

870115

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA 4**



**"DISEÑO Y CALCULO HIDRAULICO DEL EMISOR SUBMARINO EN BARRA DE NAVIDAD, JALISCO".**

**TESIS PROFESIONAL**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO CIVIL  
P R E S E N T A  
FRANCISCO VALDEZ FOX  
GUADALAJARA, JAL.,

**2002**

**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.



7 de Febrero de 1985.

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
"50 años de Calidad Educativa"

Al Pasante de  
Ingeniero Civil  
Francisco Valdez Fox  
P r e s e n t e.

En contestación a su solicitud de fecha 24 de Enero del presente año, me es grato informarle que la Comisión de Tesis que me honro en presidir, aprobó como tema que usted deberá desarrollar para su examen de Ingeniero Civil, el que a continuación transcribo:

"DISEÑO Y CALCULO HIDRAULICO DEL EMISOR SUBMARINO EN BARRA DE NAVIDAD JALISCO"

- I.- INTRODUCCION
- II.- GENERALIDADES DEL EMISOR
- III.- ESTUDIO DE CORRIENTES
- IV.- ESTUDIOS PRELIMINARES PARA EL DISEÑO DEL EMISOR-DIFUSOR
- V.- DISEÑO DEL SISTEMA EMISOR-DIFUSOR
- VI.- CONCLUSIONES

Ruego a usted tomar nota que la copia fotografiada del presente oficio deberá ser incluida en los preliminares de todo ejemplar de su tesis.

Atentamente  
"CIENCIA Y LIBERTAD"



Ing. Carlos Trujillo del Río  
Director  
Escuela de Ingeniería Civil

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**DISEÑO Y CALCULO HIDRAULICO DEL EMISOR  
SUBMARINO EN BARRA DE NAVIDAD, JALISCO.**

I.-	INTRODUCCION.	1
	1.1.- Antecedentes.	1
	1.2.- Objetivo.	8
II.-	GENERALIDADES DEL EMISOR.	9
	2.1.- Localización del emisor.	9
	2.2.- Batimetría general de la Bahía.	9
	2.3.- Selección del sitio.	14
	2.4.- Longitud del emisor.	14
	2.5.- Descarga por gravedad.	15
III.-	ESTUDIO DE CORRIENTES.	16
	3.1.- Introducción.	16
	3.2.- Métodos y dispositivos para la - obtención de las características de las corrientes.	16
	3.3.- Localización del punto de descar ga del emisor.	18
	3.4.- Análisis del curso de las corrien tes superficiales y de fondo.	21
	3.5.- Conclusiones.	21
IV.-	ESTUDIOS PRELIMINARES PARA EL DISEÑO -- DEL EMISOR DIFUSOR.	23
	4.1.- Datos censales.	23
	4.2.- Población futura.	25
	4.3.- Gasto de diseño.	25
	4.4.- Carga de densidad.	26
	4.5.- Pérdidas por fricción.	26
	4.6.- Pérdidas en el difusor.	27

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

V.-	DISEÑO DEL SISTEMA EMISOR-DIFUSOR.	28
5.1.-	Diseño del Emisor-Difusor.	28
5.2.-	Diseño hidráulico.	29
5.3.-	Orientación del difusor.	56
5.4.-	Dimensionamiento y detalles de la tubería.	56
5.5.-	Explicación somera de proceso constructivo.	60
VI.-	CONCLUSIONES.	66
	BIBLIOGRAFIA.	68

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## I.- INTRODUCCION

### 1.1.- Antecedentes.

El poblado de Barra de Navidad limita con la Bahía de Navidad y una extensión de terreno plano sin urbanizar (entre el entronque y el entronque a la carretera federal). La traza urbana es irregular en la zona antigua (próxima a la barra), pero en el fraccionamiento -- Pueblo Nuevo la geometría de las manzanas es rectangular. Como plaza, existe un explanada con escaso mantenimiento, en la que al centro se localiza un kiosco y un monumento alusivo a la expedición de las Filipinas.

Próximo a la barra, por la calle continuación de la carretera de acceso a las calles contiguas, se han desarrollado establecimientos de hospedaje, restaurantes y comercio. En esa zona turística las edificaciones son de diversos tipos, y en el resto del poblado se utilizan en las construcciones materiales como ladrillo, teja, palapa o concreto. La tendencia de crecimiento es hacia el norte, por donde se localiza Pueblo Nuevo, de reciente urbanización.

Los pobladores que anteriormente residían en el fraccionamiento Pueblo Nuevo fueron reubicados a un terreno contiguo al norte, llamado ahora Barrio Nuevo.

El poblado de Barra de Navidad localizado en el litoral del Océano Pacífico, en el estado de Jalisco, en los meridianos  $104^{\circ} 39' 20''$  y  $104^{\circ} 31' 7''$  de longitud Este y los paralelos  $19^{\circ} 10' 50''$  y  $19^{\circ} 12' 15''$  de latitud Norte (plano 1).

Por lo que respecta al suministro de agua pota-

ble, la población de Barra de Navidad cuenta únicamente con una noria, el almacenamiento es en tanques elevados y no recibe tratamiento alguno al agua. Las tuberías se encuentran ya a la fecha en mal estado. La dotación de agua promedio al día en Barra de Navidad es de 6 horas, se requiere sin embargo una mayor dotación y la reparación de las redes de distribución.

Para el desalojo de las aguas residuales en esta población se emplean fosas sépticas o pozos negros, por lo que se ve la imperiosa necesidad de construir un sistema de desalojo de aguas residuales. Con lo que respecta a la red se dispone completa sólo en el Fraccionamiento Pueblo Nuevo, y en el Poblado de Barra de Navidad está incompleta en algunas partes y en mal estado en otras.

En el poblado se realiza la recolección de basura, aunque insuficientemente. Una vez recolectados los desechos sólidos, se acumulan a cielo abierto y sólo alguna parte se incinera. No se dispone de basureros públicos en las playas por lo que presenta un aspecto desagradable en las temporadas de mayor afluencia turística.

En el aspecto de vigilancia pública se cuenta sólo con 8 policías y tres automóviles que prestan servicios de vigilancia. Los problemas de alcoholismo demandan vigilancia que a veces no puede ser satisfecha con los actuales elementos.

En relación a las pendientes topográficas de la zona se tienen dos clasificaciones generales:

Las pendientes de menos del 15% que corresponden a la mayor parte de la franja costera y a las peque-

Las áreas agrícolas diseminadas en el área; y las pendientes de más de 15% que corresponden a las zonas forestales y selváticas, que constituyen la mayor parte del territorio siendo un área casi despoblada. Por lo tanto, se considerarán en términos generales pendientes menores al 15% en las áreas que englobe este estudio.

Por lo que corresponde a precipitación pluvial de la zona, se observó que es del orden de los 1250 mm. - Este dato, hace evidente la necesidad de fomentar la captación de agua de lluvias para uso doméstico y su reciclaje para riego y otros usos.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



### 1.1.1. ESTUDIOS SOCIO-ECONOMICOS.

La micro-región de Barra de Navidad está bajo la influencia de Cihuatlán, donde se dispone de un hospital regional, aunque cuando se requiere de hospitalización a los enfermos de la subregión de Cihuatlán, estos acuden a Manzanillo o a Guadalajara. La localidad cuenta con su Centro de Salud. Aunque sus instalaciones no están en buen estado, por lo que la gente prefiere irse a poblaciones circunvecinas.

Por lo que respecta a vivienda existen 380 casas en Barra de Navidad y 230 en Pueblo Nuevo, en general, se trata de viviendas propias. Existen algunas chozas de palapa auto construidas y casas de ladrillo y teja. Actualmente existe la tendencia a construir muros de ladrillo y techos de concreto o asbesto.

La mayoría de los habitantes de la región usan gas como combustible doméstico, repartidos en tanques por empresas de Cihuatlán, las que a veces presentan irregularidades en sus entregas. Muy pocas personas usan leña para cocinar.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

### 1.1.2. VIAS DE COMUNICACION.

La micro-región de Barra de Navidad está comunicada por la carretera federal con Cihuatlán (18 Km), - Manzanillo (60 Km), y Puerto Vallarta (215 Km); por la - carretera federal con Autlán (105 Km) y Guadalajara (298 Km). Jaluco en su posición intermedia, guarda una distancia de 2 Km. a San Patricio y 3 Km. a Barra de Navidad. - San Patricio localizado muy cerca del cruce de las carreteras, es sitio de parada de autobuses de pasajeros, con currido por habitantes de la micro-región y poblados aledaños, convirtiéndolo así, en la parada más importante - de la zona después de Cihuatlán. El transporte público - entre San Patricio, Jaluco y Barra de Navidad es de autobuses de pasajeros foráneos y urbanos y auto-taxis. Existe una pista de aterrizaje al poniente de la micro-región, la cual es particular.

Con lo que respecta al sistema de teléfonos, - en el poblado de Barra de Navidad existen 16 abonados y dos casetas de larga distancia, con servicio suficiente. No existen teléfonos públicos. En cuanto al servicio de correos y telégrafos, no existe entre de correo a domicilio y existe una oficina de telégrafos.

### 1.1.3. CLIMATOLOGIA.

La zona de Barra de Navidad se divide de acuerdo con la carta de climas de DETENAL, en cinco tipos de clima, los cuales quedan englobados casi totalmente en el grupo de climas cálidos-subhúmedos.

Para los intereses de este estudio se consideraran solo cuatro, ya que uno de ellos no afecta esta población.

Estos cuatro climas podrfa considerarse prácticamente como uno solo, pues todos son climas "A" cálidos húmedos; tienen un promedio anual de lluvia invernal de 5%; y una oscilación isotérmica de  $\pm 5^{\circ}$  C.

Las únicas variantes más perceptibles, y aún no con grandes diferencias, son la relación precipitación pluvial temperatura.

Por lo tanto, con lo respectivo al clima la zona puede considerarse como homogénea.

#### 1.1.4. INFRAESTRUCTURA.

##### PAVIMENTACION.

Barra de Navidad tiene la mayor parte de sus calles empedradas.

##### ELECTRICIDAD.

Barra de Navidad está abastecida mediante una línea de 69 K.V.; proveniente de la subestación de Cihuatlán, aunque en Barra de Navidad, solo la mitad de la población cuenta con este servicio.

##### ALUMBRADO.

El poblado cuenta con solo la mitad de luz mercurial y predomina el tipo de alumbrado público incandescente.

#### 1.1.5. RECREACION.

En Barra de Navidad se cuenta con una plaza pública que presenta condiciones físicas regulares. Existen canchas públicas de fútbol y basquet-bol, aunque en-

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

muy malas condiciones físicas. Las playas son usadas para recreación de los habitantes y turistas, pero no existen los servicios públicos básicos que demanda ese sector popular.

#### 1.1.6. EDUCACION.

Los estudiantes del nivel superior o preparatoria y los del nivel medio básico de secundaria tecnológica, acuden a Cihuatlán. Poca población del nivel medio-estudiantil acude a la secundaria General (administrada por particulares), que se encuentra en el poblado de San Patricio. En Barra de Navidad acuden 465 alumnos de primaria y existen insuficiencias de aulas y maestros. El Jardín de niños es suficiente de aulas y maestros en la actualidad en Barra de Navidad.

#### 1.1.7. COMERCIO.

Existen muchos puestos de víveres provisionales en las calles. En Barra de Navidad hay 12 establecimientos para hospedaje con 287 cuartos, existen 22 restaurantes y algunas tiendas que venden artículos de playa, como playeras y ropa.

#### 1.1.8. TENENCIA DE LA TIERRA.

En casi toda la región los terrenos son ejidales, a excepción del fraccionamiento Pueblo Nuevo, que es propiedad privada, existen criterios relativos a la tenencia de la tierra en la antigua área urbana de Barra de Navidad.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## 1.2 OBJETIVO.

El objetivo principal de este estudio, es el de diseñar en forma definitiva los distintos elementos que constituirán el sistema emisor-difusor, de acuerdo a las normas y criterios de mayor actualidad existentes a este respecto.

El emisor, es un ducto que sirve para conducir las aguas residuales de un centro urbano fuera de este sin recibir aportaciones de descarga domésticas o industriales, hasta un cuerpo receptor, el cual será el mar en nuestro caso.

Persiguiendo el objetivo descrito, se procederá a establecer la longitud y localización del sistema, tomando en cuenta factores de carácter tanto económico como funcional, según se explicará en el capítulo II.

A continuación se realizarán las pruebas de campo conducentes a establecer la caracterización de las aguas receptoras, como el perfil del lecho marino y el estudio de corrientes finalmente, se establecerán las bases para después hacer los diseños definitivos de los elementos del sistema emisor-difusor.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## II.- GENERALIDADES DEL EMISOR.

### 2.1. LOCALIZACION DEL EMISOR.

La determinación de la ubicación del sistema de emisión submarino y difusión dentro del área en estudio, se hizo tomando en cuenta los factores siguientes:

- a) Batimetría general de la bahía.
- b) Localización de las facilidades de tratamiento.
- c) Posibilidades de descarga del emisor.

### 2.2. BATIMETRIA GENERAL DE LA BAHIA.

Con objeto de establecer el o los posibles sitios factibles para la localización del emisor-difusor, se recurrió a analizar las características topográficas del lecho marino, en la zona de estudio mediante datos proporcionados por el Instituto de Oceanografía de Manzanillo, Colima.

El análisis de esta información, destacó el hecho que en dirección perpendicular a lo largo de toda la playa en la zona de estudio se presentan, sin excepción, pendientes extremadamente pronunciadas en el lecho marino, de tal manera que que la isobata correspondiente a -55 metros se localiza entre los 270 y 280 metros de distancia, medido perpendicular a la playa y a partir de la isobata cero.

Levantamientos batimétricos son aquellos que se llevan a cabo mediante sondeos, a fin de obtener la configuración del fondo del mar, lagos, ríos o embalses.

Cuando se necesitan levantamientos topográficos de los terrenos adyacentes a las áreas cubiertas por el agua, conviene planearlos conjuntamente con los levantamientos batimétricos.

En la actualidad, la fotogrametría y los modernos equipos de sondeo por eco, llamados ecosonda, permiten que los levantamientos batimétricos se lleven a cabo con mayor precisión y rapidez. La localización de la lancha en la cual está instalado el ecosonda se logra mediante triangulación utilizando dos tránsitos; o bien con equipos de posicionamiento como puede ser el trípender.

Las ecosondas determinan el intervalo de tiempo con que las ondas sonoras viajan con velocidades conocidas, desde un determinado punto en la superficie del agua a través el medio acuático; es decir, lo que se hace es medir el tiempo que transcurre, entre el instante que se emite un sonido y aquel en que se recibe su eco, y como es conocida la velocidad de la onda, el aparato indica directamente la distancia que recorre dicho sonido.

El equipo batimétrico puede consistir en un mecanismo de registro gráfico, un transmisor de señales sonoras y su amplificador de eco, así como una unidad sumergible llamada pescado, que consiste en dos sensores (un transmisor y un receptor); todo este equipo es electrónico y funciona generalmente con 12 voltios de corriente continua.

Para la interpretación del registro o gráfica, es necesario considerar que un fondo rocoso refleja un eco más fuerte, y que los fondos compactos registran gráficas de traza bastante delgada y definida, mientras que

en fondos lodosos esta gráfica es variante y poco definida, por tal motivo en este caso se interpretará la línea superior de la gráfica como el límite.

Cuando existen ecos múltiples por haber poca profundidad y fondo rocoso, es recomendable reducir la sensibilidad del equipo; además, puede haber confusión en el eco, cuando existan en el agua burbujas de aire producidas por la estela que deja la embarcación.

Para situar la lancha en que se realizan los sondeos, es necesario resolver el triángulo formado -- cuando menos por dos puntos de coordenadas conocidas en tierra, y el punto ocupado por la lancha. Esto puede hacerse con dos tránsitos midiendo desde tierra los ángulos que se forman al intersectar la lancha, o midiendo las distancias de los puntos desde la estación en tierra a la embarcación. En el primer caso, la distancia entre las dos estaciones donde se colocan los tránsitos debe ser conocida. En el segundo se utiliza un equipo electrónico de medición de la distancia, el cual sitúa la lancha midiendo simultáneamente el ángulo o una línea base de referencia y la distancia entre él y la lancha.

En el instante en que se determina la situación de la embarcación, se toma el dato de profundidad; con ello se obtendrá un punto que servirá para la configuración del relieve subacuático. La coordinación entre los operadores de los tránsitos y de ecosonda, se logra por medio de radios portátiles.

El levantamiento batimétrico en la bahía de Barra de Navidad se efectuó mediante un sistema de sondeos utilizando una ecosonda de registro continuo montada en una embarcación. Para ello primeramente se trazó un eje de apoyo aproximadamente al centro de la bahía, con el -



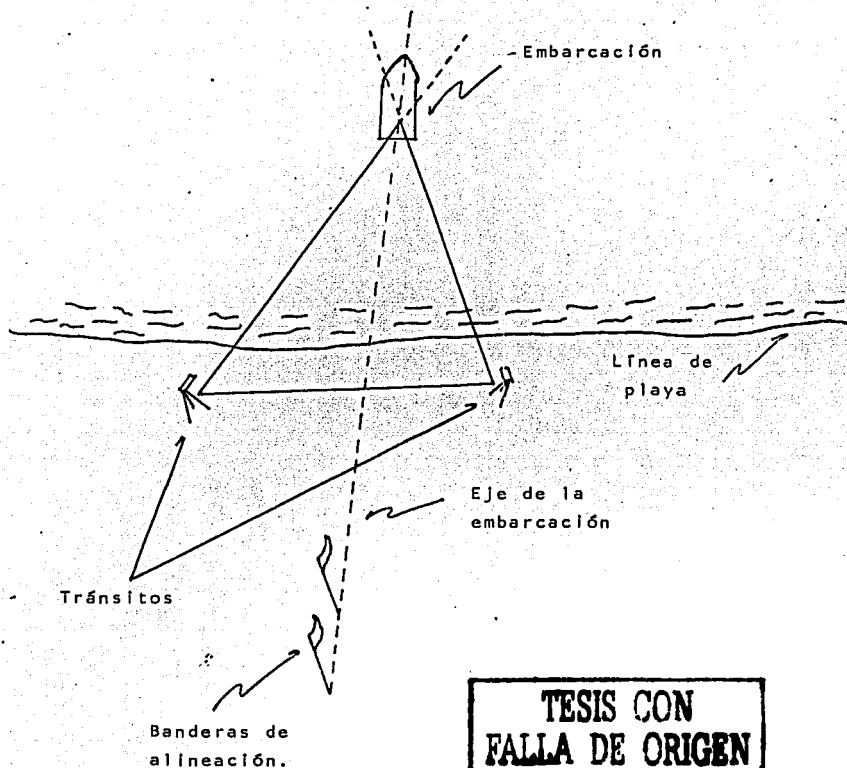
fin de alinear los recorridos de la embarcación; se efectuaron varios recorridos de sondeo, en una franja más o menos ancha para poder generalizar bien la bahía.

La ecosonda fue registrando las profundidades cada medio minuto y a distancia variable. Las líneas de sondeo se llevaron hasta profundidades del orden de 60 metros y la localización de cada profundidad, se hizo -- con la intercepción de dos visuales tomadas con tránsito colocados en vértice de una triangulación previamente -- realizada (ver fig. 1).

En la tabla siguiente vemos los registros obtenidos de tres recorridos que hizo la embarcación para obtener dicha batimetría, la cual se señala gráficamente -- en el plano 2.

PRIMER RECORRIDO		SEGUNDO RECORRIDO		TERCER RECORRIDO	
Prof. Y(m)	Dist. X(m)	Prof. Y(m)	Dist. X(m)	Prof. Y(m)	Dist. X(m)
5	24	5	23	5	18
10	43	10	62	10	35
15	63	15	76	15	52
20	87	20	88	20	63
25	113	25	126	25	122
30	142	30	143	30	158
35	159	35	171	35	193
40	182	40	203	40	217
45	210	45	231	45	262
50	235	50	260	50	288
55	260	55	273	55	312
60	285	60	295	60	335

FIGURA No. 1



### 2.3. SELECCION DEL SITIO.

Del análisis de las características físicas -- descritas en los incisos anteriores, se determinaron las siguientes conclusiones:

Dada la batimetría de la zona en estudio, la localización del sistema emisor-difusor, puede hacerse -- prácticamente en cualquier punto, dada la homogeneidad -- de la topografía del lecho marino en dicha zona.

La ubicación de la planta de tratamiento, así como la posibilidad de descargar por gravedad, limitan -- la zona de localización del sistema emisor-difusor prácticamente a una sola posibilidad, pues el punto de recolección de las aguas se encuentra algo alejado de donde -- posiblemente se encuentre dicha planta, por lo cual se -- tendrán que bombear estas aguas al sitio escogido (plano 3).

Hechas las consideraciones anteriores, y tomando en cuenta los accidentes del terreno en el área seleccionada, se determinó la localización del sistema, misma que se encuentra mostrado en el plano 3.

### 2.4. LONGITUD DEL EMISOR.

Aunque resulta deseable contar con emisores de gran longitud, con el objeto de garantizar el cumplimiento de las especificaciones relativas a la calidad del -- agua en las zonas de playa, aún sin el empleo de elementos químicos como cloro, no es posible, en cualquier situación el hacer uso de este factor, por lo que a continuación se nombrarán.

En circunstancias en donde el perfil del lecho

marino presenta pendientes extremadamente pronunciadas, como lo es el caso que nos ocupa, a partir de cierta profundidad alcanzada resulta antieconómico y extremadamente difícil al realizar las operaciones de colocación, --Junteo y prueba de la tubería que constituye el emisor --submarino.

La conclusión a la que se llegó, fue que el --elemento de difusión debería localizarse entre los isobatas correspondientes a los 50 y 60 metros, para poderse considerar todavía dentro del marco de factibilidad técnica y económica perseguido, esta conclusión fue en base a los estudios de batimetría y de corrientes, los cuales se tratarán en los próximos capítulos.

Por otro lado, los datos batimétricos obtenidos a lo largo del eje propuesto para el emisor, indicaron una pendiente de aproximadamente 10 grados entre la playa y la isobata 55, y teniendo el emisor-difusor una longitud de 305 metros con una orientación de 267° referida al Norte Astronómico.

## 2.5. DESCARGA POR GRAVEDAD.

En vista de la elevación media del terreno seleccionado para la planta de tratamiento, se vió como alternativa factible el descargar por gravedad las aguas tratadas al sistema de difusión, teniéndose como única restricción las pérdidas de carga hidráulica generadas por la localización del sistema emisor-difusor.

## III.- ESTUDIO DE CORRIENTES.

## 3.1. INTRODUCCION.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

El estudio de corrientes se llevó a cabo en el punto de descarga de la planta de tratamiento, localizado frente a las playas en donde empieza a formarse la barra.

El estudio fue de vital importancia, porque se requería del conocimiento del comportamiento general, -- así como de algunas características de las corrientes -- que servirían de base, para la toma de decisión de la -- instalación del emisor submarino en el sitio de localización que se propuso inicialmente.

El objetivo del presente estudio fue básicamente conocer el tipo de corrientes dominantes, definido -- por características tales como su frecuencia, dirección y velocidad para que a partir de ellas se pudieran inferir los datos que servirían para el sistema del emisor-- difusor.

## 3.2. METODOS Y DISPOSITIVOS PARA LA OBTENCION DE LAS CARACTERISTICAS DE LAS CORRIENTES.

Existen varios métodos y dispositivos para la medición de estas corrientes como son las siguientes:

Flotadores y Crucetas.-

Dentro de los métodos para medir una corriente los flotadores constituyen la forma más sencilla de obtenerla. La medición se realiza siguiendo la trayectoria de los flotadores u objetos arrastrados por la corriente.

El uso de los flotadores es conveniente y económico, pero no recomendable, cuando la velocidad es pequeña o hay mucho viento; cuando no lo hay y el oleaje es de pequeña altura, los resultados llegan a ser muy -- confiables.

A diferencia de los flotadores, que solo sirven para estimar la corriente superficial, las crucetas y los objetos lastrados permiten conocer la corriente a cualquier profundidad.

Después de lanzar el objeto, se observa su posición y se sigue su trayectoria con dos tránsitos localizados en la playa. Al ubicar los puntos de un plano y anotar en cada uno el tiempo de observación, se conoce tanto la trayectoria del flotador, como la velocidad de la corriente entre puntos.

#### Medidores de corrientes convencionales.-

Existen una gran variedad de ellos, clasificándose en dos: los que operan bajo la presión de la corriente como es, por ejemplo, el tubo Pitot, la placa de presión o esfera y los que tienen una propela o hélice y -- que, generalmente se denominan como molinetes.

#### Medidores de corriente automáticos.-

Los transductores o correntógrafos para medir flujos son de cuatro tipos: de resistencia, de arrastre o empuje, de propela y acústico.

a) Los correntógrafos de resistencia son sensores que están sujetos a una estructura fija, a los cuales las fuerzas que el flujo produce debido a su velocidad, desplazan o deforman.

b) Los correntógrafos de arrastre o empuje hacen girar dos o cuatro semicilindros de eje vertical (Savonius).

c) Los de propela son aquellos en que esta gira alrededor de un eje horizontal.

d) Los acústicos miden las diferencias de velocidad del sonido emitida en direcciones opuestas.

La velocidad de una corriente en el mar, puede llegar a valer más de 3 m/seg.

En el estudio de las corrientes marinas conviene efectuar mediciones simultáneas y en diferentes posiciones. Un impedimento para lograr mediciones de corrientes con éxito es el costo, pues resulta demasiado costoso el disponer de cuatro a más correntógrafos en operación simultánea, una de las causas que provoca mayor error de la medición de las corrientes es la oscilación del cable del que a veces se suspende el correntógrafo. Por ello, conviene apoyar estos equipos sobre una estructura más rígida, como puede ser la parte superior de un tubo hincado en el fondo.

### 3.3. LOCALIZACION DEL PUNTO DE DESCARGA DEL EMISOR.

De acuerdo a la parte que integra el emisor -- que es la porción submarina, que comprende de la línea de costa hasta una distancia de 270 m. perpendicular a ésta, con una dirección de  $267^\circ$  con respecto al norte astronómico; el cual contiene el difusor con una longitud de 86.9 m.

La localización del punto de descarga, tuvo co

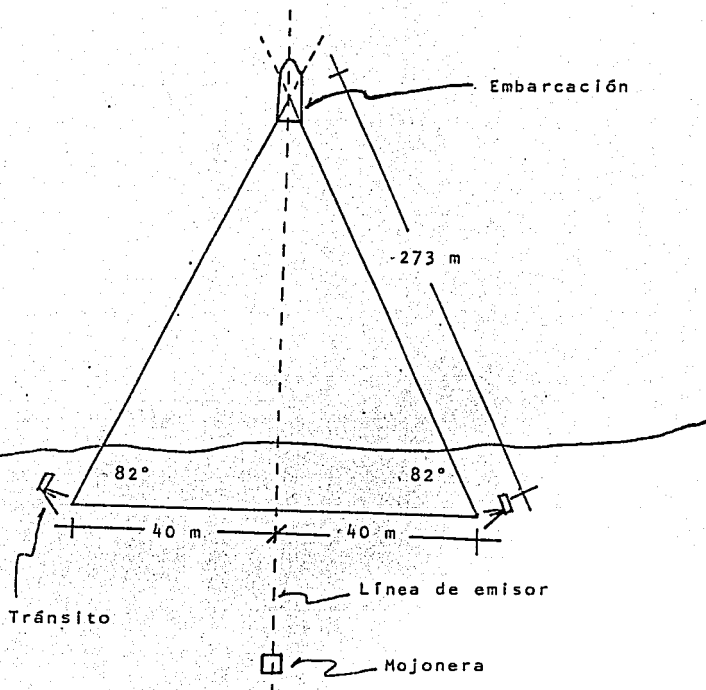
mo base la poligonal obtenida en la porción terrestre de acuerdo al levantamiento topográfico respectivo, dejando situado el punto de contacto entre la porción terrestre y la parte submarina, en la línea de costa, dejando una mojonera en el sitio.

Una vez hecho lo anterior se procedió a situar la descarga, mediante la intersección de las líneas visuales de dos tránsitos, colocados en la playa y donde la profundidad fuera de 55 m. hasta el lecho marino; esta se localizó por medio de una plomada lanzada desde una lancha (fig.2). Finalmente fue anclada la lancha en el punto determinado, con todo el equipo necesario para realizar la prueba, que consistió en hacer las mediciones correspondientes de las corrientes.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



FIGURA No. 2



**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

### 3.4. ANALISIS DE LAS CORRIENTES SUPERFICIALES Y DE FONDO.

En el análisis de medición, se efectuó un período de medición de corrientes, que fue en el punto de descarga del emisor.

En el levantamiento de información sobre corrientes se empleó un correntógrafo marca InterOcean, tipo Savontus y brújula, con intervalos de lectura de cada 2 segundos de registro gráfico.

Digitizando valores cada media hora de la gráfica del correntógrafo, estos valores se presentaron como una distribución de frecuencia de dirección, los cuales dieron los siguientes resultados: en la estación en estudio existió una predominancia con dirección Oeste -- (270°) y Noroeste (310°) con una rapidez de 17 cm/seg. - Asumiendo que existe una relación entre la corriente en este lugar y la marea, se pudo observar que con marea baja la corriente es de dirección Noroeste y al subir la marea, hay cambio de dirección hacia el Suroeste (Ver -- plano 4).

Por lo que respecta a las corrientes superficiales, se notó la gran influencia de los vientos dominantes los cuales no afectan a nuestro estudio, pues las aguas residuales al llegar a la superficie se encuentran ya diluidas.

### 3.5. CONCLUSIONES.

De las corrientes de fondo o submarinas, se observó que están influenciadas principalmente por las corrientes de convección y por las corrientes a gran esca-

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

la o mayores, las cuales tienden a alejarse de la costa y salir de la bahía, y de las corrientes superficiales - como ya se dijo, no presentan ningún problema, por lo -- tanto el estudio de estas corrientes resulta favorable - para nuestro sistema.

IV.- ESTUDIOS PRELIMINARES PARA EL DISEÑO  
DEL EMISOR DIFUSOR.

4.1. DATOS CENSALES.

Los asentamientos humanos están resumidos en -  
la siguiente tabla de uso del suelo.

No. de lotes	Uso
450	Casas unifamiliares.
3	Edificios de apartamentos.
2	Bungalows.
7	Hoteles.
5	Talleres, bodegas, fábrica de -- hielo.
2	Escuelas.
4	Disco bar.
1	Banco
1	Iglesia
24	Restaurantes.
41	Comercios
47	Lotes baldíos.
<hr/>	
SUMA 587	

Población actual.-

Se consideraron las siguientes:

Casas unifamiliares	6 Hab/casa
Apartamentos	5 Hab/apart.
Bungalows	5 Hab/casa
Hoteles	2 Hab/cuarto

## a) Población fija

450 casas X 6	= 2700 hab.
3 edificios de apart.	= 23 Deptos. x 5 =
	= 115 hab.
	<u>Suma = 2815 hab.</u>

## b) Población flotante (saturado habitacionalmente).

## - Bungalows "Las Palmeras"

(16 construidos y 12 en proyecto = 28

28 x 5	= 140 hab.
- Bungalows "Karelia"	
10 x 5	= 50 hab.
- Hotel "Barra de Navidad"	
60 ctos. x 2	= 120 hab.
- Hotel "San Lorenzo"	
24 ctos. x 2	= 48 hab.
- Hotel "Jalisco"	
13 ctos. x 2	= 26 hab.
- Hotel "Tropical"	
52 ctos. x 2	= 104 hab.
- Hotel "Delfín"	
18 ctos. x 2	= 36 hab.
- Hotel "Sandis"	
38 ctos. x 2	= 76 hab.
- Hotel "Kukulcan"	
10 ctos. x 2	= <u>20 hab.</u>
Suma	= 620 hab.

## c) Resumen de población actual.

Población fija	2815 hab.
Población flotante	<u>620 hab.</u>
Suma =	3435 hab.

## 4.2. POBLACION FUTURA.

Los límites de crecimiento de Barra de Navidad están perfectamente confinados por la bahía y el fraccionamiento Pueblo Nuevo, de tal forma, que su desarrollo ocupacional estará supeditado a la construcción de los 47 lotes baldío en los próximos 15 años.

- a) Casas habitación.
- b) Apartamentos
- c) Bungalows
- d) Hoteles
- e) Restaurantes, comercio, bares, etc.

## Resumen de población próxima definitiva.-

Población	Actual	Incremento	Total hab.
Fija	2815	682	3497
Flotante hospedada	620	2850	3470
Flotante sin hospedar	-	1033	1033
SUMAS (Hab).	3435	4565	8000 hab.

## 4.3. GASTO DE DISEÑO.

El gasto que se tomará en cuenta como base de diseño del emisor-difusor, va a ser del poblado de Barra de Navidad y el fraccionamiento Pueblo Nuevo, que se encuentra ya en funcionamiento su sistema de colección de aguas negras se comunicará al de Barra de Navidad.

## GASTOS

	BARRA DE NAVIDAD	PUEBLO NUEVO
Mínimo	0.018 M <sup>3</sup> /seg.	0.014 M <sup>3</sup> /seg.
Medio	0.056 "	0.044 "
Máx. Ext.	0.084 "	0.067 "

En conclusión, se tomará la suma de los dos -- gastos máximos extraordinarios dando como resultado -- 0.151 M<sup>3</sup>/seg. el cual será nuestro gasto de diseño,

## 4.4. CARGA DE DENSIDAD.

El origen de esta carga hidráulica a vencer -- por el sistema se debe a la diferencia de densidades, entre las aguas residuales descargadas y el medio oceánico que constituye a las aguas receptores, y se puede expresar de la siguiente manera:

$$H_d = \frac{A_s}{s} Y$$

EN DONDE:

$\frac{A_s}{s}$  = Diferencial de densidad entre los dos medios líquidos.

Y = Profundidad de la descarga.

En el próximo capítulo se verá numéricamente -- esta relación.

## 4.5. PERDIDAS POR FRICCIÓN.

Para este tipo de pérdidas para su elevación, -- se empleará la conocida ecuación de Darcy-Weisbach.

$$H_f = \frac{V^2}{2g} \frac{FL}{D}$$

En donde:

V = velocidad en el emisor

F = Coeficiente de fricción de la tubería.

L = Longitud del emisor

D = Diámetro del emisor.

#### 4.6. PERDIDAS EN EL DIFUSOR.

Diversos estudios han demostrado, que si se vierte en el océano un efluente de aguas residuales a través de una sola descarga o en "masa", su dispersión o dilución será más lenta que si el mismo volumen es descargado a través de un dispositivo, consistente en un gran número de orificios o perforaciones practicados en una tubería de desagüe submarino con el extremo terminal cerrado, llamado difusor.

El difusor tiene la función de incorporar al cuerpo receptor, en este caso el mar, el agua residual proveniente del efluente de un tratamiento preliminar primario y así complementar su purificación mediante la dispersión y dilución en las aguas marinas, a fin de dar protección segura a la calidad del agua de ese cuerpo receptor.

En el difusor también se usará la fórmula anterior, aumentándosele un  $H_{fn}$ , que es pérdida de carga debido a la fricción entre las salidas de los orificios, n y n+1.



# TESIS CON FALLA DE ORIGEN

28

## V.- DISEÑO DEL SISTEMA EMISOR-DIFUSOR.

El sistema más adecuado para verter aguas residuales en el mar es, usualmente, una planta de tratamiento conectada a un emisor submarino. Este se compone de una tubería de desagüe profundo, que termina con un tramo de perforaciones múltiples que se denomina difusor y tiene por objeto dispersar y diluir las aguas residuales del efluente en las aguas marinas.

Para determinar el lugar ideal donde debe ser colocado el emisor, se toma en cuenta tanto características de las descargas como las del cuerpo receptor, con base a los estudios de campo y gabinete que previamente se hayan realizado para tal fin.

La longitud del emisor y profundidad de descarga, para fines de anteproyecto, se determina de acuerdo a la topografía y a la batimetría de la zona de descarga y el cuerpo receptor, respectivamente, procurando siempre que las aguas del efluente se descarguen fuera de las áreas de uso recreativo, caletas, ensenadas o bahías. Es de vital importancia, que cualquiera que sea el lugar escogido para que se efectúe la descarga, no se rebasen los límites establecidos de la calidad del agua del cuerpo receptor.

### 5.1. DISEÑO DEL EMISOR DIFUSOR.

El diseño de un emisor submarino, consiste básicamente, en determinar desde el punto de vista estrictamente hidráulico la carga necesaria para condiciones adecuadas de flujo, y desde el punto de vista sanitario, las diluciones que garanticen bajos índices de contaminación, de acuerdo a los usos del cuerpo receptor.

Dentro del aspecto hidráulico se diseñan por separado la tubería de desague y el difusor, y es recomendable que las velocidades en el emisor no deben ser mayores de 2.4 a 3 m/seg., ni menores de 0.6 a 0.9 m/seg. a fin de evitar el depósito de lodos y grasas que azolven y obstruyan el flujo del emisor; con este fundamento la sección transversal del emisor, deberá ser diseñada de tal forma, que el gasto y la velocidad aumenten o disminuyan razonablemente, se mantengan las condiciones del funcionamiento de la tubería de desague y del difusor, con pérdidas menores de carga. Es esencial que la boca terminal del emisor sea taponada, pues de otra manera el flujo no sería forzado a salir por los orificios del difusor y un exceso del gasto, sería descargado a través de dicha terminal, y de los orificios cercanos a ella.

## 5.2. DISEÑO HIDRAULICO DE LA TUBERIA DE DESAGUE.

El diseño hidráulico de la tubería de desague consiste en determinar la carga necesaria para condiciones adecuadas de flujo, conociendo el gasto, la velocidad recomendable y el coeficiente de fricción del emisor.

Los fundamentos que condicionan la carga necesaria para condiciones adecuadas de flujo en el emisor son:

- Velocidad de flujo en el emisor.
- Diferencia de densidades entre el agua de mar y el agua residual.
- Pérdidas de carga por fricción.

La interrelación entre los mismos se establece al aplicar el teorema de Bernoulli, entre el origen y el

extremo dentro del mar del emisor, según la fig. No. 3, - en la forma siguiente:

$\gamma_{ar}$  = peso volumétrico del agua residual

$\gamma_{am}$  = peso volumétrico del agua de mar.

La carga por diferencia de densidades ( $H_d$ ), se obtiene igualando las presiones del agua residual y del agua de mar, como sigue:

$$P_{ar} = P_{am}$$

$$\gamma_{ar} Y_1 = \gamma_{am} (Y_2 + M) \quad Y_1 = \frac{\gamma_{am}}{\gamma_{ar}} (Y_2 + M)$$

$$H_d = Y_1 - Y_2$$

La carga de velocidad es:

$$H_v = \frac{V^2}{2g} \quad \text{donde: } V = \text{Velocidad de descarga}$$

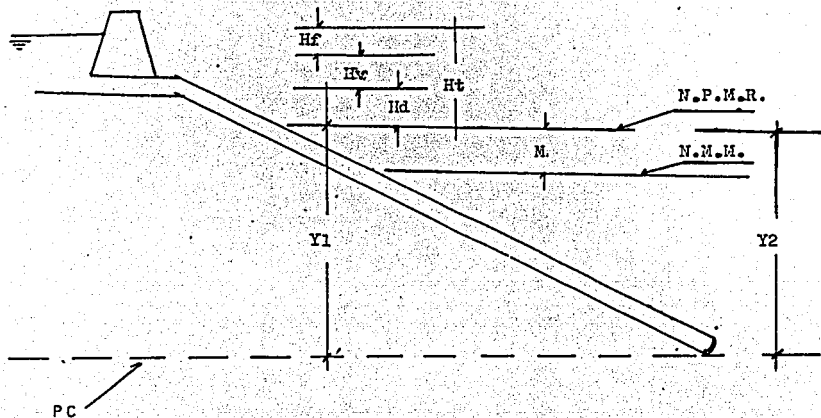
La carga debida a la fricción es:

$$H_f = \frac{V^2}{2g} \frac{FL}{D}$$

TESIS CON  
FALLA EN ORIGEN

FIGURA No. 3

## DETERMINACION DE LAS CARGAS DEL EMISOR



- Y2 = Profundidad de descarga del emisor.  
 PC = Plano de comparación.  
 N.M.M. = Nivel medio del mar.  
 N.P.M.R. = Nivel de pleamar dominante, sobre el N.M.M.  
 Hd = Carga por diferencia de densidad.  
 Hv = Carga de velocidad.  
 Hf = Carga por pérdida de fricción.  
 Ht =  $Hd + Hv + Hf$  = Carga total  
 M. = Diferencia entre los niveles medio y de pleamar dominante = 0.45 m.  
 Y1 = Altura densimétrica de la columna de agua servida sobre la profundidad de descarga.

Donde: D = Diámetro del emisor  
 f = Coeficiente de fricción.  
 L = Longitud teórica del emisor.

Por otra parte, el diámetro y la velocidad del emisor, se obtienen considerando un régimen permanente - de escurrimiento y una velocidad teórica.

$$Q = V \times A \quad \therefore \quad Q = \frac{\pi D_t^2}{4} V_t$$

$$D_t = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V_t}} \quad \therefore \quad D_t = D$$

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

Donde:

Q = gasto de proyecto  
 V<sub>t</sub> = velocidad teórica.  
 D<sub>t</sub> = diámetro teórico  
 D = Diámetro del emisor  
 V = velocidad en el emisor

Ya conocidos el diámetro, la velocidad y las - cargas H<sub>d</sub>, H<sub>v</sub>, H<sub>f</sub>, la carga total es H<sub>t</sub> = H<sub>d</sub> + H<sub>v</sub> + H<sub>f</sub>, - que será la carga necesaria en metros sobre el NMM. para que a la salida del emisor se tenga la velocidad del proyecto, V.

La longitud y la pendiente hidráulica del emi- sor que servirá para calcular la pérdida de carga por -- fricción, se determina en forma aproximada de la siguiente manera (ver figura No. 4).

$$L_t = \sqrt{d^2 + (y+h)^2}$$

$$S = \text{tang } Q = \frac{h+y}{d}$$

Donde:

d = distancia horizontal desde el origen hasta el extremo dentro del mar del emisor.

y = profundidad de la descarga.

h = altura del punto de origen sobre el NMM.

L<sub>t</sub> = longitud teórica del emisor

S = pendiente hidráulica.

Q = ángulo de inclinación del emisor.

#### 6.2.- CALCULO HIDRAULICO.

De la fig. No. 4, se calculó la longitud y pendiente hidráulica del emisor: (ver plano No. 5).

$$y = 55 \text{ mts.}$$

$$d = 300 \text{ mts.}$$

$$h = 2 \text{ mts.}$$

$$L_t = \sqrt{d^2 + (y+h)^2}$$

$$S = \text{Tang } \theta = \frac{y+h}{d}$$

$$L_t = \sqrt{(300)^2 + (55+2)^2} = 305.36 \text{ m.}$$

$$S = \frac{57}{300} = 0.19 = 10^\circ 45'$$

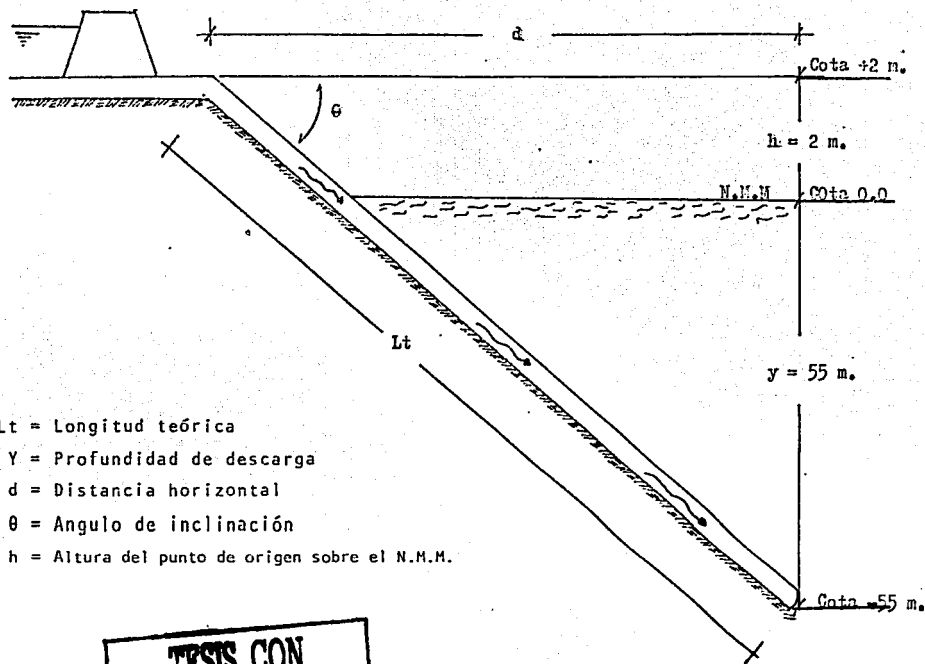
Cálculo del diámetro y de la velocidad.

$$V = 3 \text{ m/seg. (velocidad teórica de diseño)}$$

$$Q = 0.151 \text{ M3/seg.}$$

FIGURA No. 4

DETERMINACION DE LA LONGITUD Y PENDIENTE HIDRAULICA DEL EMISOR



Lt = Longitud teórica

Y = Profundidad de descarga

d = Distancia horizontal

$\theta$  = Angulo de inclinación

h = Altura del punto de origen sobre el N.M.M.

TESIS CON  
E. DE ORIGEN

$$D_t = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V t}} = \sqrt{\frac{4 \times 0.151}{3.14 \times 3}} = 0.25 \text{ m} = 10''$$

Recálculo de la velocidad:

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2} = \frac{4 \times 0.151}{3.14 \times 0.0625} = 3.07 \text{ m/seg.}$$

Cálculo de la carga total:

De la figura 3 se tiene:

$$D = 0.25 \text{ m}$$

$$V = 3.07 \text{ m/s}$$

$$Y_2 = 55 \text{ m}$$

$$M = 0.45 \text{ m}$$

$$\gamma_{ar} = 1000 \text{ Km/M}^3$$

$$\gamma_{am} = 1030 \text{ Km/M}^3$$

$$L = 305.36 \text{ m}$$

$$F = 0.012 \text{ (coeficiente de fricción para tubería de asbesto cemento).}$$

$$Y_1 = \frac{\gamma_{am}}{\gamma_{ar}} (Y_2 + M) = \frac{1030}{1000} (55 + 0.45) = 57.11 \text{ m}$$

$$H_d = Y_1 - Y_2 = 57.11 - 55 = 2.11 \text{ m}$$

$$H_v = \frac{V^2}{2g} = \frac{(3.07)^2}{2 \times 9.81} = 0.48 \text{ m}$$

$$H_f = \frac{V^2}{2g} \frac{FL}{D} = \frac{0.48 \times 0.012 \times 305.36}{0.25} = 7.04 \text{ m}$$

$$H_t = H_d + H_v + H_f = 2.11 + 0.48 + 7.04 = 9.62 \text{ m}$$



Esta carga total ( $H_t = 9.62$  m.) a vencer por el emisor, se tomará por medio de un sistema de bombeo, ya que la localización de la planta de tratamiento (2.) no tiene altura suficiente para vencer las pérdidas en el emisor.

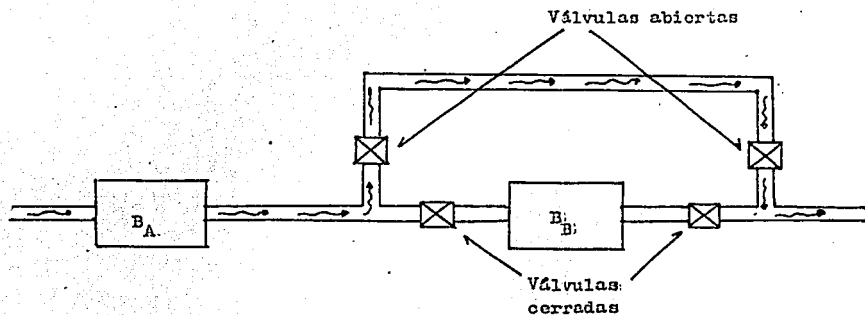
El sistema de bombeo nos servirá también para desalojar el agua de mar de la tubería. esto resultará cuando pare de funcionar la planta de tratamiento y no haya flujo hacia el mar de agua residual, o simplemente en la colocación de dicha tubería, se llenará de agua de mar.

El sistema funcionará por medio de 2 sistemas de bombas, el primero ( $B_A$ ), hará la función de vencer las pérdidas de carga que se encuentran en el emisor, para poder que fluya el agua residual a través de la tubería, el segundo sistema ( $B_B$ ), será para vencer esta carga anterior más la que existe en el final de la tubería (56.6 m.), con este sistema se desalojará el agua de mar que habrá en la tubería para poder establecer el flujo de agua residual y funcione normalmente el sistema (ver figura siguiente).

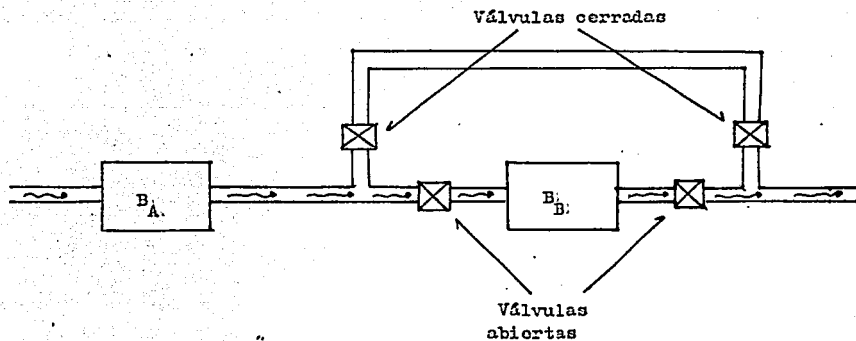
$$H_{B_A} = 9.62 \text{ m.} + 10\% \text{ (accesorios)} = 11 \text{ m.}$$

$$H_{B_B} = 11 \text{ m.} + 55 \frac{(1030)}{1000} = 67.6 \text{ m.}$$

## SISTEMA DE BOMBEO

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**


Flujo establecido (emisor lleno de agua residual).



Flujo para establecer la descarga de agua residual  
(emisor lleno de agua de mar).

## CALCULO DE BOMBAS.

B<sub>A</sub>.- Para poder tener una carga disponible de 11 m. con un gasto de 9060 L.P.M. (151 L.P.S.), es necesario disponer de 3 bombas de 30 Caballos de Fuerza, Modelo 30J90M que serán del tipo Centrífugas Autocebantes (ver siguiente tabla de Electrobombas Centrífugas Autocebantes).

B<sub>B</sub>.- Este tipo de bombas serán Centrífugas pero de mayor potencia, pues se necesita que se disponga de una carga de 67 m., con el mismo gasto anterior, dándonos también 3 bombas modelo 60GH4 de 60 Caballos de Fuerza (ver siguiente tabla de Electrobombas Centrífugas).

Previendo el problema que surgiría por la falta de energía eléctrica, con la cual se suministran dichas bombas, se vio la necesidad de poderlas abastecer de energía, por medio de una planta de energía eléctrica la cual tendrá la siguiente capacidad:

Considerando las tres primeras bombas de 30 Caballos de Fuerza, cada bomba necesita 30 Kws., por lo tanto necesitarán una planta de 90 Kws., esto es, eliminando la posibilidad de poner en funcionamiento las otras 3 bombas de 60 Caballos de Fuerza.



## ELECTROBOMBAS CENTRIFUGAS AUTOCEBANTES TIPO CONTRATISTA

ACOPLADA DIRECTAMENTE A MOTOR ELECTRICO Y A TRANSMISION CON BASE Y COPLÉ

TABLA DE RENDIMIENTOS  
 1750 R. P. M. - 60 CICLOS

BOMBA MODELO	C.de F.	Succión y Desc. cms. (Pulg)	Altura de la Bomba sobre el Nivel del Agua Mts.	Carga Dinámica Total (Incluyendo Fricción) en Metros (Pies)														
				6.1	7.6	9.1	10.7	12.2	13.7	15.2	18.3	21.3	24.4	27.4	30.5	33.5	36.6	39.6
				(20)	(25)	(30)	(35)	(40)	(45)	(50)	(60)	(70)	(80)	(90)	(100)	(110)	(120)	(130)
				Gasto en L.P.M. al Nivel del Mar o Cerca de él														
5J40M B5J40M-B2B	5	10.16 (4)	3.05 4.57 6.10 7.62 9.05	1192 1060 1041	1155 1022 871	1117 1022 852	1079 984 814	1022 927 776	946 871 776	852 776 662	652 568 473	568 511 473	113 113 113					
75J40M B75J40M-B2B	7-1/2	10.16 (4)	3.05 4.57 6.10 7.62 9.05	1401 1230 1211	1352 1230 1022	1333 1211 1003	1325 1192 1003	1287 1154 984	1240 1116 984	1192 1079 946	1072 966 852	738 719 662	151 151 151					
10J40M B10J40M-B2B	10	10.16 (4)	3.05 4.57 6.10 7.62 9.05	1836 1628 1609	1817 1609 1571	1798 1571 1552	1779 1571 1552	1741 1552 1552	1703 1552 1552	1628 1476 1392	1476 1392 1249	1269 1192 1117	984 965 927	530 520 520				
15J40M B15J40M-B3D	15	10.16 (4)	3.05 4.57 6.10 7.62 9.05	2423 2404 2157	2385 2120 2139	2347 2101 2120	2309 2101 1770	2271 2044 1768	2211 2044 1741	2144 2044 1722	1983 1949 1626	1836 1729 1533	1533 1496 1225	1060 1060 946				
30J90M B3J90M-B4D	30	15.24 (6)	3.05 4.57 6.10 7.62 9.05															
40J150M B40J150M-B4F	40	15.24 (6)	3.05 4.57 6.10 7.62 9.05															
50J125M B50J125M-B5G	50	20.32 (8)	3.05 4.57 6.10 7.62 9.05															

**TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN**

# ELECTROBOMBAS CENTRIFUGAS

3450 R. P. M. 60 CICLOS

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**SERIE G**

**TABLA DE RENDIMIENTOS**

B O M B A M O D E L O	C. de F.	DESCARGA		SUCCION		CARGA DINAMICA TOTAL EN PIES (Pics) INCLUYENDO FRICCION												CARGA MAXIMA METROS		
		CMS. (PULG.)	CMS. (PULG.)	10.3	24.4	38.5	52.6	66.7	80.8	94.9	109.0	123.1	137.2	151.3	165.4	179.5				
				(60)	(60)	(100)	(120)	(140)	(160)	(180)	(200)	(220)	(240)	(260)	(280)	(300)	(320)			
CAPACIDAD EN L. P. M. AL NIVEL DEL MAR																				
10GM3	10	7.62 (3)	10.16 (4)	1550	1380	1192											36.5			
15GM3	15			1835	1703	1514	1324	976											51.8	
20GM3	20					1917	1646	1430	1135											61.0
25GM3	25							1655	1695	1438	1135	681								73.1
30GM3	30									1798	1550	1249					757			81.2
40GM3	40																	1617	1585	1230
50GM3	50															2000	1850	1630	1320	104.0

15GM4	15	10.16 (4)	12.70 (5)	2328	2092	1817	1514	1060										46.6		
20GM4	20			2668	2517	2290	2082	1779	1363	795										57.3
25GM4	25					2687	2612	2355	2157	1855	1514	1050								64.0
30GM4	30							2668	2479	2233	1930	1628	1173							72.2
40GM4	40									2687	2593	2385	2092	1779	1363					85.3
50GM4	50												2706	2574	2271	1968	1552	568		99.0
30GH4	30	10.16 (4)	12.70 (5)	3539	3369	3123	2801	2347	1476									50.0		
40GH4	40					3634	3482	3255	2914	2385									59.7	
50GH4	50							3671	3556	3331	2952	2460							73.5	
60GH4	60									3671	3596	3359	2990	2271					82.4	
R75GM4-BSH	75												3690	3634	3482	3142	2574	1741		98.8

- Los gastos están medidos al nivel del mar o cerca de él.
- La bomba deberá colocarse en tal forma que la carga total de succión, incluyendo pérdidas por fricción, no exceda de 4.57 mts. (15'), cuando la bomba proporciona el gasto máximo.
- Los gastos mostrados en las tablas son aproximados. Consúltense las curvas para una selección más precisa.
- La carga total de succión no deberá exceder a la mitad de la carga total cuando ésta sea menor de 9.15 mts. (30').

NOTA: Para convertir de litros a galones por minuto multiplíquese por 0.2642.

EDICION 303  
AGOSTO DE 1971

JACOZZI - UNIVERSAL, S. A.  
MONTERREY, N. L.

JACOZZI UNIVERSAL S. A.

## 5.2.1. DISEÑO HIDRAULICO DEL DIFUSOR SUBMARINO.

El correcto funcionamiento y máxima eficiencia del difusor dependerá indudablemente de un cuidadoso diseño hidráulico; los requerimientos hidráulicos en el diseño de un difusor, necesarios para un eficiente funcionamiento, pueden resumirse en los siguientes puntos:

- Velocidad suficiente para evitar depósitos.
- Orificios circulares y abocinados en su parte interior.
- Distribución uniforme del flujo por los orificios.
- No debe haber intrusión de agua de mar.
- Pérdidas razonables menores de carga.
- Fácil mantenimiento.

La velocidad del flujo dentro del difusor deberá ser suficiente alta, para evitar que se depositen o se sedimenten cualesquiera de las partículas del agua residual. Para aguas residuales firmes, velocidades mayores de 2 a 3 pies/seg. (0.61 - 0.91 m/seg), durante gastos máximos y al final aguas abajo del difusor, son las adecuadas, puesto que esas velocidades tenderán a limpiar cualquier material sedimentado, durante el periodo de flujo mínimo y evitarán la oclusión total de los orificios, lo que haría fallar el cometido que tiene el difusor de dispersar.

Respecto al proyecto de los orificios, éstos deberán ser circulares, de bordes lisos y sin protecciones, y su parte interior abocinados a fin de reducir al mínimo las obstrucciones y así favorecer, un coeficiente de descarga mayor que podrá conservarse constante por un

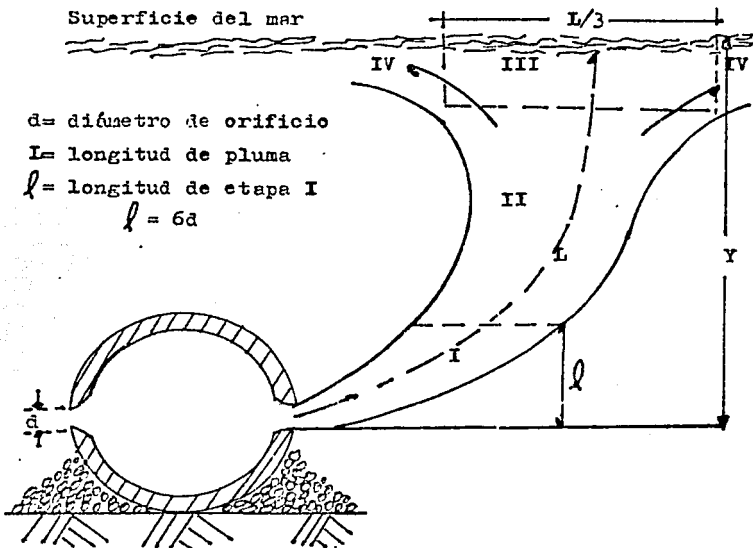
período de varios años. Los orificios deberán estar situados a los costados de la tubería provocando la salida de chorros horizontales sin componente vertical, de velocidad que formen "plumas" de agua residual ascendente, - tal como lo muestra la figura No. 5. Para que no exista interferencia entre dichas plumas, los orificios se colocarán alternados a uno y otro lado de la tubería y deberán tener diámetros adecuados a fin de conservar una distribución aproximadamente uniforme del flujo en el difusor; es recomendable que estos diámetros sean del orden de 3 pulgadas (7.6 cm) o menores.

En la práctica se ha establecido que la separación entre los orificios debe ser igual a la longitud de una sección de la tubería, o ser fracción o múltiple de esa sección y se recomienda también, que esta separación varíe en el orden de ser mayor de 10 veces el diámetro - del orificio. Por otra parte, la suma de las áreas de los orificios debe ser menor o cuando más igual, al área del tubo del emisor; en este respecto, las experiencias - obtenidas en varios proyectos de difusores, indican que la mejor relación de éstas áreas (suma de las áreas de los orificios entre el área del tubo de descarga), es generalmente igual a  $1/2$  a  $2/3$ ; estos valores son pequeños, lo suficiente para tener una buena distribución del flujo entre los orificios y no aumentarse indebidamente la carga total en el difusor.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

FIGURA No. 5

ILUSTRACION DE UN CHORRO DE AGUA RESIDUAL ASCENDENTE QUE DESCARGA EN FORMA HORIZONTAL DESDE UN ORIFICIO DE DIFUSION DENTRO DEL OCEANO.



## ETAPAS DE DISPERSION

- I Establecimiento del flujo
- II Flujo establecido
- III Transición superficial
- IV Flujo horizontal superficial



A fin de evitar la intrusión de agua de mar -- dentro del difusor, todos los orificios deberán dejar pa- sar el flujo completo, de otra manera, el agua salina -- provocaría incrustaciones en la tubería, que reducirían la capacidad hidráulica del difusor y limitarían su buen uso en el futuro al esperarse flujos altos. El final de la tubería debe ser taponado con un tapón removible, a -- fin de poder hacer limpieza fácil.

Tomando en cuenta las reglas preliminares ante- riores, el procedimiento generalmente empleado para el - diseño hidráulico de un difusor, puede ser formulado de- la siguiente forma: (ver figura No. 6).

$D$  = diámetro del difusor.

$d_n$  = diámetro de un orificio del difusor.

$n$  = Número de orden de los orificios a partir del extre- mo aguas abajo del difusor.

$a_n$  = área de un orificio

$V_n$  = velocidad media en el difusor entre las salidas de- los orificios  $n$  y  $n+1$

$\Delta V_n = V_n - V_{n-1}$  = incremento de velocidad en el difusor - debido a la descarga de un orificio.

$h_n = \frac{\Delta P_n}{\rho}$  = diferencia de carga de presión entre el exte- rior del difusor aguas arriba del orificio  $n$  y  $n+1$

$E_n = hf_n + \frac{V_n^2}{2g}$  = carga en la salida del orificio  $n$

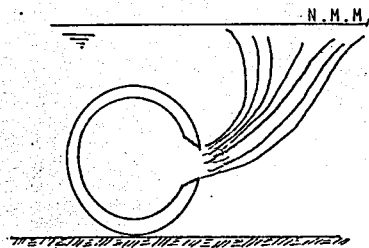
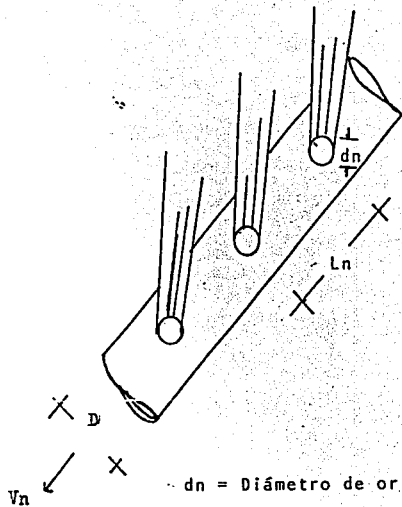
$C_D$  = coeficiente empírico de descarga en la salida de -- los orificios.

**TESIS CON  
FALLA DE COPIEN**

FIGURA No. 6

DIFUSORES

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



- $d_n$  = Diámetro de orificios
- $L_n$  = Separación de orificios
- $V_n$  = Velocidad en el difusor
- $D$  = Diámetro del difusor

$q_n$  = gasto en el orificio n.

$h_{fn}$  = pérdida de carga debido a la fricción entre las salidas de los orificios n y n+1.

$\Delta Z_n$  = diferencia de elevación entre los orificios n y n+1

$\rho$  = peso volumétrico del agua residual.

$\Delta\rho$  = diferencia de peso volumétrico entre el agua de mar y el agua residual.

Lo primero que se hace es seleccionar  $E_1$ , que será la carga por diferencia de densidades en el orificio No. 1, localizado en el extremo aguas abajo del difusor. Entonces se encuentra el valor de  $q_1$  para el primer orificio, aplicando la fórmula para orificios totalmente ahogados.

$$q_1 = C_D a_1 \sqrt{2g E_1}$$

$C_D = 0.91$  para orificios abocinados.

después se encuentra la velocidad en la tubería:

$$V_1 = \Delta V_1 = \frac{4q_1}{\pi D^2}$$

y la carga de velocidad en la tubería =  $\frac{V_1^2}{2g}$

procediendo con el orificio No. 2 se encuentra  $E_2$ , según:

$$E_2 = E_1 + h_{f1} + \frac{A\rho}{\rho} \Delta Z_1$$

**TESIS CON  
FALLA DE OPINIÓN**

Después:

$$q_2 = C_D a_2 \sqrt{2g E_2}$$

$$V_2 = V_1 + \Delta V_2 = V_1 + \frac{4q_2}{\pi D^2}$$

Este procedimiento se continúa paso a paso hacia atrás en el difusor, usando las ecuaciones generales.

$$q_n = C_D a_n \sqrt{2g E_n}$$

$$\Delta V_n = \frac{4q_n}{\pi D^2}$$

$$V_n = V_{n-1} + \Delta V_n$$

$$E_{n-1} = E_n + hf_n + \frac{\Delta P}{\rho} Z_n$$

$$hf_n = \frac{FL_n}{D} \frac{V_n^2}{2g}$$

El paso clave necesario en el proceso del análisis o diseño hidráulico de un difusor, es determinar  $q_1$  en el borde del extremo final de la tubería, con base en los criterios de los diámetros y separación de orificios y conociendo la carga total ( $E_1$ ), el gasto ( $Q$ ), la velocidad ( $V$ ), el diámetro ( $D$ ) y la longitud ( $L$ ), en la tubería.

## 5.2.2. CALCULO DEL DIFUSOR.

Fijadas las condiciones anteriores se procedió a hacer ensayos proponiendo diferentes diámetros de orificios para el difusor hasta encontrar el adecuado ( $d = 0.08$  m recomendado = 3 pulgadas), y seleccionar el valor de  $E_1$  (paso clave), en la forma siguiente:

Datos:

$Q = 0.151 \text{ M}^3/\text{seg}$  = gasto del difusor.

$D = 0.25 \text{ M}$  = diámetro del difusor

$A = 0.05 \text{ M}^2$  = área transversal del difusor.

$d = 0.08 \text{ M}$  = diámetro del orificio.

$a = 0.005 \text{ M}^2$  = área del orificio.

De las recomendaciones anteriores, de que la suma de las áreas de los orificios cuando más debe ser igual al área del tubo del difusor, y nos da como máximo 10 orificios.

$q_1 = \frac{0.151}{10} = 0.015 \text{ M}^3/\text{seg.}$ , gasto promedio en los orificios.

Cálculo de la carga  $E_1$ :

$$q_1 = C_D a \sqrt{2g E_1}$$

$$E_1 = \frac{(0.015)^2}{2 \times 9.81 (0.91 \times 0.005)^2} = 0.55 \text{ m}$$

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Tomando en cuenta la batimetría y la topografía de la zona de descarga, el valor de  $E_1$  resultó aceptable porque al seleccionar una profundidad de descarga de -55 m; la carga total del tubo del emisor resultó menor que la altura de la salida del túnel emisor terres-

tre y además, se cumplieron los requerimientos básicos de diseño.

De la figura No. 7 de este capítulo se obtuvieron los siguientes datos:

$h$  = diferencia de elevación entre el origen y el extremo del difusor.

Igualando las presiones del agua residual y del agua de mar se tiene:

$$P_{ar} = P_{am}$$

$$\rho_{ar} h_1 = \rho_{am} h \therefore h_1 = \frac{\rho_{am}}{\rho_{ar}} h$$

$$\text{Además: } E_h = h_1 - h = \frac{\rho_{am}}{\rho_{ar}} h - h = h \left( \frac{\rho_{am}}{\rho_{ar}} - 1 \right)$$

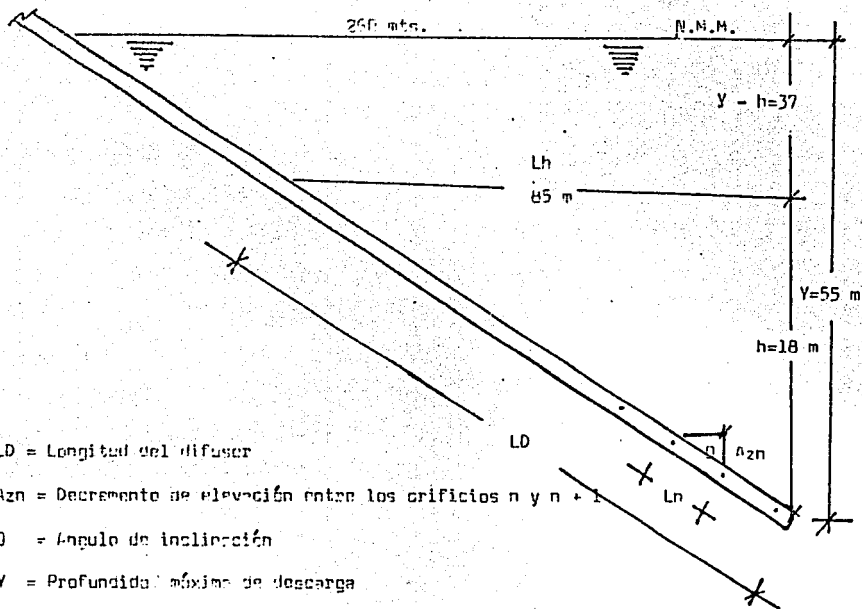
$$\text{donde: } h = \frac{0.55}{0.03} = 18 \text{ mts.}$$

En el plano batimétrico se encontró una distancia horizontal ( $L_h$ ), igual a 85 mts. entre las profundidades de -55 mts. y -37 mts., correspondiente a la altura de 18 mts.

Otras características del difusor se determinaron de la siguiente forma. (fig. No. 7):

FIGURA No. 7

DETERMINACION DE CARACTERISTICAS DEL DIFUSOR



$L_D$  = Longitud del difusor

$A_{2n}$  = Decremento de elevación entre los orificios  $n$  y  $n + 1$

$D$  = Ángulo de inclinación

$Y$  = Profundidad máxima de descarga

$Y-h$  = Profundidad mínima de descarga

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

$L_D$  = Longitud del difusor

$$L_D = \sqrt{(85)^2 + (18)^2} = 86.9 \text{ mts.}$$

El ángulo de inclinación y su pendiente son -- los mismos que para la tubería de desagüe  $\theta = 10^\circ 45'$  y  $S = 19\%$ .

$L_n$  = separación entre cada orificio

$$\underline{L_D} = \frac{86.9}{\text{No. orif. } 10} = 8.69 \text{ mts.}$$

$AZ_n$  = decremento de elevación entre los orificios,  $n$  y  $n+1$

$$AZ_n = L_n \text{ Sen } \theta = 8.69 \times 0.19 = 1.65 \text{ mts.}$$

El cálculo completo del difusor se muestra en la tabla No. 1 y el procedimiento que se siguió, se ejemplifica a continuación. (ver figura No. 8).

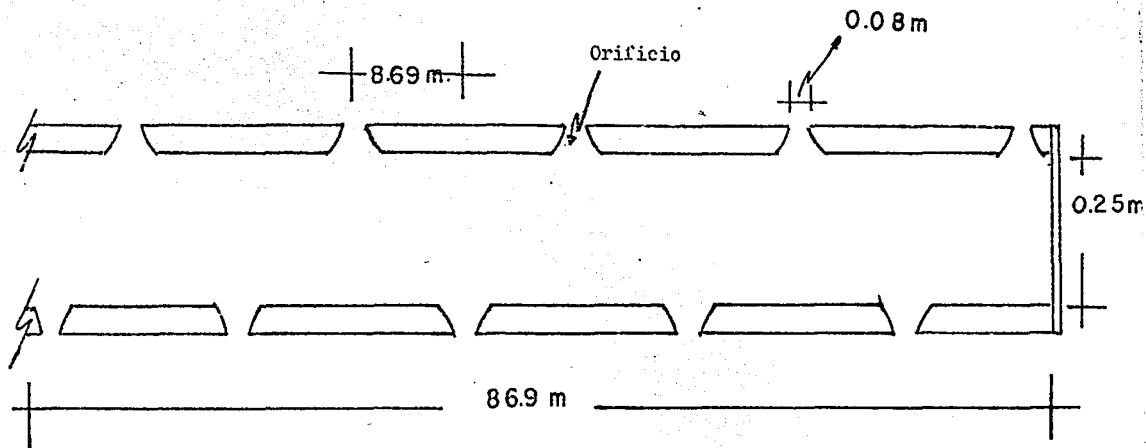
Datos:

$$\begin{aligned} E_1 &= 0.55 \text{ mts.} \\ D &= 0.25 \text{ mts.} \\ A &= 0.05 \text{ mts.} \\ C_D &= 0.91 \text{ mts.} \\ d &= 0.08 \text{ mts.} \\ a' &= 0.005 \text{ M}^2 \\ L_n &= 8.69 \text{ mts.} \\ AZ_n &= 1.65 \text{ mts.} \end{aligned}$$



# DIFUSOR

DIMENSIONES DEL DIFUSOR



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

$$\frac{\Delta P}{\rho} AZ_n = \frac{(1030-1000)}{1000} \times 1.65 = 0.049 \text{ mts.}$$

$$F = 0.012$$

$$q_1 = C_D a \sqrt{2g E_1} = 0.91 \times 0.005 \sqrt{2 \times 9.81 \times 0.55}$$

$$q_1 = 0.0149 \text{ M3/seg.}$$

$$V_1 = \Delta V_1 = \frac{4 q_1}{\pi D^2} = 0.303 \text{ m/seg.}$$

$$\frac{V_1^2}{2g} = \frac{(0.303)^2}{19.62} = 0.0046 \text{ mts.}$$

$$hf_1 = \frac{V_1^2}{2g} \frac{f L_n}{D} = 0.0046 \frac{(0.012)(8.69)}{0.25} = 0.0019 = 0.00 \text{ m.}$$

$$AZ_1 \frac{\Delta P}{\rho} = 0.0495 \text{ mts.}$$

Procediendo con el orificio No. 2 se encuentra el valor de  $E_2$  según:

$$E_2 = E_1 + hf_1 + \frac{\Delta P}{\rho} AZ_1$$

$$E_2 = 0.55 + 0.0 + 0.0495 = 0.5995 \text{ mts.}$$

$$q_2 = C_D a \sqrt{2g E_2}$$

$$q_2 = 0.91 \times 0.005 \sqrt{2 \times 9.81 \times 0.5995}$$

$$q_2 = 0.0156 \text{ m3/seg.}$$

$$V_2 = V_1 + \Delta V_2 = 0.3 + \frac{4 (0.0156)}{\pi (0.25)^2} = 0.61 \text{ m/seg.}$$

$$\frac{v_2^2}{2g} = \frac{(0.61)^2}{19.62} = 0.019 \text{ mts.}$$

$$hf_2 = \frac{v_2^2}{2g} \frac{FL_n}{D} = 0.019 \frac{(0.012) 8.69}{0.25} = 0.008 \text{ mts.}$$

$$\Delta Z_2 \frac{\Delta \rho}{\rho} = 0.0495 \text{ mts.}$$

Este procedimiento de cálculo, se continuó paso a paso hasta completar el cálculo de los 10 orificios mostrándose en la siguiente tabla los resultados.

(1)	Número de orificio.	(2)	Distancia desde el final en mts.	(3)	dn, en metros	(4)	an, en metros	(5)	En, en metros	(6)	Relación $\frac{V^2 n-1}{2g}$ ; En-1	(7)	CD	(8)	qn, en M <sup>3</sup> /seg.	(9)	$\Delta V = \frac{m}{\lambda}$ , en m/seg.	(10)	Vn, en m/seg.	(11)	$\frac{V^2 n}{2g}$ , en metros	(12)	Ln, en metros	(13)	Hfn, en metros	(14)	$Zn = \frac{\Delta p}{\rho}$	(15)	En, en metros
1	0	0.08	0.005	0.55	0.00	0.91	0.014	0.303	0.303	0.000	8.69	0.0	0.0495	0.5995															
2	8.69	0.08	0.005	0.599	0.00	0.91	0.015	0.31	0.61	0.019	8.69	0.008	0.0495	0.657															
3	17.37	0.08	0.005	0.657	0.028	0.91	0.016	0.33	0.94	0.045	8.69	0.018	0.0495	0.795															
4	26.06	0.08	0.005	0.725	0.062	0.91	0.017	0.34	1.28	0.083	8.69	0.034	0.0495	0.809															
5	34.75	0.08	0.005	0.809	0.012	0.91	0.018	0.36	1.64	0.138	8.69	0.057	0.0495	0.916															
6	43.44	0.08	0.005	0.916	0.150	0.91	0.019	0.38	2.02	0.209	8.69	0.087	0.0495	1.052															
7	52.13	0.08	0.005	1.052	0.198	0.91	0.020	0.41	2.43	0.300	8.69	0.125	0.0495	1.226															
8	60.82	0.08	0.005	1.226	0.244	0.91	0.022	0.44	2.87	0.422	8.69	0.176	0.0495	1.451															
9	69.51	0.08	0.005	1.451	0.290	0.91	0.024	0.48	3.35	0.575	8.69	0.239	0.0495	1.740															
10	78.20	0.08	0.005	1.740	0.330	0.91	0.026	0.52	3.87	0.767	8.69	0.32	0.0495	2.100															

CALCULO HIDRAULICO DEL DIFUSOR.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### 5.3 ORIENTACION DEL DIFUSOR.

La orientación del sistema de difusión se hizo tomando en cuenta los siguientes factores:

- Maximización de la dilución por dispersión horizontal dada la dirección predominante de la corriente.
- Garantizar, dada la diferencia de elevación entre el inicio y el final del difusor, un flujo uniforme en los orificios para cualquier condición de gasto.

Esta última consideración, dada la pendiente tan pronunciada del lecho marino, y en vista de la gran diferencia entre los gastos inicial y futuro, obligó a diseñar el difusor de tal manera, que toda su longitud quedará prácticamente al mismo nivel del perfil del lecho marino.

Por otro lado, los estudios de corrientes realizados en el sitio, indicaron una tendencia absoluta de las corrientes a dirigirse perpendicularmente a la línea de la costa (ver plano 4), hecho que indicó la necesidad de instalar el sistema de difusión con la misma dirección del emisor.

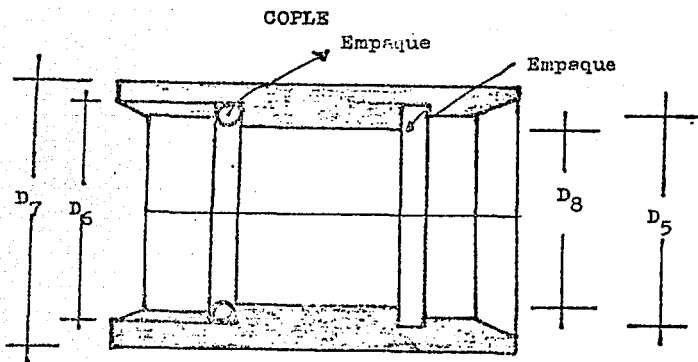
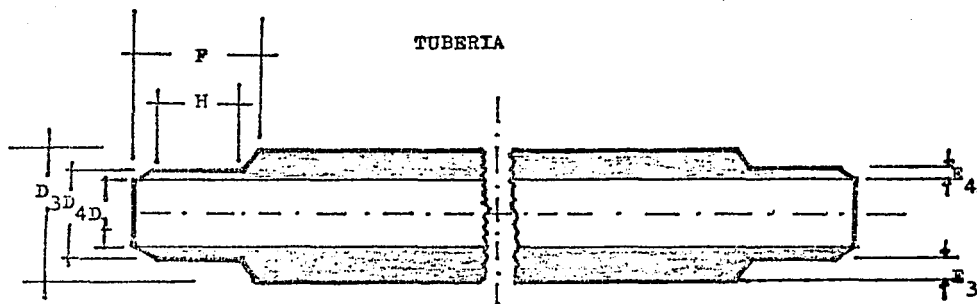
### 5.4. DIMENSIONAMIENTO Y DETALLES DE LA TUBERIA

La tubería de asbesto cemento que se va a instalar en nuestro sistema, es de la clase "A7", que tiene excepcional durabilidad por las ventajas que se nombrarán a continuación.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

- Este tipo de tubería tiene una gran resistencia a la corrosión. Esta ventaja hace que sean más económicas dentro de un sistema hidráulico integral, ya que no causan ningún costo de conservación y mantenimiento.
- Las tuberías de asbesto cemento siendo un producto de minerales no metálicos, se mantienen libres de peligro de tuberculización.
- No siendo metálicas, no son conductores de electricidad, por lo tanto son inmunes a los efectos destructivos de los fenómenos electrolíticos, aún en sitios donde estos fenómenos son intensos, debido a la proximidad de líneas de alto voltaje.
- Su capacidad de flujo es constante y uniforme, esta cualidad garantiza su capacidad de flujo reduciendo la carga de diseño, y, en consecuencia manteniéndose constante la eficiencia de éstas en el transcurso del tiempo. La tubería de diámetro de 10 pulgadas, se suministran en longitudes de 4 metros, teniéndose a continuación las siguientes dimensiones.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

En donde:

TUBO

$D_1 = 251$  mm  
 $D_3 = 289$  mm  
 $D_4 = 283$  mm  
 $E_3 = 19$  mm  
 $E_4 = 16$  mm  
 $F = 56.5$  mm  
 $H = 37.5$  mm

COPLA

$D_8 = 287$  mm  
 $D_5 = 293$  mm  
 $D_6 = 302$  mm  
 $D_7 = 337$  mm

PESOS Kg/M. Lineal

Tubo = 38  
Cople = 10

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## 5.5. EXPLICACION SOMERA DE PROCESO CONSTRUCTIVO.

### 5.5.1. COLOCACION DE TABLAESTACADO.

Al momento de colocar la tubería en el mar, es tará sujeta a los movimientos ocasionados por la marea y el oleaje, que se produce en la orilla del mar (zona de rompientes). Dichos movimientos pueden dañar la tubería ocasionando graves trastornos, por lo que fue necesario colocar un tablaestacado de acero a ambos lados de la tu bería, para así protegerla. El tablaestacado fue coloca do en la zona de rompientes.

El tablaestacado se fabricó de acuerdo a la -- norma ASTM. A-328, Grado B, con las siguientes caracte-- rísticas:

#### Características Químicas

Carbón	0.22%
Manganeso	1.35%
Fósforo	0.04%
Azufre	0.05%
Silicio	0.30%
Vanadio	0.02%

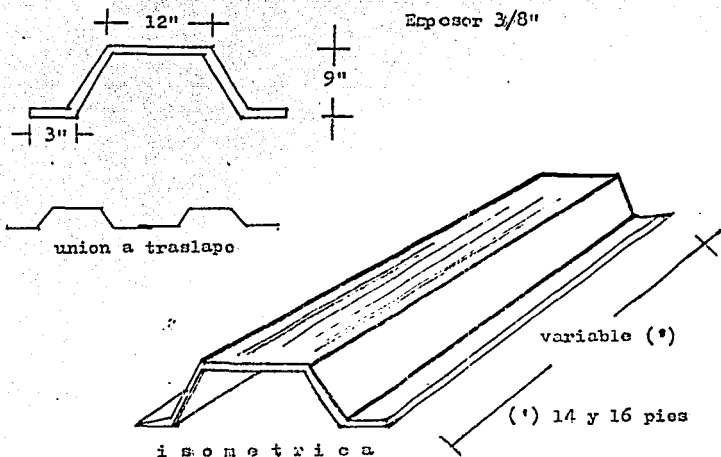
#### Características Estructurales

Esfuerzo a la tensión	4900 Kg/cm <sup>2</sup>
Esfuerzo de fluencia	3515 Kg/cm <sup>2</sup>

Para colocar el tablaestacado se procedió a lo siguiente: Se excavó en la zona de playa auxiliándose - con una draga hasta encontrar la profundidad del emisor- terrestre, que proviene de la planta de tratamiento. Una vez localizada la tubería que viene de la planta de tra-

tamiento, se centró el tránsito a la mitad de dicha tubería, se tomó lectura con respecto a la normal de la costa para así quedar fijada la línea de tubería. A partir de la línea de centro, se midieron 4 metros a cada lado y así quedó definido el lugar donde se hincaría el tablaestacado.

El tablaestacado se hincó con un martinete modelo Delmag D-22 con capacidad de 22 000 Lb/plg<sup>2</sup>; la grúa colocaba en posición el martinete y el tablaestacado se colocaba por medio de una gufa en forma de caballete. En la siguiente figura se ve el tablaestacado a utilizar.



**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

### 5.5.2. EXCAVACION (zona de playa).

Una vez que la tuberfa estuvo preparada previa a su jalado, se procedió a excavar en la zona comprendida entre las líneas del tablaestacado; así como también entre la zona de terminación del tablaestacado, tiene la finalidad de colocar a la tuberfa a una profundidad tal, que la protege de la erosión y el oleaje. La excavación se efectuó con la draga que se encontraba en la zona de playa.

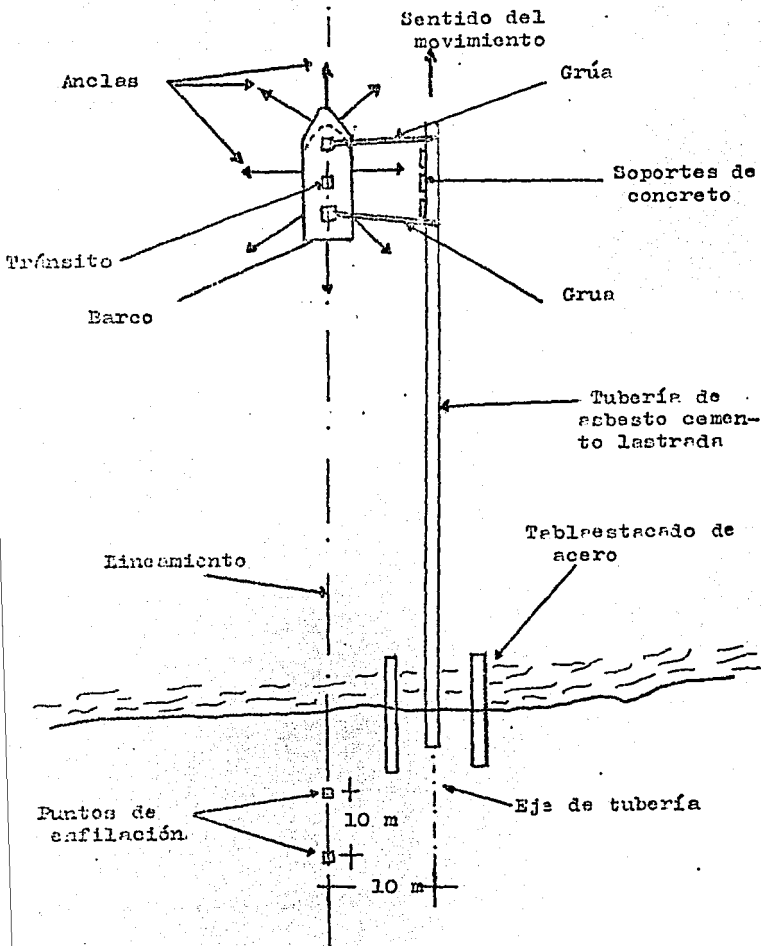
### 5.5.3. JALADO DE TUBERIA.

Para esta operación se procedió a lo siguiente: Se instaló a lo largo de la tuberfa unos flotadores, en la punta de la tuberfa existía un anillo de acero, el cual se le colocó una tapa mediante tornillos y tuercas. Esta tapa tenía una polea doble (sujeta mediante unos pernos a la tapa), por la cual pasaban unos cables de acero que llegaban al barco pasando por una grúa colocada en la popa, hasta unirse a un malacata o "winche". La operación de jalado se realizó de la siguiente forma: La tuberfa es jalada desde el barco con los cables de acero por medio del malacate (el conjunto trabaja de la misma forma que un polipasto), desde el barco, al mismo tiempo que desde la playa los tractores pluma, colocados en la parte media y posterior a la tuberfa ayudan a esta operación, auxiliándose con los transportadores de rodillos que facilitan el deslizamiento de la tuberfa.

Una vez que la tuberfa estuvo dentro del agua, ésta no llegaba a tocar la plataforma marina, ya que era sostenida por la grúa y el malacate, ayudados por los flotadores, los cuales sostenían a la tuberfa en un nivel medio y a un costado del barco; mientras se colocaban los soportes de concreto (los soportes se colocan a-

un lado de la tubería y tienen la finalidad de colocar - la sección de difusión en un posición tal, que hace que los difusores de descarga estén en el sentido horizontal) Una vez que fueron colocados, al barco se le levantaron las tres anclas laterales (ya que este barco tiene ocho anclas: una en la proa, otra en la popa y tres a ambos costados del barco), lo que hizo que el barco tuviera un desplazamiento en el sentido lateral conjuntamente con la tubería, para que así descansara sobre los soportes de concreto y de inmediato se procedió a retirar los fijadores.

Desde la playa se tenían dos puntos paralelos (10 metros de separación entre ellos), al eje de la línea de tubería, el barco tenía un tránsito con el que se alineaba mediante los dos puntos de referencia mencionados; con lo cual se fijaron sus ocho anclas para que el barco no tuviera ningún movimiento, entonces conociendo la distancia del eje del emisor a los puntos de referencia, se le daba la misma distancia en el barco con el objeto de seguir la línea del eje del emisor y mediante la grúa se empezó a bajar la tubería, después se disminuyó la tirantez al ancla de la popa y se le recogió un poco al ancla de la proa, ajustándose las demás anclas, de tal forma que el barco se movía únicamente en el sentido de popa a proa, rectificándose con el tránsito que no se perdiera el alineamiento. Ayudaban a la colocación en el fondo del mar, unos buzos especializados. Ver figura siguiente:



**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

#### 5.5.4.- RELLENO Y COLOCACION ROCA DE LASTRE

Una vez que la tubería estuvo colocada en su posición final, se procedió a rellenar con el material producto de la excavación y con la roca de lastre.

Esta roca de lastre, tal como lo indica su nombre, tuvo la finalidad de impedir cualquier movimiento a la tubería, ya que es en la zona de rompies donde estará sujeta a los movimientos producidos por el oleaje. La roca de lastre será aquella que oponga resistencia al empuje de la velocidad, producido por las corrientes superficiales y de fondo, dando como resultado un peso volumétrico mínimo de  $2.6 \text{ Ton/m}^3$  y un tamaño entre 4 y 6 pulgadas de circunferencia.

La colocación de material se realizó mediante una tolva y mangueras, con el fin de no dañar la tubería y para un mejor acomodo del mismo.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## VI. CONCLUSIONES.

En virtud de la gran importancia que tiene el aspecto estético y sanitario de las aguas costeras en el desarrollo turístico de Barra de Navidad, es necesario - que efluente de aguas residuales provenientes del sistema de alcantarillado, se vierta de tal forma, que no provoque las contaminaciones locales ni acuse efectos antiestéticos visibles ni malos olores, y consecuentemente - se puedan utilizar las aguas marinas de la zona para fines a que están destinadas (cultivo de mariscos de consumo directo, recreación con contacto primario, explotación pesquera). Se considera que un emisor submarino conectado a una planta de tratamiento es la mejor solución al respecto.

En este trabajo se desarrolló el diseño de un emisor submarino, conectado a una planta de tratamiento.

Las características más importantes obtenidas en este trabajo, son las que a continuación se indican.

- Gasto máximo total 0.151 M<sup>3</sup>/seg.
- Diámetro interior del tubo 0.25 metros.
- Velocidad promedio en la tubería de descarga 3.07m/seg.
- Longitud total del tubo 305.36 metros.
- Profundidad máxima de descarga 55 metros.
- Carga total 9.62 metros.

### Características generales del difusor:

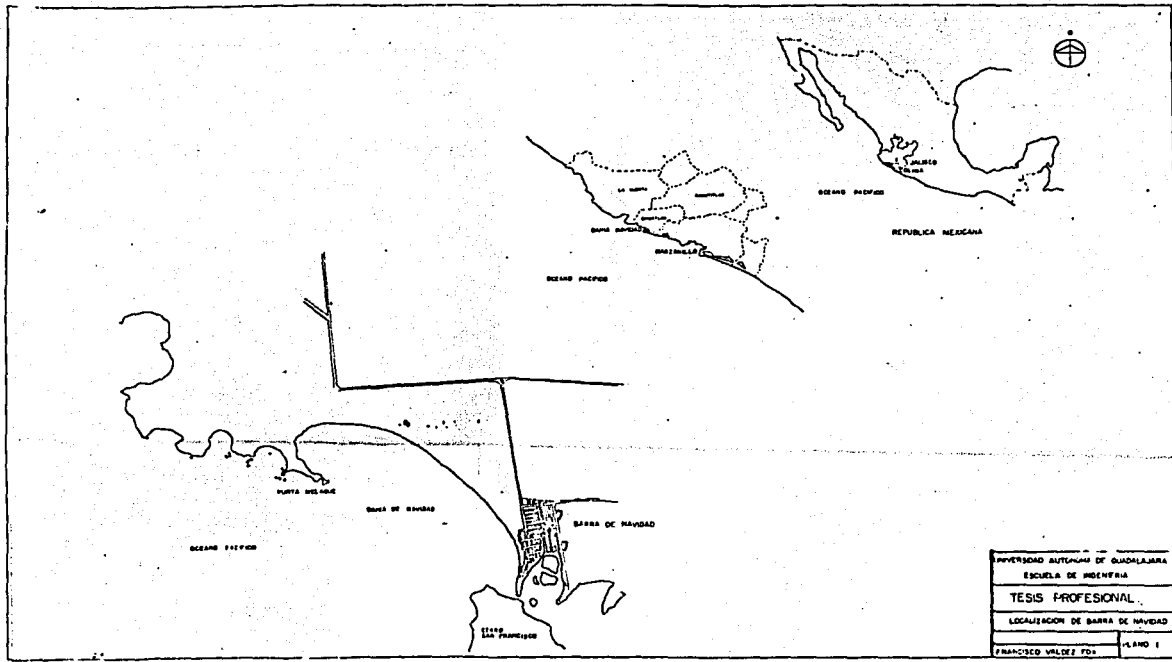
- Longitud del difusor 86.9 metros.
- Número total de orificios 10
- Carga total en el difusor 2.1 metros.
- Velocidad en el difusor de 0.303 - 3.87 m/seg.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

- Profundidad máxima de difusión 55 metros.
- Profundidad mínima de difusión 37 metros.
- Distancia mínima de descarga a la playa 175 metros.
- Distancia máxima de descarga a la playa 260 metros.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



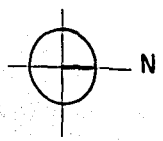


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE GUADALAJARA	
ESCUELA DE INGENIERÍA	
TESIS PROFESIONAL	
LOCALIZACIÓN DE BARRA DE NAVIDAD	
FRANCISCO VALDEZ FOX	PLANO 1

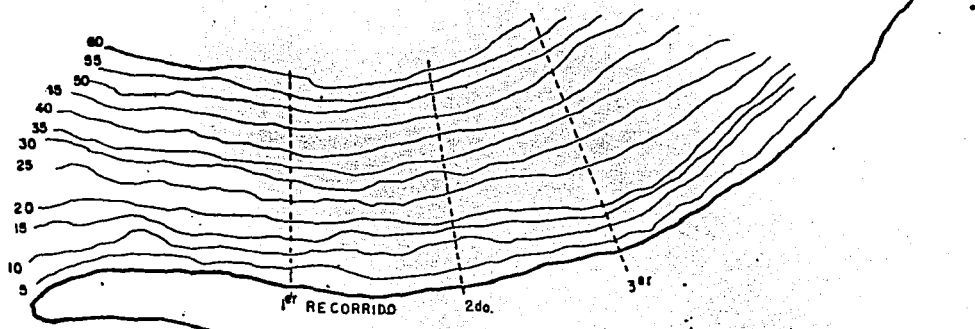
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

07-A

67B



BAHIA DE NAVIDAD



POBLADO DE BARRA DE NAVIDAD



ISLA DE LOS PUERCOS

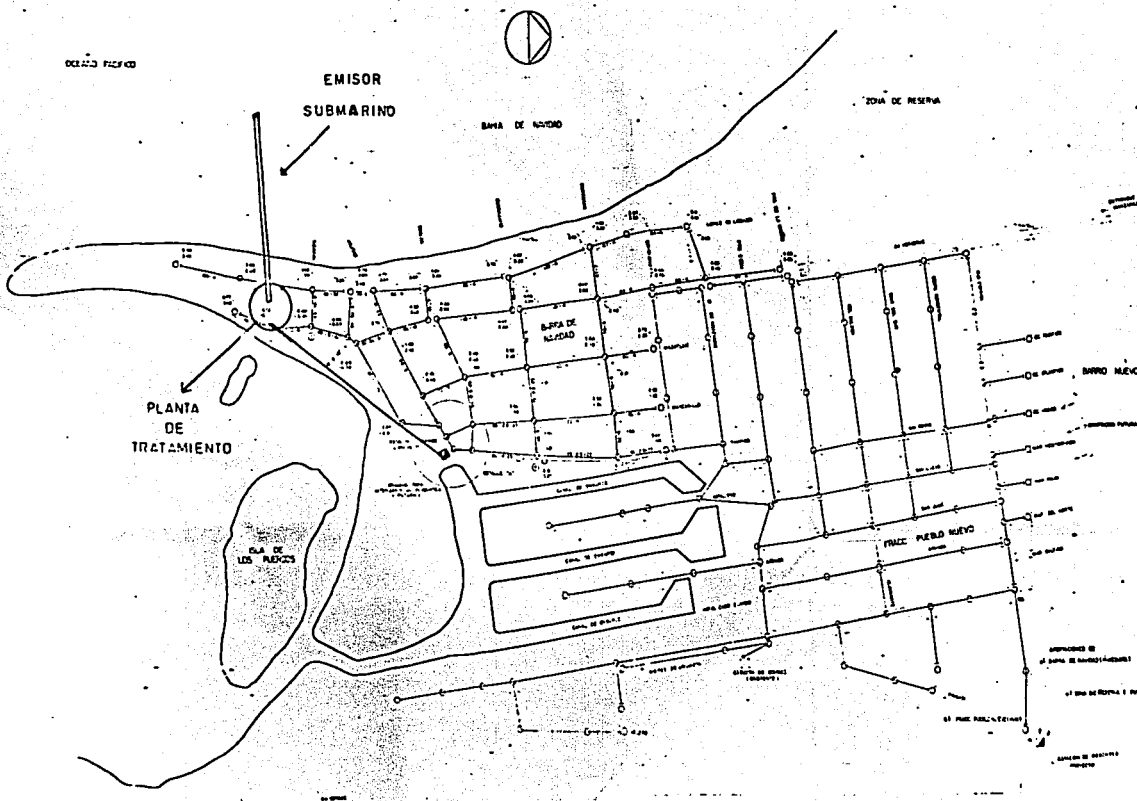
ES C. 1:4000

NOTA.  
PROFUNDIDADES EN METROS REFERIDAS AL N.M.M.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA	
ESCUELA DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
BATIMETRIA DE LA BAHIA	
FRANCISCO VALDEZ FOX	PLANO 2

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

67-C



**DATOS DE PROYECTO**

ÁREA DE SERVIDOR	5,000 m <sup>2</sup>
ÁREA DE SERVIDOR	5,000 m <sup>2</sup>
ÁREA DE SERVIDOR	5,000 m <sup>2</sup>
ÁREA DE SERVIDOR	5,000 m <sup>2</sup>
ÁREA DE SERVIDOR	5,000 m <sup>2</sup>
ÁREA DE SERVIDOR	5,000 m <sup>2</sup>
ÁREA DE SERVIDOR	5,000 m <sup>2</sup>
ÁREA DE SERVIDOR	5,000 m <sup>2</sup>
ÁREA DE SERVIDOR	5,000 m <sup>2</sup>
ÁREA DE SERVIDOR	5,000 m <sup>2</sup>
ÁREA DE SERVIDOR	5,000 m <sup>2</sup>
ÁREA DE SERVIDOR	5,000 m <sup>2</sup>
ÁREA DE SERVIDOR	5,000 m <sup>2</sup>
ÁREA DE SERVIDOR	5,000 m <sup>2</sup>
ÁREA DE SERVIDOR	5,000 m <sup>2</sup>
ÁREA DE SERVIDOR	5,000 m <sup>2</sup>
ÁREA DE SERVIDOR	5,000 m <sup>2</sup>
ÁREA DE SERVIDOR	5,000 m <sup>2</sup>
ÁREA DE SERVIDOR	5,000 m <sup>2</sup>
ÁREA DE SERVIDOR	5,000 m <sup>2</sup>
ÁREA DE SERVIDOR	5,000 m <sup>2</sup>
ÁREA DE SERVIDOR	5,000 m <sup>2</sup>
ÁREA DE SERVIDOR	5,000 m <sup>2</sup>
ÁREA DE SERVIDOR	5,000 m <sup>2</sup>

**CANTIDADES DE OBRAS**

CONDICIONES PARA SERVIDOR	5,000 m <sup>2</sup>
CONDICIONES PARA SERVIDOR	5,000 m <sup>2</sup>
CONDICIONES PARA SERVIDOR	5,000 m <sup>2</sup>
CONDICIONES PARA SERVIDOR	5,000 m <sup>2</sup>
CONDICIONES PARA SERVIDOR	5,000 m <sup>2</sup>
CONDICIONES PARA SERVIDOR	5,000 m <sup>2</sup>
CONDICIONES PARA SERVIDOR	5,000 m <sup>2</sup>
CONDICIONES PARA SERVIDOR	5,000 m <sup>2</sup>
CONDICIONES PARA SERVIDOR	5,000 m <sup>2</sup>
CONDICIONES PARA SERVIDOR	5,000 m <sup>2</sup>
CONDICIONES PARA SERVIDOR	5,000 m <sup>2</sup>
CONDICIONES PARA SERVIDOR	5,000 m <sup>2</sup>
CONDICIONES PARA SERVIDOR	5,000 m <sup>2</sup>
CONDICIONES PARA SERVIDOR	5,000 m <sup>2</sup>
CONDICIONES PARA SERVIDOR	5,000 m <sup>2</sup>
CONDICIONES PARA SERVIDOR	5,000 m <sup>2</sup>
CONDICIONES PARA SERVIDOR	5,000 m <sup>2</sup>
CONDICIONES PARA SERVIDOR	5,000 m <sup>2</sup>
CONDICIONES PARA SERVIDOR	5,000 m <sup>2</sup>
CONDICIONES PARA SERVIDOR	5,000 m <sup>2</sup>
CONDICIONES PARA SERVIDOR	5,000 m <sup>2</sup>
CONDICIONES PARA SERVIDOR	5,000 m <sup>2</sup>
CONDICIONES PARA SERVIDOR	5,000 m <sup>2</sup>

**SÍMBOLOGIA**

CONDICIONES PARA SERVIDOR	CONDICIONES PARA SERVIDOR
CONDICIONES PARA SERVIDOR	CONDICIONES PARA SERVIDOR
CONDICIONES PARA SERVIDOR	CONDICIONES PARA SERVIDOR
CONDICIONES PARA SERVIDOR	CONDICIONES PARA SERVIDOR
CONDICIONES PARA SERVIDOR	CONDICIONES PARA SERVIDOR
CONDICIONES PARA SERVIDOR	CONDICIONES PARA SERVIDOR
CONDICIONES PARA SERVIDOR	CONDICIONES PARA SERVIDOR
CONDICIONES PARA SERVIDOR	CONDICIONES PARA SERVIDOR
CONDICIONES PARA SERVIDOR	CONDICIONES PARA SERVIDOR
CONDICIONES PARA SERVIDOR	CONDICIONES PARA SERVIDOR
CONDICIONES PARA SERVIDOR	CONDICIONES PARA SERVIDOR
CONDICIONES PARA SERVIDOR	CONDICIONES PARA SERVIDOR
CONDICIONES PARA SERVIDOR	CONDICIONES PARA SERVIDOR
CONDICIONES PARA SERVIDOR	CONDICIONES PARA SERVIDOR
CONDICIONES PARA SERVIDOR	CONDICIONES PARA SERVIDOR
CONDICIONES PARA SERVIDOR	CONDICIONES PARA SERVIDOR
CONDICIONES PARA SERVIDOR	CONDICIONES PARA SERVIDOR
CONDICIONES PARA SERVIDOR	CONDICIONES PARA SERVIDOR
CONDICIONES PARA SERVIDOR	CONDICIONES PARA SERVIDOR
CONDICIONES PARA SERVIDOR	CONDICIONES PARA SERVIDOR
CONDICIONES PARA SERVIDOR	CONDICIONES PARA SERVIDOR
CONDICIONES PARA SERVIDOR	CONDICIONES PARA SERVIDOR



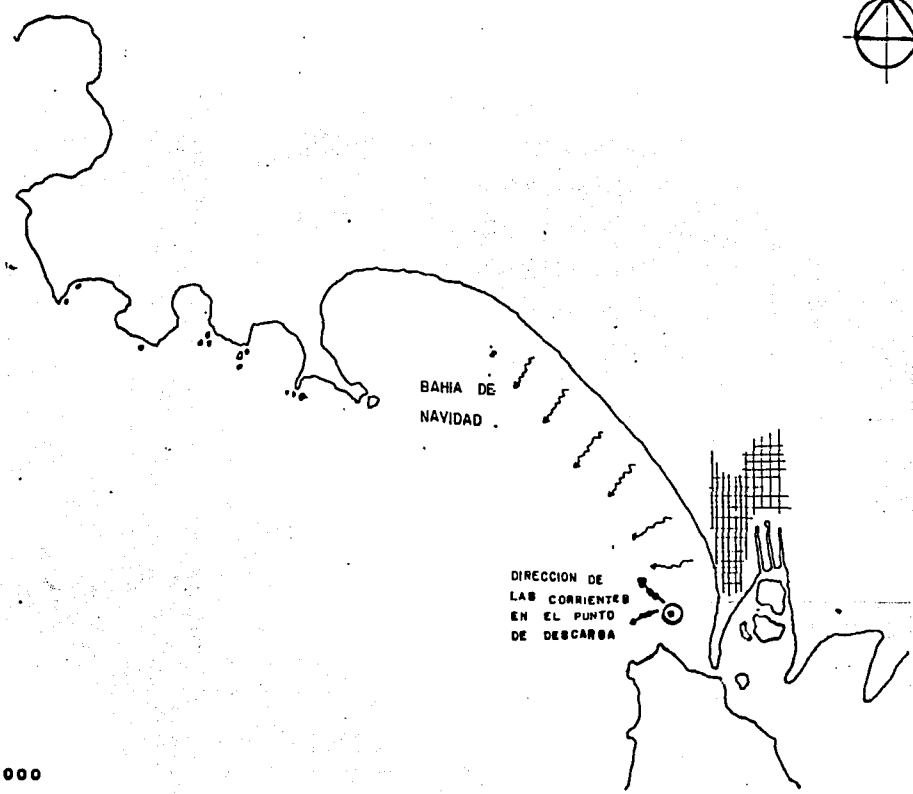
ESC. 1:4000

DE LA PLANTA DE DIRECCION DE TIERRAS  
EN LA CIUDAD DE GUADALAJARA

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA	
ESCUELA DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
LOCALIZACION DEL SISTEMA	
FRANCISCO VALDEZ FOX	PLANO 3

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

67-1



ESC. 1:20000

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA  
ESCUELA DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

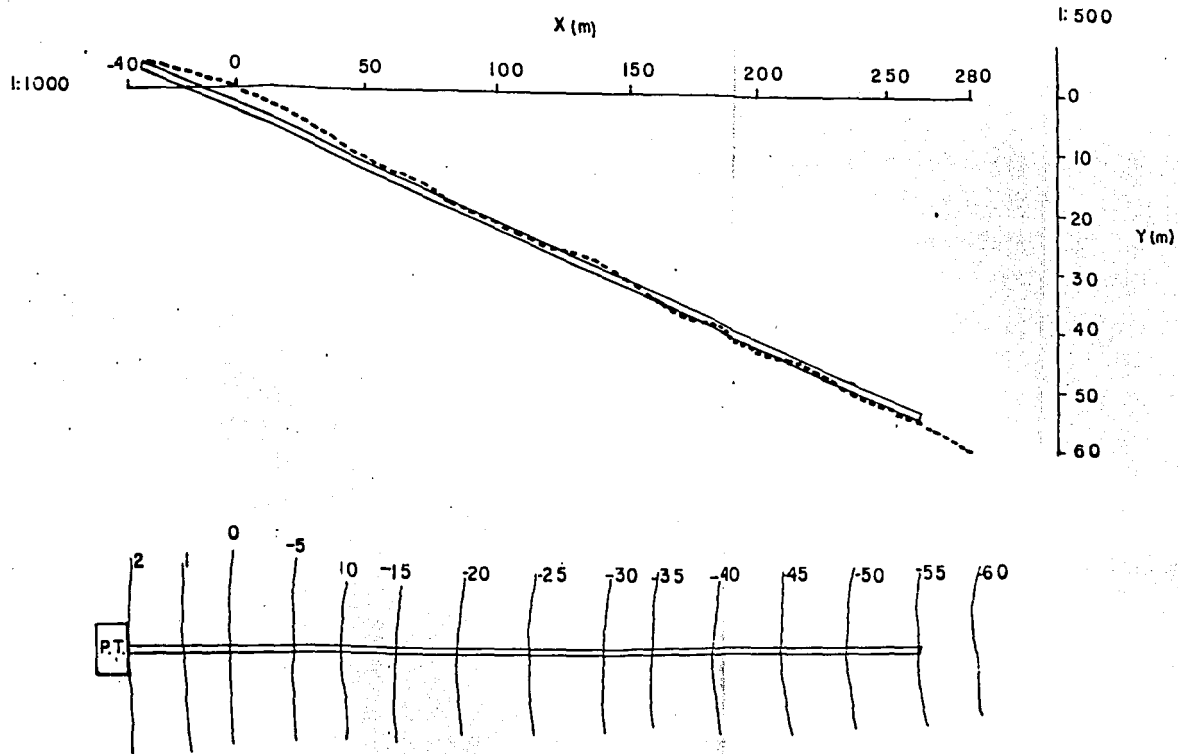
ANALISIS DEL CURSO DE CORRIENTES Y  
LOCALIZACION DEL PUNTO DE DESCARGA

FRANCISCO VALDEZ FOX

PLANO 4

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

67-E



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE GUADALAJARA	
ESCUELA DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
PERFIL DEL FONDO POR EJE DE EMISOR	
FRANCISCO VALDEZ FOX	PLANO 5

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- Hidráulica.- S. Trueba Coronel.- Norgis Editores, S.A
- 2.- Hidráulica.- King, Wisler, Woodburn.- Editorial Trifilas.
- 3.- Manual de Diseño de Obras Civiles.- Tomo A.2.13 Hidráulica Marítima.
- 4.- Impulsora Pirámide (constructora).- Guadalajara, Jalisco.
- 5.- Instituto de Oceanografía.- Manzanillo, Colima.

## OBRAS CONSULTADAS.

- 1.- Proyecto del Emisor Submarino de Puerto Vallarta, Jalisco.
- 2.- Diffusers for Disposal of Sewage in Sea Water. Journal of the Sanitary Engineering División. A.M. Rawn, F.R. Bowerman and N.A. Brooks, Marzo 1960. U.S.A.