (7.3 + 2.04/d))^{1/2}$

<sup>6</sup> El coeficiente de pérdidas "K" incluye todas las pérdidas locales ( $\Sigma k$ ), las debidas a la fricción y la carga de velocidad a la salida

Al efectuar el análisis proponiendo un diámetro de tubería de 4" y aceptando que la capacidad para el gasto de descarga debe ser al menos el doble del proporcionado por un equipo de extracción (2\*7.5 l/s) por cualquier eventualidad o requerimiento, se obtiene lo siguiente:

### Vertedor para las aguas transitorias

Q =	15.0 l/s	Q =	gasto
L =	136.00 m	L =	Longitud de descarga
d =	4 "	d =	diámetro de la línea de descarga
K =	27.38	k =	coeficiente de pérdidas de energía (incluye locales y por fricción)
cota fondo =	7.00 m		nivel del vertedor
cota descarga =	1.00 m		nivel del mar durante la marea alta
h [m]	Q [l/s]	h = tirante de agua sobre el vertedor	
0.03	16.85		
0.10	16.95		

Con estos resultados se aprecia que el tipo de vertedor propuesto y la descarga, cumplen satisfactoriamente las necesidades del sistema, pues con un tirante de tan solo 3 cm sobre el vertedor, en condiciones de tubo lleno, se desaloja un caudal de 16.85 l/s > 15 l/s (2 equipos de extracción).

### Descarga de fondo.

El drenado de los estanques, debe efectuarse para la limpieza o mantenimiento mayor a los mismos; se espera de 1 a 2 veces por año.

El material sedimentado en el fondo de los estanques debe extraerse de alguna manera con mayor frecuencia para conservar el agua lo más clara y limpia posible. Ello debe realizarse con la menor intervención humana dentro de los estanques para evitar alterar la tranquilidad de los animales, incrementar los costos de operación y mantenimiento por el empleo de buzos y enturbiar el agua al remover los sedimentos del fondo de los estanques mediante un dragado.

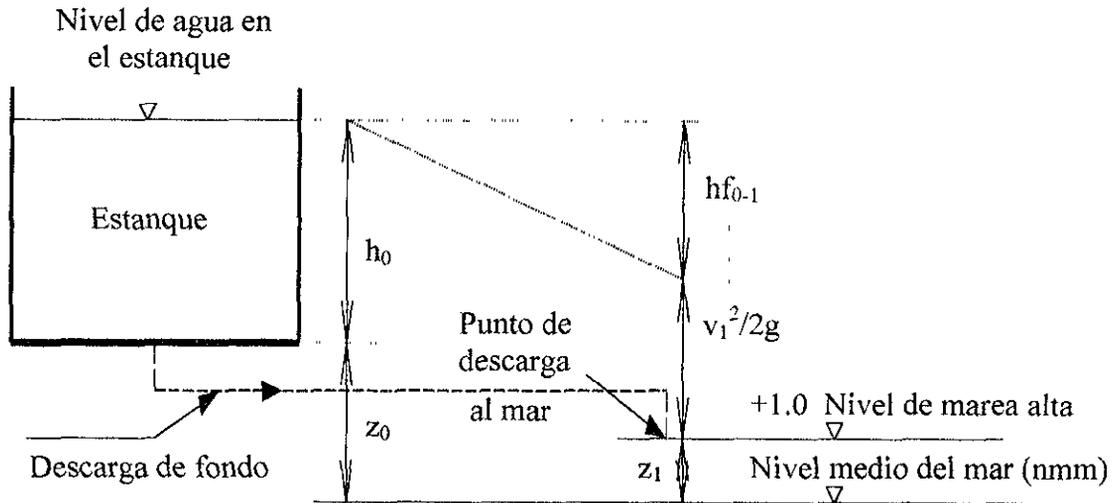
Para cubrir esta necesidad con los requerimientos expuestos anteriormente, se planteó una descarga de fondo situada al centro de cada uno de los estanques, controlando la descarga mediante una válvula de compuerta externa.

Este sistema permitirá drenar el sedimento orgánico e inorgánico proveniente del alimento y excremento de los animales, así como el material transportado y depositado en los estanques por la acción del viento y que no pueda ser extraído por los filtros; sin la necesidad de drenar por completo los estanques.

Esta actividad no debe ser frecuente pero, sí con cierta regularidad para evitar la formación y proliferación de bacterias y microorganismos que afecten la salud de los habitantes de los estanques; para lograrlo sólo se permitirá la salida del agua necesaria para eliminar el contenido de sedimentos sin afectar o retirar los animales dentro de los estanques.

Para el diseño de la descarga de fondo de ambos estanques se sigue el mismo procedimiento; se considera un almacenamiento de agua de donde sale una tubería con cierta longitud, y en su extremo una descarga libre por acción de la gravedad.

Para la solución del problema se plantea la ecuación de la energía entre la sección del estanque y la sección del punto de la descarga. Así tenemos el siguiente diagrama:



El plano horizontal de comparación se estableció en el nivel medio del mar.

Con el arreglo anterior se plantea la siguiente ecuación:

$$z_0 + h_0 + v_0^2/2g = z_1 + h_1 + v_1^2/2g + hf_{0-1}$$

Donde en la sección del estanque, la velocidad ( $v_0$ ) es cero; en la sección de la descarga, ésta lo hace a la presión atmosférica, por lo que la carga de presión ( $h_1$ ) también es nula, y la expresión se reduce a lo siguiente:

$$z_0 + h_0 = z_1 + v_1^2/2g + hf_{0-1}$$

Al ser las pérdidas función de la carga de velocidad del flujo, la ecuación puede expresarse de la siguiente manera:

$$z_0 + h_0 = z_1 + K(v_1^2/2g) \quad \text{“K” es el coeficiente de pérdidas}^7$$

Y si:  $H_0 = (z_0 + h_0 - z_1)$  se tiene:

$$H_0 = K(v_1^2/2g)$$

Ya que el flujo que pasará por la tubería es lo que interesa, y la velocidad puede expresarse en función del gasto y del área transversal del tubo, la expresión anterior puede quedar de la siguiente manera:

$$H_0 = K(Q/A)^2/2g \quad \text{donde “A” es el área del tubo}$$

Despejando se tiene:

$$Q = (H_0 * 2g A^2 / K)^{1/2} = (1/\sqrt{K}) A \sqrt{2g H_0}$$

Las líneas de descarga cuentan con una válvula de compuerta ( $k = 0.2$  abierta), 3 codos de  $90^\circ$  ( $k = 0.9$ ), la pérdida por entrada ( $k = 0.5$ ), la pérdida por salida o carga de velocidad en la descarga ( $k = 1$ ), por los cambios de dirección se considera un codo de  $45^\circ$  ( $k = 0.4$ ); la longitud ( $L$ ) de la

<sup>7</sup> El coeficiente de pérdidas “K” incluye todas las pérdidas locales ( $\Sigma k$ ), las debidas a la fricción y la carga de velocidad en la descarga

tubería de descarga que varía para cada estanque, y el coeficiente de Darcy para PVC es  $f = 0.015$ ; por lo que el coeficiente de pérdidas será:

$$K = 0.2 + 3 \cdot 0.9 + 0.5 + 1 + 0.4 + 0.015 \cdot L/d = 4.8 + 0.015 \cdot L/d ; \quad d \text{ es el diámetro del tubo}$$

Con esta expresión y sustituyendo valores se tiene:

$$Q = (1/\sqrt{4.8+0.015 \cdot L/d}) (\pi d^2/4) \sqrt{2gH_0} \quad \text{donde} \quad H_0 = (z_0 + h_0 - z_1)$$

Esta fórmula expresa el gasto que pasa por la tubería de descarga "Q" en función del nivel del fondo del estanque "z<sub>0</sub>", de la profundidad del agua dentro del estanque "h<sub>0</sub>", del nivel de vertido "z<sub>1</sub>", del diámetro "d" de la tubería de descarga y de su longitud "L".

La expresión anterior está en función de un tirante constante o instantáneo; no considera el decremento del nivel del agua por efecto del drenado. Por lo que haciendo una analogía con la descarga de fondo por un orificio bajo carga variable se tiene:

El gasto en cualquier instante es:  $Q = C_d A \sqrt{2gH}$  (fórmula para orificios)

El gasto obtenido anteriormente es:  $Q = (1/\sqrt{K}) A \sqrt{2gH_0}$  (descarga con carga constante)

Cuando se presenta una descarga por un orificio, el coeficiente de descarga ( $C_d$ ) depende del producto del coeficiente de velocidad ( $C_v$ ) y coeficiente de contracción ( $C_c$ ):

$$C_d = C_v C_c$$

Para la descarga en conductos a presión ( $L/d > 3$  tubo largo), el coeficiente de contracción es igual a la unidad ( $C_c = 1$ ) debido al tipo de "turbulencia" que se presenta en la entrada del tubo; y el coeficiente de velocidad ( $C_v$ ) estará determinado por las pérdidas de energía a lo largo del tubo.

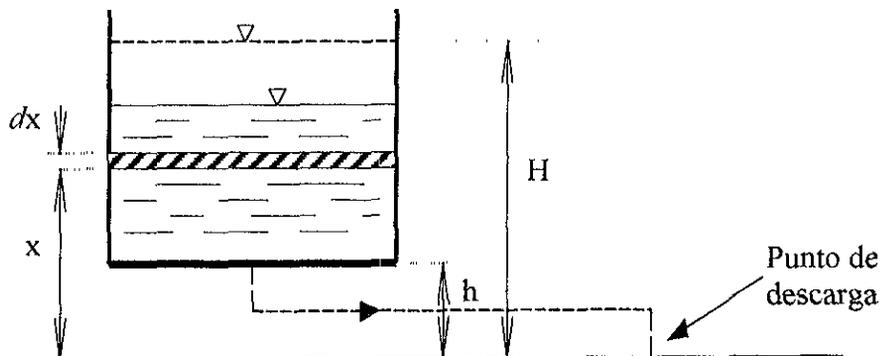
Por lo que igualando las dos expresiones del gasto, se tiene:  $C_d A \sqrt{2gH} = (1/\sqrt{K}) A \sqrt{2gH_0}$

De donde se deduce que:  $C_d = 1/\sqrt{K}$

Y recordando que:  $C_d = C_v C_c$  y que:  $C_c = 1$

Se determina que:  $C_d = C_v = 1/\sqrt{K}$  el cual incluye todas las pérdidas en el tubo.

Recordando que el gasto en cualquier instante es:  $Q = C_d A \sqrt{2g x}$



Para el cálculo del gasto considerando la variación de la carga dentro del estanque; el volumen desalojado en un intervalo de tiempo  $dt$  debe ser  $A_E dx$

donde  $A_E$  — área del estanque: 
$$dt = \frac{A_E dx}{C_d A \sqrt{2gx}}$$

Siendo "t" el tiempo de vaciado del estanque; se tiene:

$$t = \frac{A_E}{C_d A \sqrt{2g}} \int_h^H \frac{dx}{\sqrt{x}} \quad \text{así:} \quad t = \frac{2A_E}{C_d A \sqrt{2g}} [\sqrt{H} - \sqrt{h}]$$

- Siendo:
- $A_E$  — Área del estanque
  - $A$  — Área del tubo para la descarga
  - $C_d$  — Coeficiente de descarga; en este caso<sup>8</sup>  $1/\sqrt{K}$
  - $H$  — nivel del agua del estanque (lleno) respecto al nivel de descarga
  - $h$  — nivel del fondo del estanque respecto al nivel de descarga

Criterios para el diseño:

1. Tiempo propuesto de drenado para cada estanque  $t \approx 12$  hr, que permita realizar con calma y seguridad las maniobras para sacar los animales y ponerlos en un medio y sitio adecuados.
2. Variación del nivel de marea  $\pm 1$  m respecto al nivel medio del mar. La condición más desfavorable es el drenado durante la marea alta.

A continuación se presentan los valores y resultados para cada uno de los estanques.

#### Descarga de Fondo para el Estanque del Pacifico

Datos:

$r_i =$	7.40 m	$r_i =$ radio interior del estanque
$r_e =$	10.40 m	$r_e =$ radio exterior del estanque
$V =$	704.60 m <sup>3</sup>	$V =$ volumen del estanque
$L =$	132.50 m	$L =$ Longitud de descarga
$d =$	4 "	$d =$ diámetro de la línea de descarga
$K =$	24.36	$K =$ coeficiente de pérdidas de energía (incluye locales y por fricción)
cota lleno =	7.00 m	nivel del agua cuando el estanque está lleno
cota fondo =	2.80 m	nivel del fondo del estanque " $z_0$ "
cota descarga =	1.00 m	nivel del mar durante la marea alta " $z_1$ "

Piezas especiales para el cálculo de las pérdidas

Descripción	ki	cantidad	total	
entrada	0.5	1	0.5	$A_E = 167.76 \text{ m}^2$
descarga	1.0	1	1.0	$A = 0.0081 \text{ m}^2$
codo 90°	0.9	3	2.7	$C_d = 0.2026$
codo 45°	0.4	1	0.4	$H = 6.00 \text{ m}$
compuerta	0.2	1	0.2	$h = 1.80 \text{ m}$
<b>Total</b>			<b>4.8</b>	<b><math>t = 14.19 = 14:11 \text{ hr}</math></b>

<sup>8</sup> El valor de  $C_d$  viene de la pagina anterior

El tiempo de drenado excede las 12 horas propuestas originalmente pero al efectuar el análisis con tubería de 6" de diámetro, el tiempo de drenado se reduce a 5 horas con 24 minutos lo que resultaría en una fuerte descarga puntual que podría erosionar y contaminar la playa; por otra parte el diámetro propuesto de 4" coincide y cumple con la propuesta en la sección anterior; para el control de las aguas marinas transitorias.

### Descarga de Fondo para el Estanque del Golfo

Datos:

r =	7.80 m	r =	radio del estanque circular
V =	2006.9 m <sup>3</sup>	V =	volumen del estanque
L =	96.00 m	L =	Longitud de descarga
d =	6 "	d =	diámetro de la línea de descarga
K =	14.25	K =	coeficiente de pérdidas de energía (incluye locales y por fricción)
cota lleno =	13.50 m		nivel del agua cuando el estanque está lleno
cota fondo =	3.00 m		nivel del fondo del estanque "z <sub>0</sub> "
cota descarga =	1.00 m		nivel del mar durante la marea alta "z <sub>1</sub> "

#### Piezas especiales para el cálculo de las pérdidas

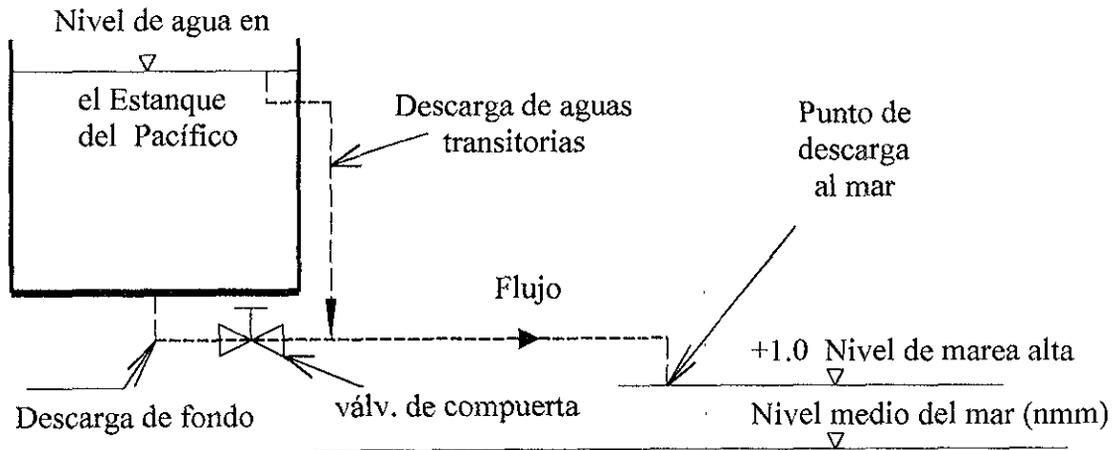
Descripción	ki	cantidad	total	
entrada	0.5	1	0.5	A <sub>E</sub> = 191.13 m <sup>2</sup>
descarga	1.0	1	1.0	A = 0.0182 m <sup>2</sup>
codo 90°	0.9	3	2.7	C <sub>d</sub> = 0.2649
codo 45°	0.4	1	0.4	H = 12.50 m
compuerta	0.2	1	0.2	h = 2.00 m
<b>Total</b>			<b>4.8</b>	<b>t = 10.52 = 10:31 hr</b>

El tiempo de drenado es menor a las 12 horas propuestas, pero al proponer el análisis con tubería de 4" para aumentar el tiempo de descarga, éste se eleva hasta las 27 horas con 19 minutos, lo que representa mantener fuera de servicio el estanque por más de un día, sólo para vaciarlo; además del tiempo requerido para su mantenimiento, limpieza y llenado, representando días de cierre del "Museo".

Por estas razones se concluye:

1. La tubería para la descarga de fondo del Estanque del Pacífico, así como el sistema para el desalojo de las aguas marinas transitorias, será de PVC de 4" de diámetro.
2. El sistema para el desalojo de las aguas marinas transitorias coleccionará el agua superficialmente del Estanque del Pacífico, conduciéndola por la cara exterior del muro del estanque en forma descendente al nivel +2.7, donde las descargará a la línea abierta de la tubería para la descarga de fondo del mismo estanque (Plano 13, Plano 14).
3. La tubería para la descarga de fondo del Estanque del Golfo, será de PVC de 6" de diámetro.
4. Las tuberías para la descarga de fondo de ambos estanques serán independientes y cada cual tendrá su válvula de compuerta para el control de las descargas (Plano 13).

El siguiente diagrama muestra el arreglo para el Estanque del Pacífico.

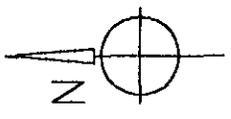


# Planos

.....

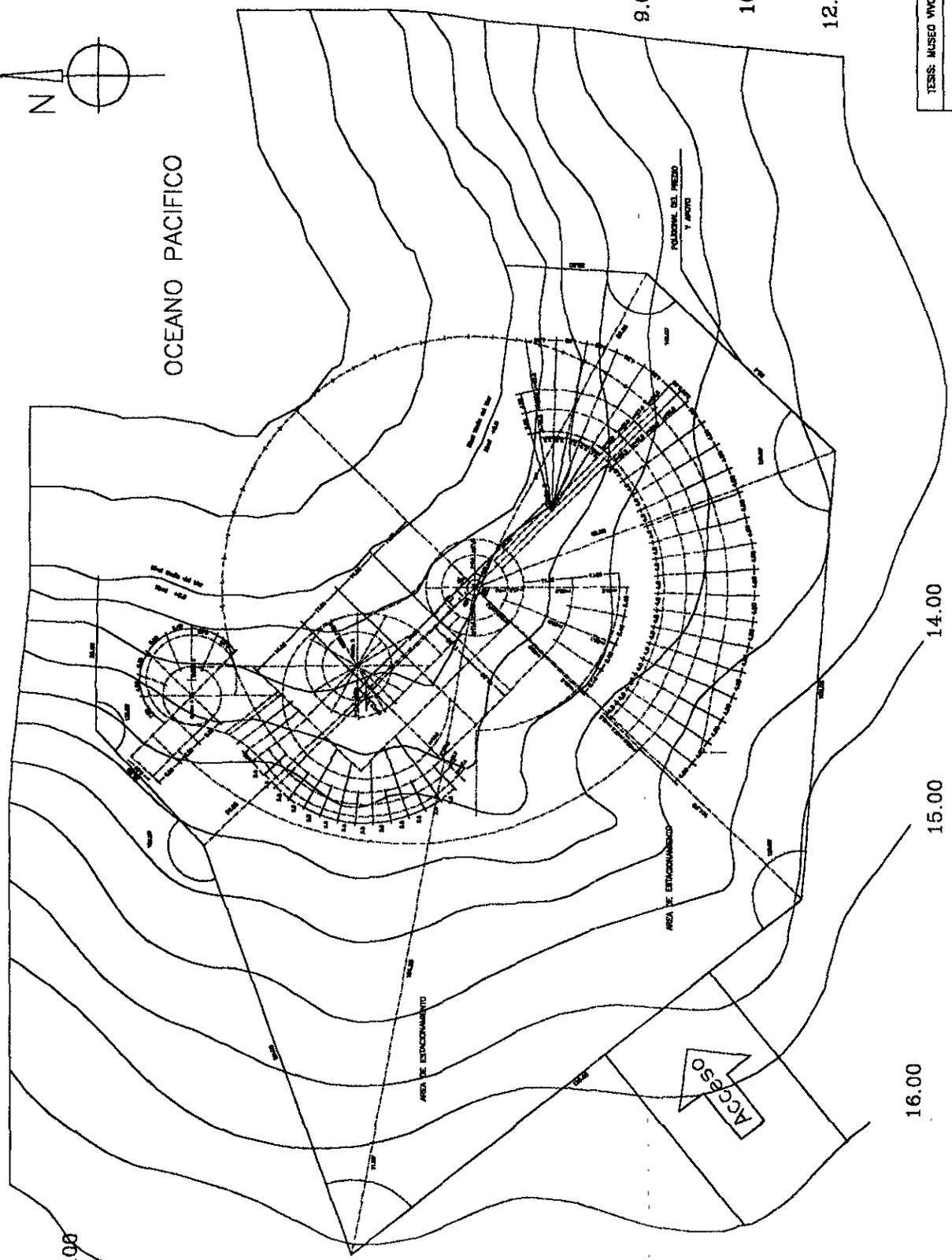
## Lista de Planos

Plano:		Clave
01	Topográfico y Poligonal de Apoyo.	PT-1
02	Isométrico 1	PI-1
03	Isométrico 2	PI-2
04	Isométrico 3	PI-3
05	Planta General	PG-1
06	Corte A-A Túnel Panorámico	PC-AA
07	Corte B-B Sección transversal del túnel en el Estanque del Golfo	PC-BB
08	Corte C-C Teatro del Agua. Estanque del Pacífico	PC-CC
09	Corte D-D Vestíbulo y cascada en el Estanque del Pacífico	PC-DD
10	Ruta de Visita	PRV-1
11	Extracción y recirculación del agua salada	PER-1
12	Detalle de la conexión de bombas para la recirculación	PER-2
13	Desalojo y drenado del agua de los estanques	PDD-1
14	Detalle isométrico de la conexión del desalojo con la descarga	PDD-2



OCEANO PACIFICO

-4.00  
-2.00  
0.00  
2.00  
4.00  
6.00  
8.00  
9.00  
10.00  
12.00



18.00

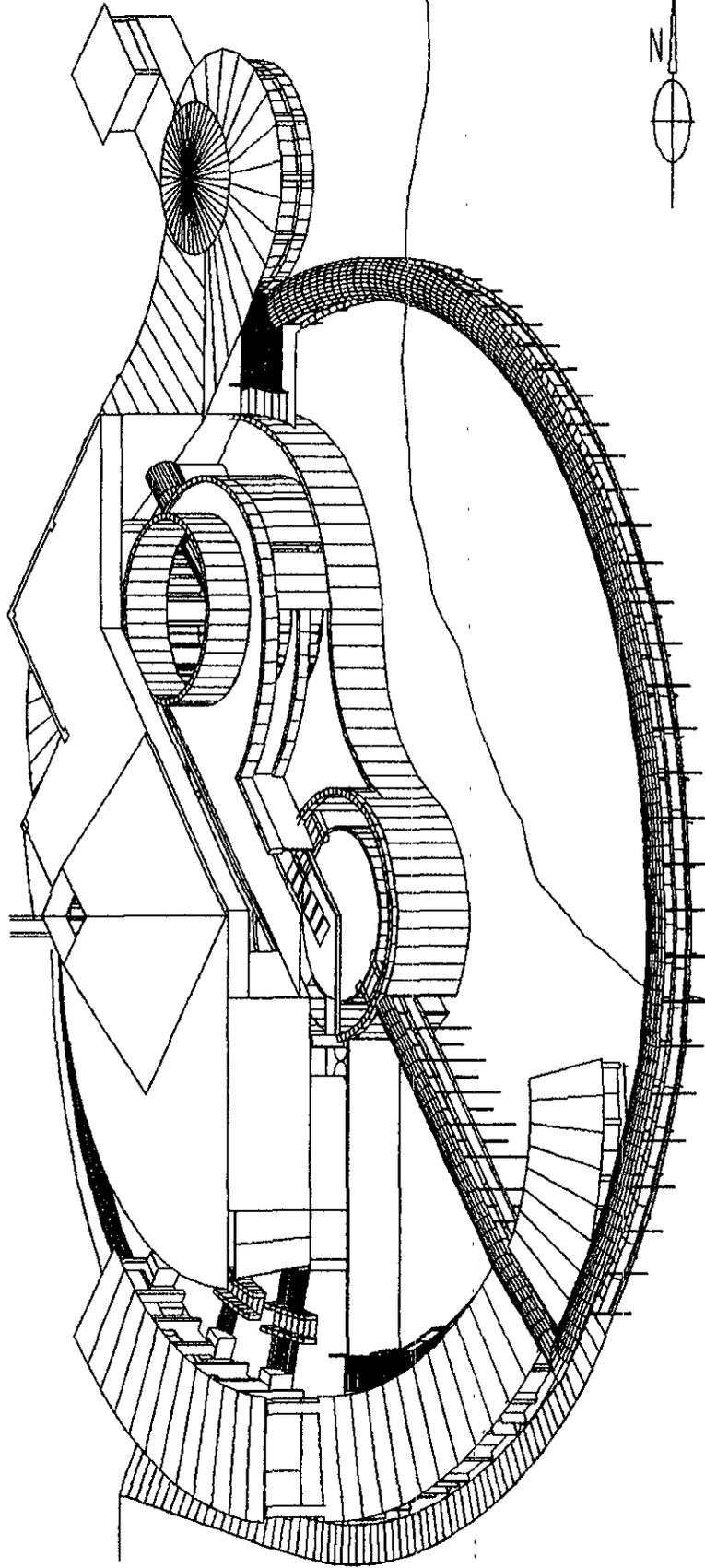
16.00

15.00

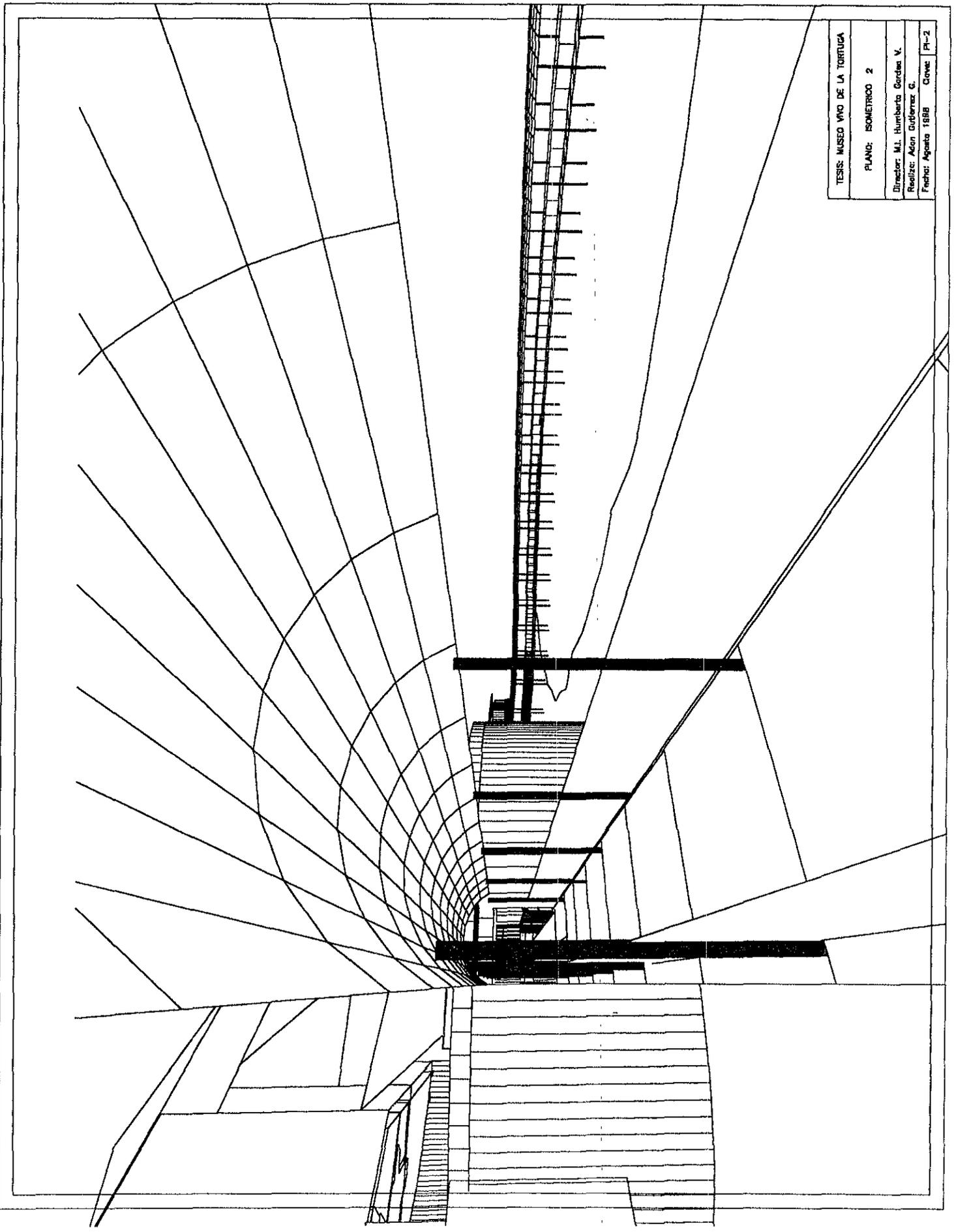
14.00

ESC 1:1275 COTAS EN METROS

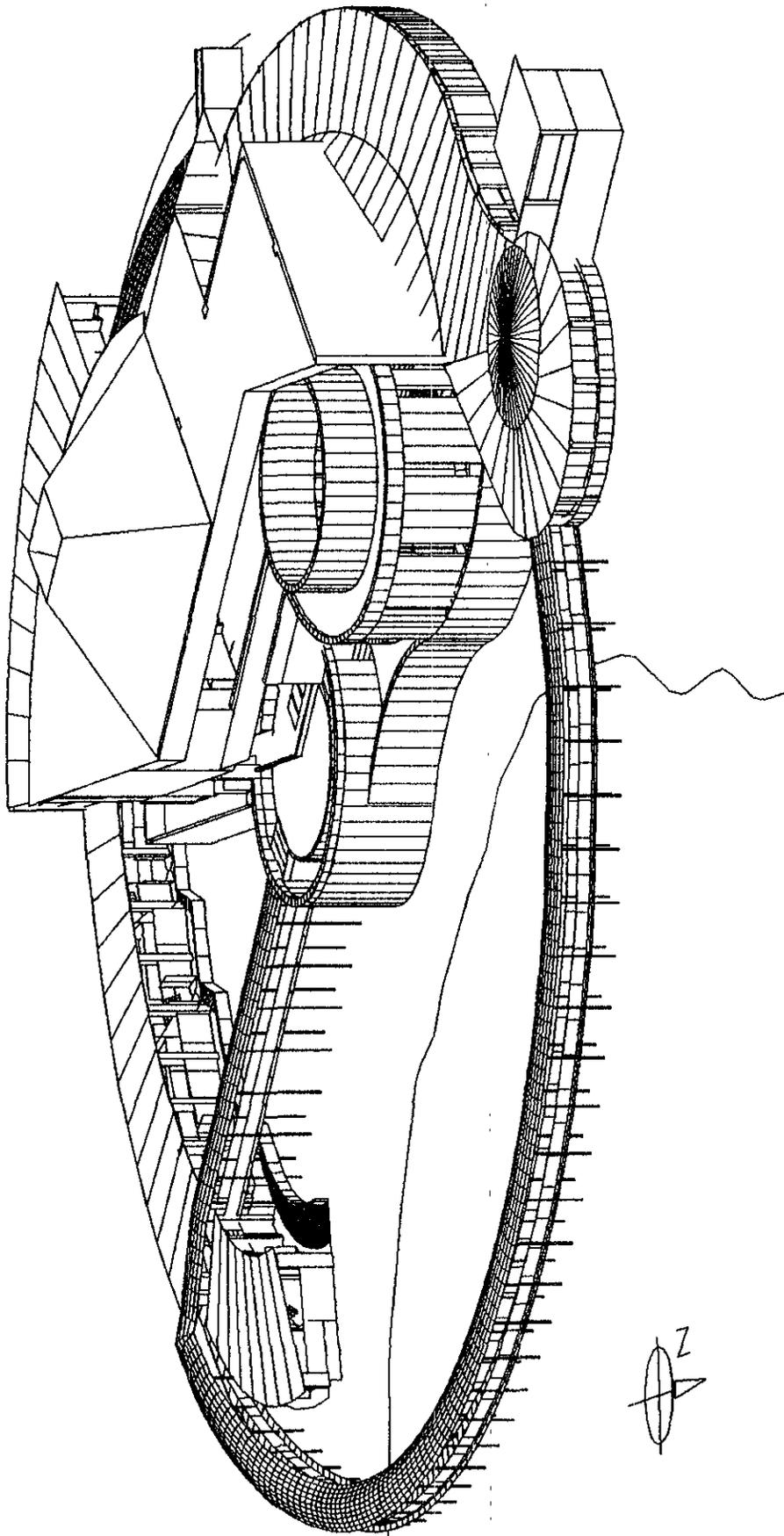
TESIS: MUSEO VIVO DE LA TORTUGA
PLANO: TOPOGRAFICO Y POLIGONAL DE APOYO
Director: M.J. Humberto Gendee V.
Realizador: Adon Guffieraz G.
Fecha: Agosto 1988 Clave: PT-1



TESIS: MUSEO VIVO DE LA TORTUGA
PLANO: ISOMETRICO 1
Director: M.I. Humberto Gordoa V.
Realizó: Adán Gutiérrez G.
Fecha: Agosto 1988 Clave: Pl-1



TESIS: MUSEO VIVO DE LA TORTUGA  
PLANO: ISOMETRICO 2  
Director: M.J. Humberto García V.  
Realizó: Adon Gubierrez G.  
Fecha: Agosto 1988  
Graves PH-2



TESIS: MUSEO VIVO DE LA TORTUGA

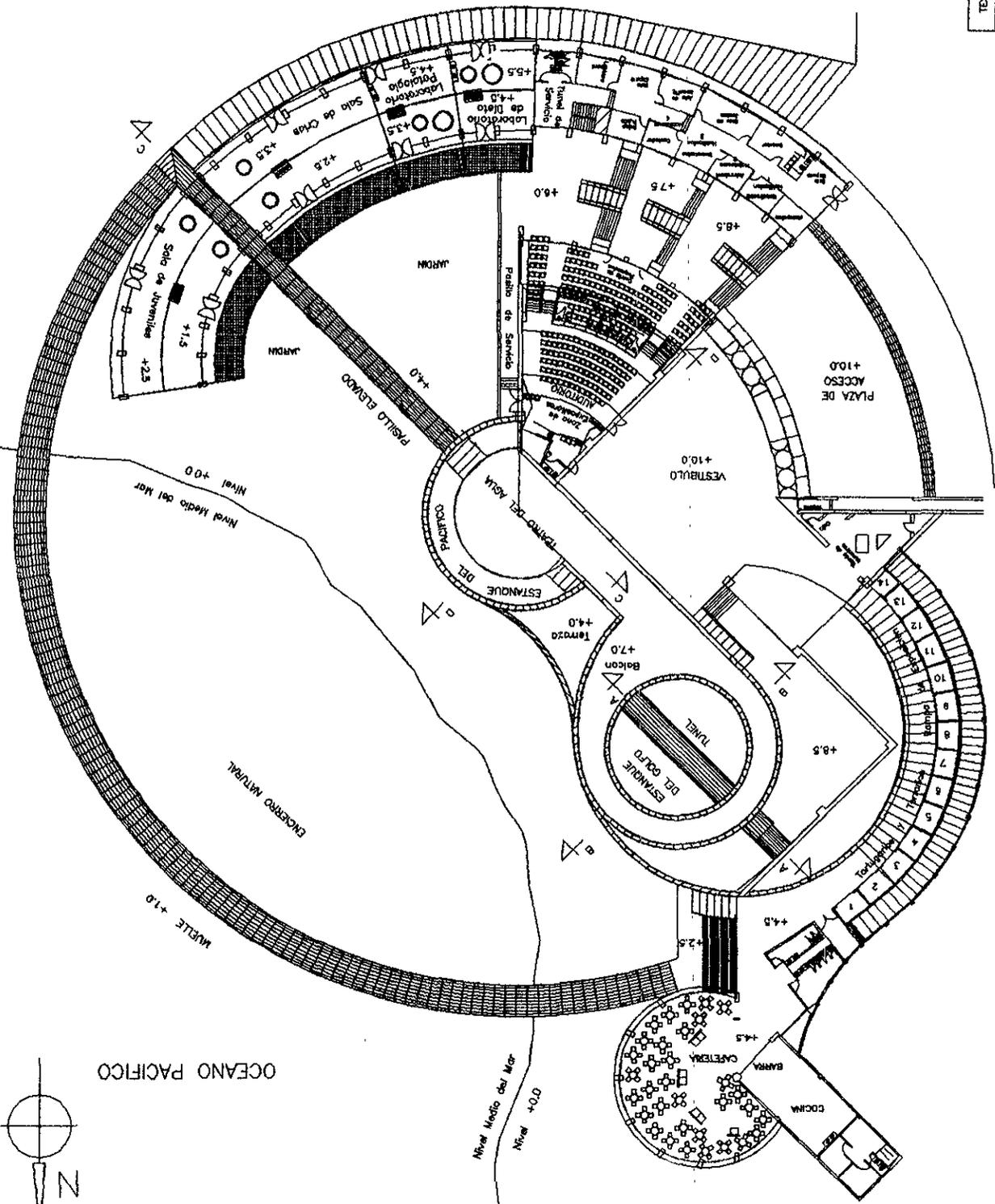
PLANO ISOMETRICO 3

Director: M.J. Humberto Gordoa Y.

Realiza: Adon G. Sierra G.

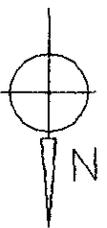
Fecha: Agosto 1998 Clave: PI-3

TEMA: MUSEO VINO DE LA TORTUGA
PLANO: PLANTA GENERAL
Director: M.L. Humberto Gardes V.
Realizó: Adam Guillarmez G.
F.cho: Agosto 1998
Ciudad: PC-1



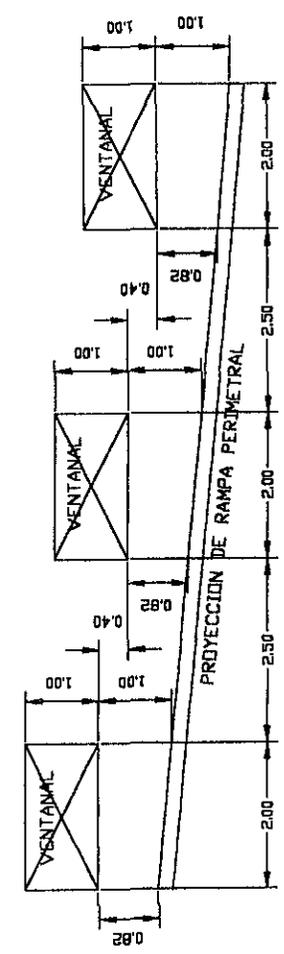
PLANTA GENERAL

OCEANO PACIFICO

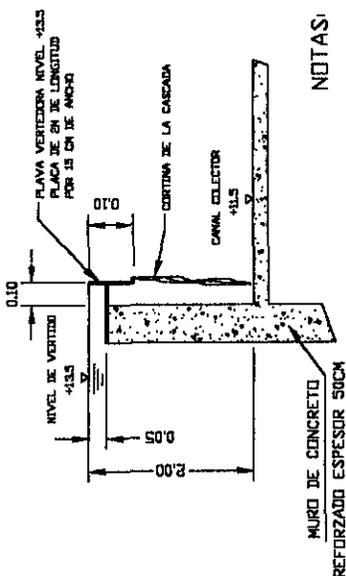


Nivel Medio del Mar  
Nivel +0.0





DISTRIBUCION DE LOS VENTANALES A LO LARGO DE LA RAMPA



DETALLE DE PLACA VERTEDORA

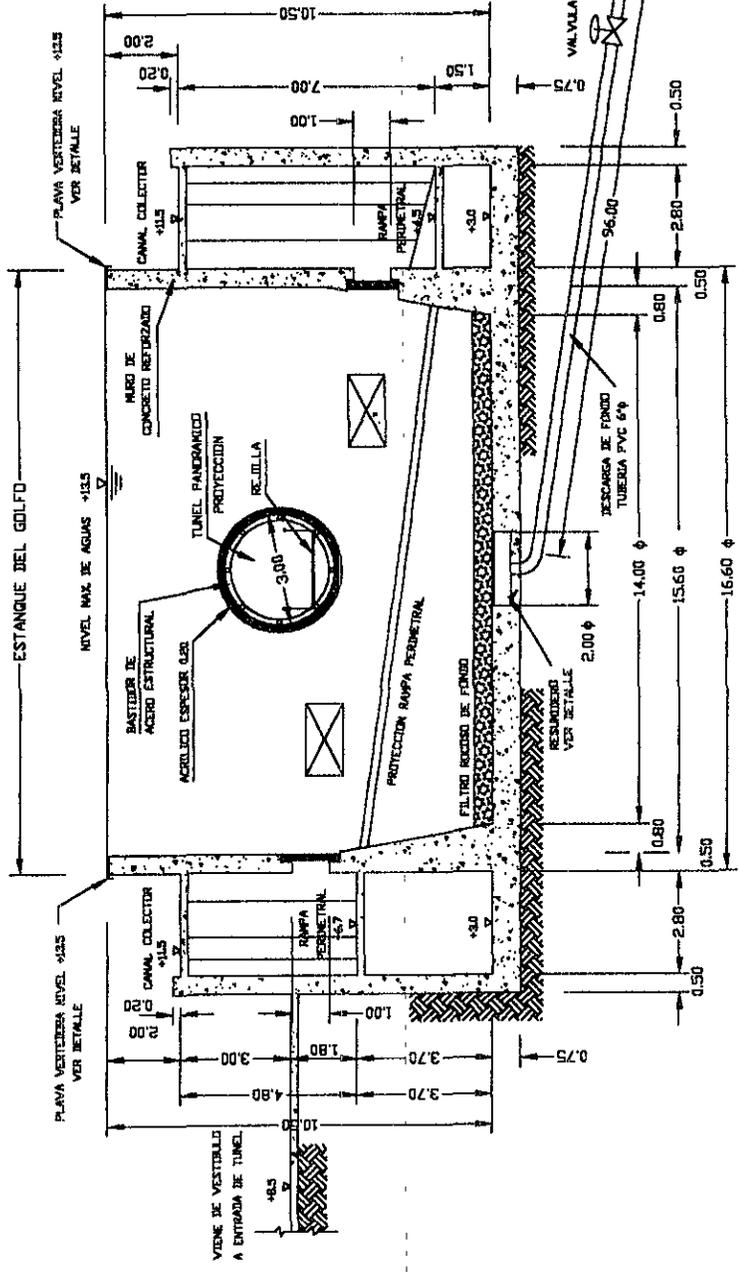
NOTAS:

LA PLACA VERTEDORA SE COLOCARA PARA CONTROLAR LA LONGITUD DE VERTIDO DE LOS METROS VERTICALES POR CADA DOS METROS DE BORDO SECC. SECC.

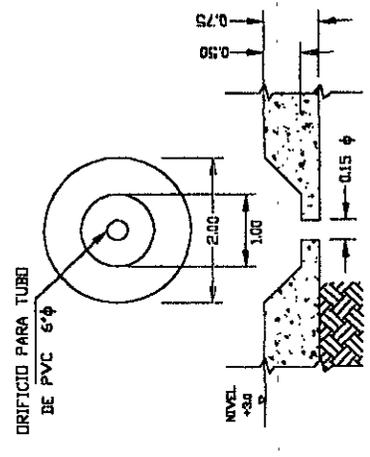
SE FORMARAN 13 VERTEDORES A LO LARGO DEL PERIMETRO DEL ESTANQUE DEL GOLFO.

EL RESUMIDERO SE LOCALIZA AL CENTRO DEL ESTANQUE.

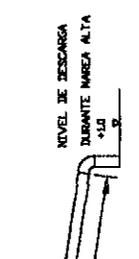
LA RAMPA PERIMETRAL LINDA LOS NIVELES +7.0 Y +4.0 EN UN BARRIDO DE 270°



CORTE B-B SECCION TRANSVERSAL DEL TUNEL PANORAMICO EN EL ESTANQUE DEL GOLFO

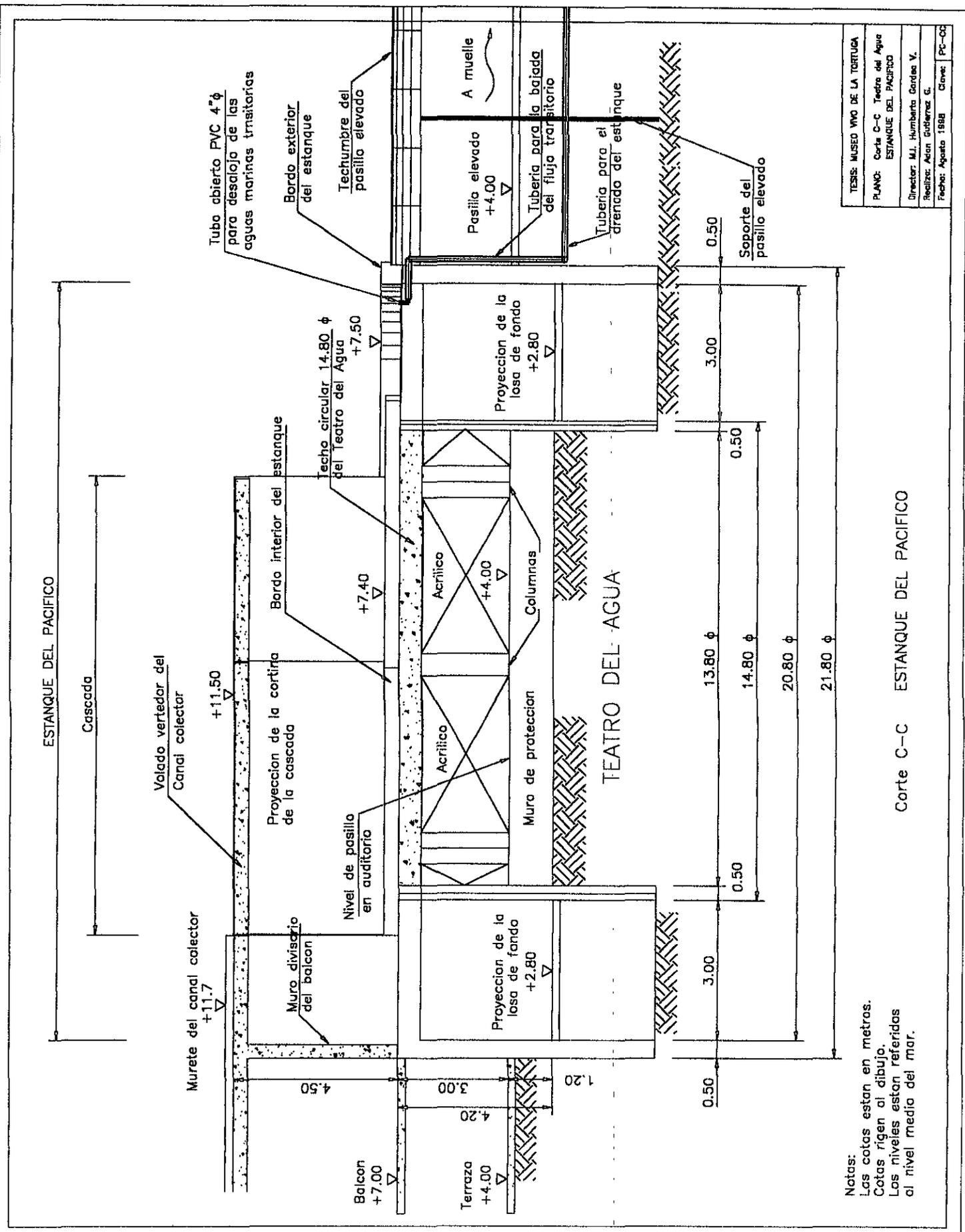


DETALLE DE RESUMIDERO



COTAS EN METROS LAS COTAS BUEN AL DIBUJO

TESES: MUSEO VIVO DE LA TORTUGA
PLANO: CORTE B-B SECCION TRANSVERSAL DEL TUNEL
Director: M.L. Humberto Gerstae V.
Realiza: Adon Culebrera G.
Fecha: Agosto 1998
Clave: PC-BB



TEMA: MUSEO VIVO DE LA TORTUGA
PLANO: Corte C-C Teatro del Agua ESTANQUE DEL PACIFICO
Director: M.J. Humberto Gordoa Y.
Realizador: Alon Gutiérrez G.
Fecha: Agosto 1988
Clave: PC-02

Corte C-C ESTANQUE DEL PACIFICO

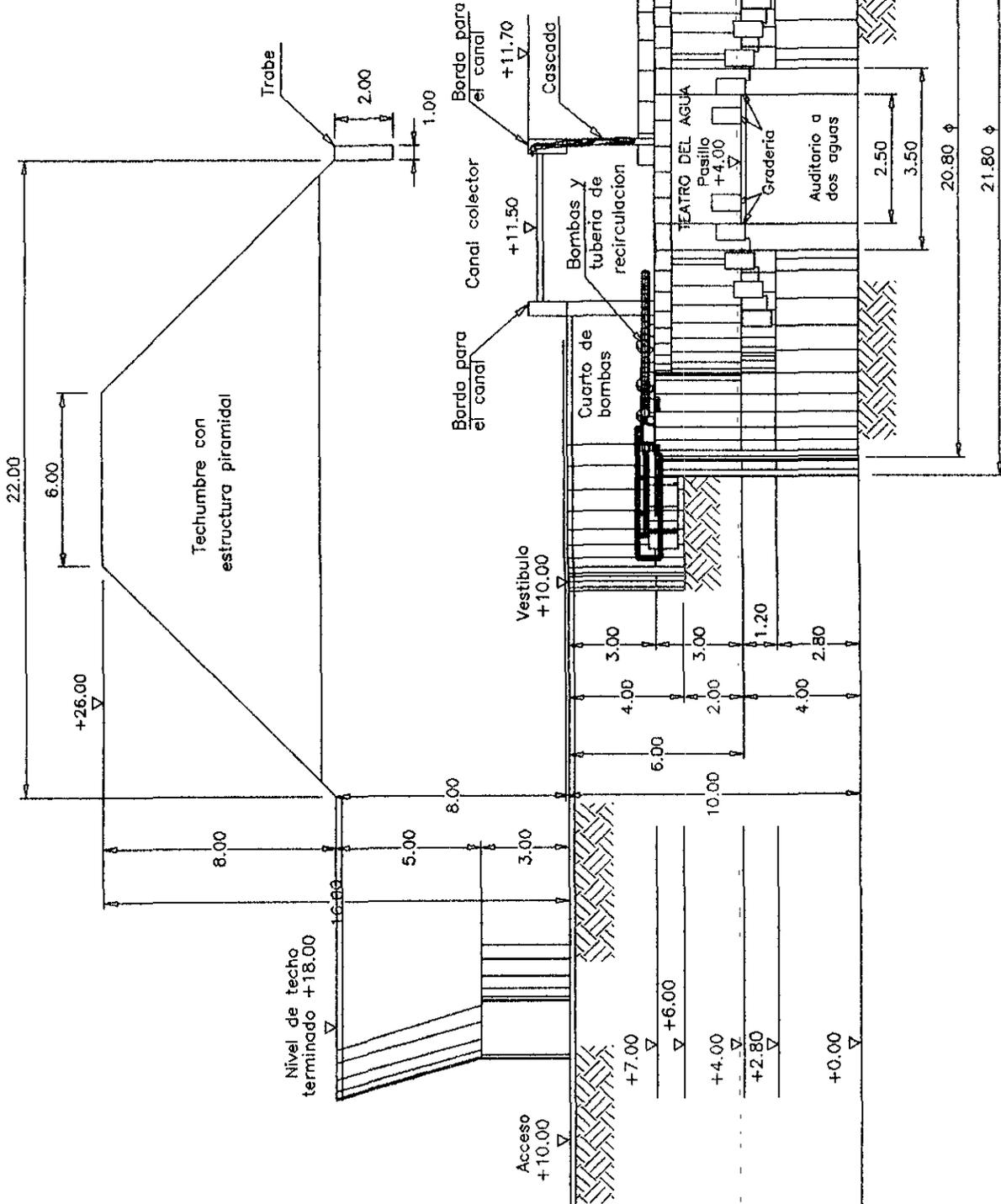
Notas:  
 Las cotas estan en metros.  
 Cotas rigen al dibujo.  
 Los niveles estan referidas al nivel medio del mar.

**NOTAS:**

Las cotas estan en metros  
 Los cotas rigen al dibujo  
 Los niveles estan referidos  
 al nivel medio del mar.

En el interior del Estanque  
 del Pacifico se encuentra  
 el Teatro del Agua, con la  
 graderia colocada a dos -  
 aguas.

La techumbre con forma --  
 piramidal se soportara con  
 una estructura de tridifosa.

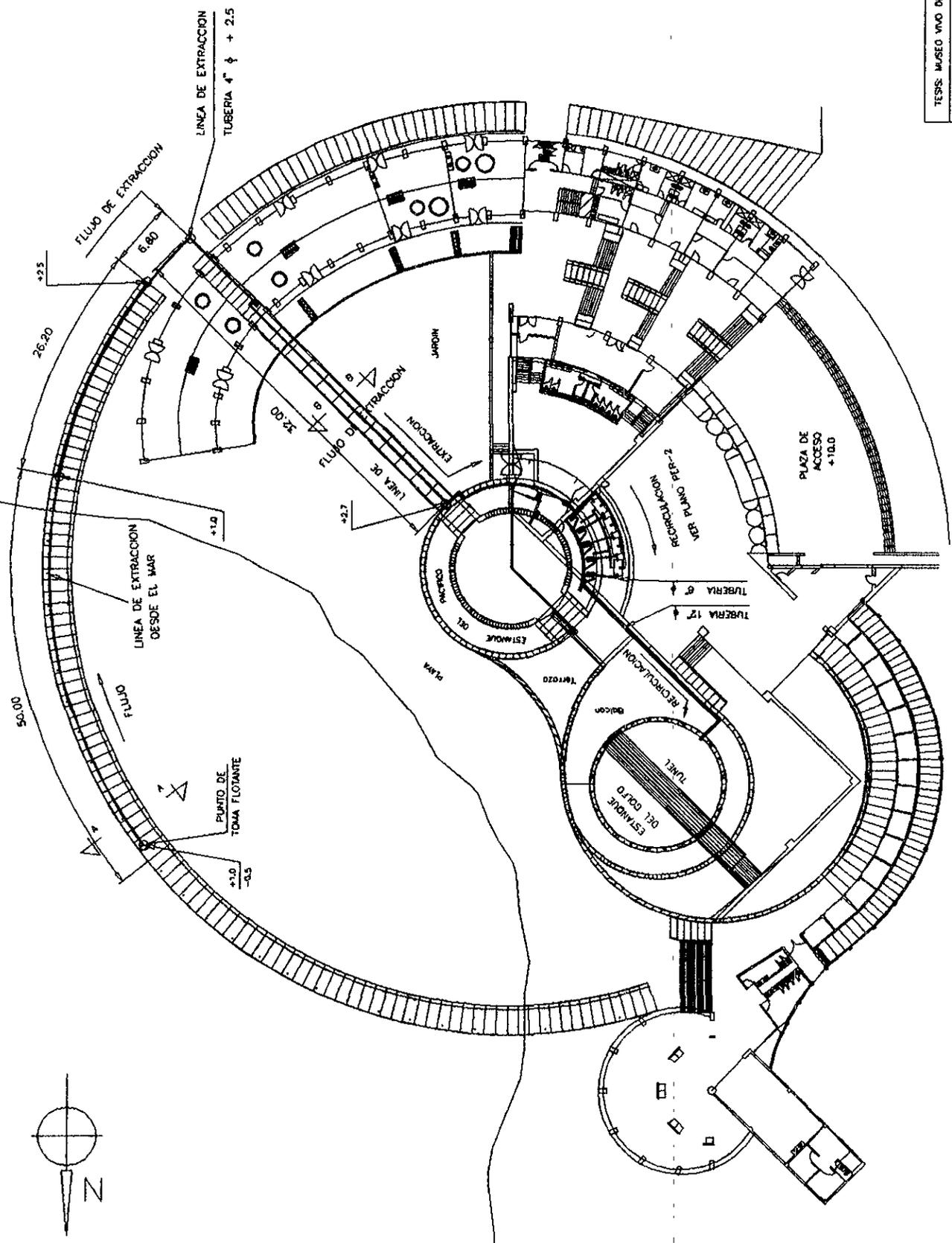


**CORTE D-D VESTIBULO Y CASCADA EN EL ESTANQUE DEL PACIFICO**

TESIS: MUSEO VIVO DE LA TORTUGA
PLANO: CORTE D-D VESTIBULO Y CASCADA EN ESTANQUE DEL PACIFICO.
Director: M. I. Humberto Gerdé Y.
Realizó: Adán Guzmán G.
Fecha: Agosto 1998
Colección: PC-00

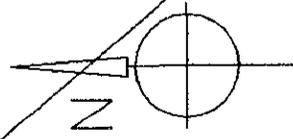


TESS: MUSEO VINO DE LA TORTUGA
PLANO: EXTRACCION Y RECIRCULACION DEL AGUA SALADA
Director: M.I. Humberto Cardozo V.
Realizó: Adm. Gutierrez G.
Fecha: Agosto 1998
Cóver: PER-1



LINEAS DE EXTRACCION Y RECIRCULACION PARA AGUA SALADA

TESS: MUSEO VINO DE LA TORTUGA  
 PLANO: DETALLE DE LA CONEXION  
 DE BOMBAS PARA RECIRCULACION  
 Director: M.I. Humberto Gordoa V.  
 Autor: Agustin Suarez G.  
 Fecha: Agosto 1998    Cobre: PER-2



PLAYA

PACIFICO

ESTANQUE

TUBERIA 12"  $\phi$

LINEA DE ALIMENTACION  
DESDE EL MAR

Terraza

Balcon

AL ESTANQUE  
DEL GOLFO

TUBERIA 12"  $\phi$

BOMBAS Y MULTIPLE  
PARA RECIRCULACION  
FILTROS

TUBERIA 6"  $\phi$

TUBERIA 4"  $\phi$

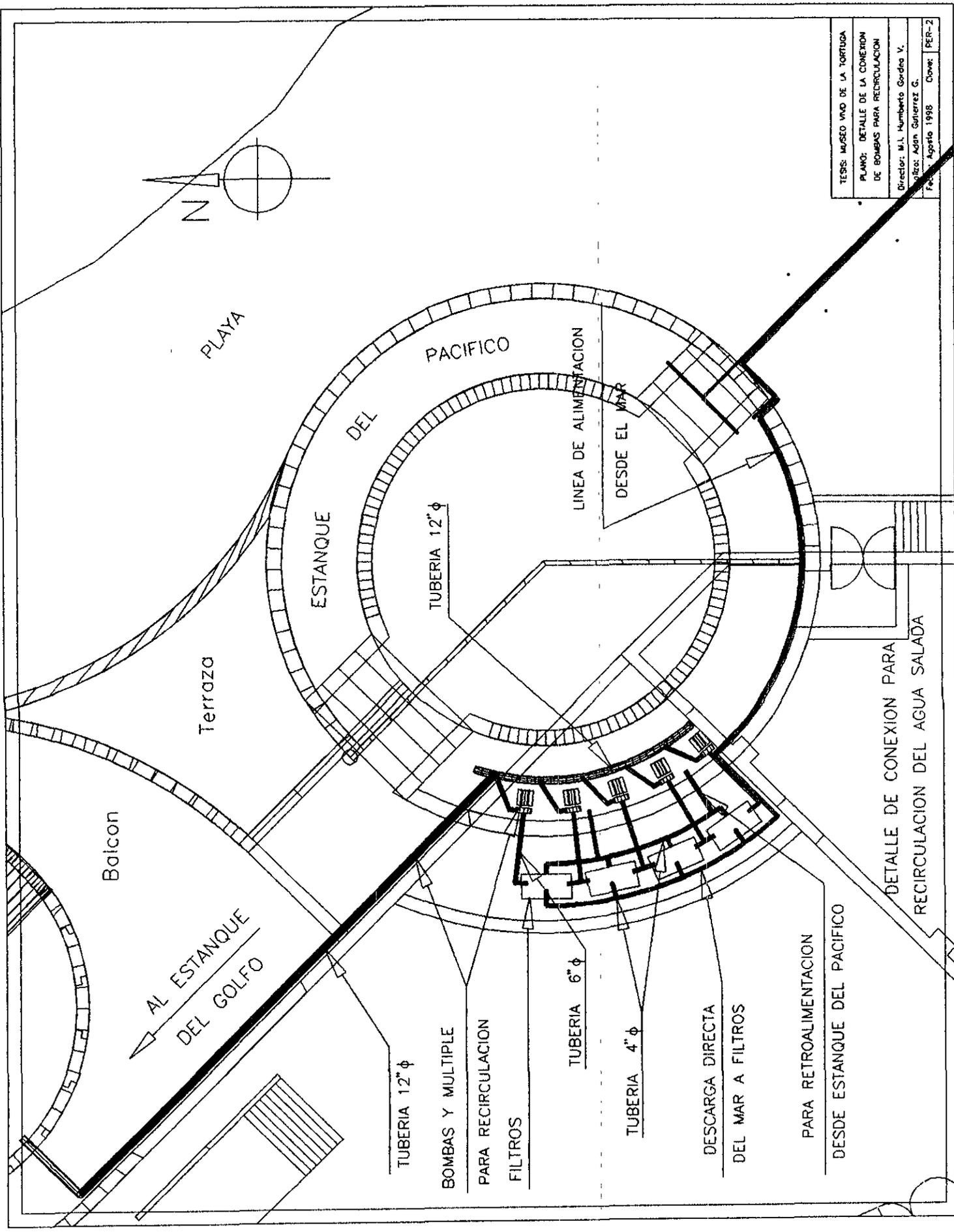
DESCARGA DIRECTA  
DEL MAR A FILTROS

PARA RETROALIMENTACION

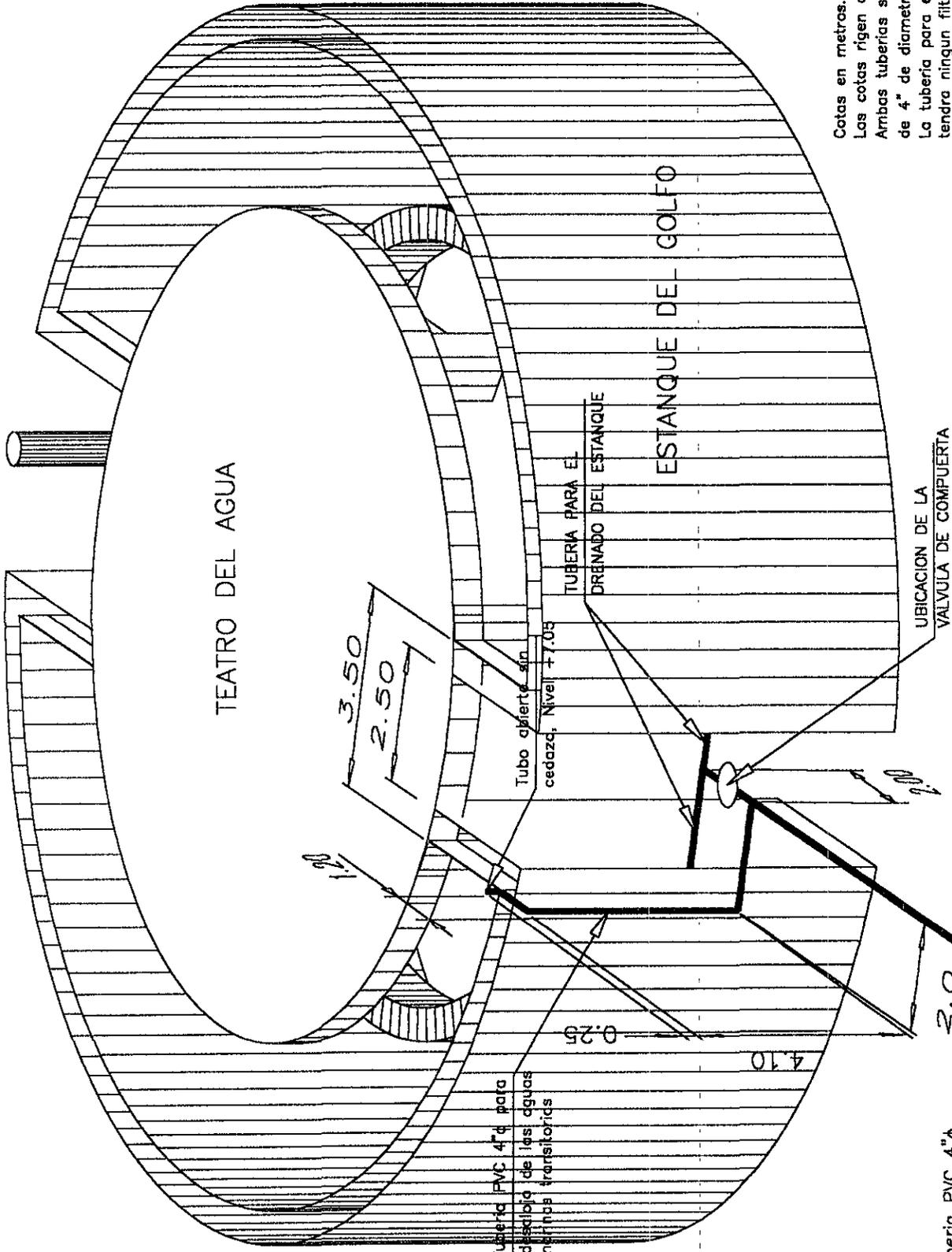
DESDE ESTANQUE DEL PACIFICO

DETALLE DE CONEXION PARA

RECIRCULACION DEL AGUA SALADA







TEATRO DEL AGUA

ESTANQUE DEL GOLFO

Tubería PVC 4"  $\phi$  para el desalobio de las aguas marinas transitorias

Tubo abierto sin cedazo, Nivel +7.05

TUBERIA PARA EL DRENADO DEL ESTANQUE

UBICACION DE LA VALVULA DE COMPUERTA

Tubería PVC 4"  $\phi$  para el drenado del estanque

Cotas en metros.  
 Las cotas rigen al dibujo.  
 Ambas tuberías son de PVC de 4" de diametro.  
 La tubería para el desalobio, no tendra ningun filtro o cedazo

DETALLE ISOMETRICO DE LA UNION DE LAS TUBERIAS PARA EL DESALOBIO DE LAS AGUAS MARINAS TRANSITORIAS Y EL DRENADO DEL ESTANQUE

TESIS: MUSEO VIVO DE LA TORTUGA
PLANO: DETALLE ISOMETRICO DE LA CONEXION DEL DESALOBIO CON DESCARGA
Director: M.J. Humberto Garcia V.
Realizador: Adán Gutiérrez C.
Fecha: Agosto 1988
Código: P00-2

## CONCLUSIONES

Tradicionalmente los museos han sido sitios inertes, sin vida ni movimiento; y su incorporación a la sociedad no es sencilla.

Este proyecto se incorporaría a la sociedad de varias formas:  
Como museo para los turistas y naturalistas.  
Como acuario para los visitantes y curiosos.  
Como centro de investigación para los biólogos.  
Como un gran avance para los ecologistas.  
Y como un gran legado para la humanidad.

Por la situación en que se encuentra la tortuga marina, está por demás decir que es un medio factible a través del cual podrá protegerse la especie y obtenerse el conocimiento para perpetuarla.

El proyecto se considera viable ya que la actividad económica en la zona debida al turismo es relativamente constante durante todo el año y se mantiene en aumento. El nivel económico y la preferencia turística son los más altos del estado. Además las costas del estado de Oaxaca son centro natural para el desove de las tortugas marinas.

Se pretende que los ingresos del Museo sean tanto de origen gubernamental como de captación propia y eventualmente contribuciones por particulares o instituciones internacionales, por lo que con este tipo de financiamiento se espera establecer y cumplir un programa sólido y sistemático de investigaciones y personal para no depender de caprichos electorales, partidistas o realizar proyectos independientes y aislados cada sexenio como ha sucedido en el Centro Mexicano de la Tortuga.

Es importante concientizar a la población de la importancia de la vida y el respeto que merece. Que la vida es hermosa en cada una de sus formas e importante para lograr el equilibrio natural entre las especies que comparten un espacio y tiempo.

Aunque ya se han logrado avances en esta materia, resulta sustancial cualquier aportación que pueda realizarse por la conservación y respeto de las especies.

Las acciones que se tomen ahora serán determinantes para el futuro del planeta y las formas de vida que sobrevivan, se extingan o se desarrollen.

El ser humano se considera la única criatura inteligente del universo y en nuestro planeta es el único ser que ha demostrado una voracidad insaciable, violencia innecesaria y un gusto por destruir todo lo que le rodea. ¿Les parece algo inteligente?

La localización del proyecto lo ubica detrás de la zona de generación de huracanes, lo que permite la creación de estructuras y claros amplios en el diseño por viento.

Para el diseño por sismo, de acuerdo con estudios se ha determinado que el análisis hidrodinámico en estanques superficiales debe considerarse cuando sus dimensiones superan los 30 m por lado; y al no contar los estanques con un "bordo libre" que permita elevar el nivel del agua contenida dentro de los mismos durante un temblor, los esfuerzos producidos por la sobrepresión no se presentarán.

El dimensionamiento de los estanques se considera suficiente y adecuado para mantener en buenas condiciones una población considerable de diversas especies marinas, con lo que se pretende constituir un hábitat prácticamente natural.

El aprovechamiento de la cercanía de la playa para la extracción del agua marina, es fundamental ya que representa un ahorro considerable en varios aspectos: El costo por fabricar agua salada es de \$5,000.00 pesos por cada metro cúbico; el agua debe mantenerse limpia, oxigenada y en circulación mediante filtros, bombeo y aereadores; todo este equipo cuesta, ocupa un espacio y requiere mantenimiento, además de los costos de operación. Dichos gastos se reducen considerablemente al tomar agua salada y oxigenada del mar.

Para la extracción del agua de mar, la alternativa recomendada parece la más económica, con ventajas operativas, constructivas y de aspecto visual.

El diseño hidráulico consideró los tres aspectos básicos para la selección del equipo de bombeo y el sistema integral:

- El diseño arquitectónico
- Los requerimientos biológicos del sistema
- Y los costos de construcción, operación y tiempo de vida

Al haber considerado para el diseño hidráulico los aspectos anteriores, se cumplió con los objetivos de la tesis. Se diseñó el sistema hidráulico; el PVC propuesto para la tubería reduce la adherencia de sales minerales evitando con ello taponamientos y es resistente a la corrosión. Por esto, el tiempo de vida de las instalaciones es mayor y su utilidad aumenta.

Los requerimientos biológicos y arquitectónicos fueron cubiertos y se diseñó un sistema que permite variar las condiciones de servicio, logrando con esto un nivel óptimo en el consumo de energía, cubrir de forma constante las necesidades de intercambio de agua fresca y suministrar el caudal suficiente para el correcto funcionamiento de las cascadas.

El sistema de rebombeo para los estanques ahorra costos por mantenimiento a los filtros, pues al tomar agua ya filtrada de los mismos estanques, reduce al mínimo la cantidad de sólidos en suspensión o arrastrados por el agua que deterioran las mallas para el filtrado.

Los sistemas de extracción y recirculación, son susceptibles de adaptaciones o cambios, por restricciones del sitio o mejoras de los equipos existentes, pero deben considerarse primero las razones por las cuales ciertas alternativas ya fueron descartadas.

La existencia de equipos plásticos en materia de bombas construidos por Aquatic Eco Systems, debe verificarse antes de la posible ejecución del proyecto, ya que de ofrecer equipos con mayor capacidad de bombeo, sería conveniente comparar nuevamente las ventajas y desventajas, operativas y económicas de sus equipos con los adoptados en este trabajo.

El sistema de desalojo de aguas marinas transitorias opera como una obra de seguridad que permite mantener el control del volumen almacenado en todo momento. Al permitir desalojar hasta el doble del caudal proporcionado por un equipo de extracción, se garantiza que aún bajo condiciones especiales como pudieran ser obstrucciones de la toma, tormentas o fallas en el control para la extracción de agua marina, en poco tiempo se recupera el control del volumen almacenado en los estanques.

El drenado de los estanques debe realizarse por razones de mantenimiento, limpieza mayor de los mismos, o la extracción de grandes sedimentos en el fondo; el drenado parcial permite el

## **BIBLIOGRAFÍA**

Tahuilan G.T.  
Museo Vivo de la Tortuga

Cruz, R.G.  
Anteproyecto: Programa Nacional de Protección y Conservación de las Tortugas Marinas en Playa Chacahua, Oaxaca. Temporada 1998-1999  
Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP  
México 1998

Anuario Estadístico del Estado de Oaxaca  
Edición 1996  
INEGI, Gobierno del Estado

Vizcarraga G., Ruiz R., Mendoza M., De la Paz J.  
Aprendamos Geografía  
Editorial Ultra S.A.  
México 1992

Gardea, H.  
Aprovechamientos Hidroeléctricos y de Bombeo  
Editorial Trillas, UNAM, Facultad de Ingeniería  
México 1992

Compton's Interactive Encyclopedia  
CD  
Compton's New Media  
1995

Cruz, R.G. y Tehualos, T. E.  
Determinación de la Fecundidad del Huevo Rosa de la Tortuga Laúd (Dermochelys Coriacea) a Nivel Laboratorio Durante la Temporada de Anidación 1998.  
Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP  
México 1998

Enciclopedia Práctica Planeta  
Vol. 7  
Editorial Planeta  
México 1993

Sotelo, G.  
Hidráulica General  
Editorial Limusa  
México 1991

Huracanes  
Ingeniería Civil, No. 301  
Mayo de 1994

Cruz, R.G. y Martínez, A. A.  
Informe Final: Programa Nacional de Protección y Conservación de las Tortugas Marinas en Playa Chacahua, Oaxaca. Temporada 1997-1998.  
Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP  
México 1998

Manual AHMSA para construcción con Acero  
Altos Hornos de México

Manual de Diseño Estructural de Recipientes  
Comisión Nacional del Agua (CNA)  
Noviembre 1996.

Manual para Constructores  
Fundidora Monterrey, S.A.

Ballesteros, R.  
Mercados Turísticos de Oaxaca  
El Planeta Platica  
Mayo de 1996

Carbajal, R.  
Obras Hidráulicas, Ayudas de Diseño – Vertedores Cimacio  
Facultad de Ingeniería, UNAM  
Noviembre de 1994

Beinart, P.  
Por Amor a las Tortugas  
Periódico Reforma  
23 de Abril de 1998, Vol. 1, No. 5

Santa María Huatulco, Estado de Oaxaca, Cuaderno Estadístico Municipal

INEGI

México 1993

Olivarrieta, L.

Tortugas Marinas

Geomundo, No. 11

XX Aniversario, México

Noviembre de 1997

Ing. Alarcón, B.

Asesorías y Proyectos de Ingeniería

Departamento de Estructuras

Asesoría

Dr. Merschant, H.

Instituto de Investigaciones biomédicas

Departamento de biología celular, UNAM

Asesoría