

~~155~~ 1945

634

ESCUELA NACIONAL  
DE INGENIEROS  
UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO

V. 391-45

UNICO

RED DE DRENAJE PARA LA  
CIUDAD DE CAMPECHE

- TESIS QUE PRESENTA -  
MANUEL AMAYA MENA  
PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO CIVIL

MEXICO, D. F. - - MCMXLV



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

# I N D I C E

## INTRODUCCION.

- CAPITULO I.—ESTUDIOS PRELIMINARES  
RECONOCIMIENTO TOPOGRAFICO  
ELECCION DEL SISTEMA.
- CAPITULO II.—ANTE PROYECTO.  
DATOS TOPOGRAFICOS.  
INTRODUCCION AL CALCULO DE LA RED.  
LOCALIZACION DE LA RED.
- CAPITULO III.—PROYECTO.  
ZONAS TRIBUTARIAS.  
CRECIMIENTO DE POBLACION.  
DENSIDAD DE POBLACION.  
PERIODO ECONOMICO.  
CALCULO DE LA RED.  
ACCESORIOS.
- CAPITULO IV.—PLANTAS DE BOMBAS Y DESCARGA.  
PLANTA DE BOMBAS DE SAN FRANCISCO  
PLANTA DE BOMBAS DE SAN ROMAN.  
DESCARGA AL MAR.
- CAPITULO V.—PRESUPUESTO.  
ANALISIS DE COSTOS.  
DATOS GENERALES.  
COSTOS UNITARIOS.  
PRESUPUESTO.

## LISTA DE PLANOS

- 1.—Nomograma de la fórmula de Harmon.
- 2.—Plano de la Ciudad de Campeche.
- 3.—Plano General de la Red.
- 4.—Pozos de Visita Tipo.
- 5.—Brocal de Pozo de Visita Tipo.
- 6.—Planta de Bombas de San Román.
- 7.—Planta de Bombas de San Francisco.
- 8.—Sondeos del Litoral de Campeche.
- 9.—Descarga al Mar.

# INTRODUCCION

El hombre ha pugnado, desde la más remota antigüedad, por obtener un medio de vida que le garantice la estabilidad de su salud y por tanto de su vida misma.

Las primeras tribus nómadas que deambulaban por la tierra, escogían para acampar los lugares que les ofrecieran mayor número de seguridades y las defendieran tanto de los animales salvajes que frecuentemente las atacaban como de ese enemigo aún más terrible e invulnerable que es la enfermedad.

Más tarde, las tribus nómadas fueron fijando sus residencias, lo que trajo como consecuencia que adelantaran las artes y las ciencias y se fundaran ciudades cuyo esplendor ha perdurado a través de muchas generaciones. Al fundar sus ciudades, las tribus más civilizadas estudiaban con detenimiento el lugar que ocuparían; cuando no tenían influencias supersticiosas o religiosas como los Aztecas que esperaban encontrar el águila devorando la serpiente para fundar Tenochtitlán, procuraban situarse en sitios francamente sanos, cercanos a corrientes o grandes depósitos de agua que pudieran surtirlos del líquido elemento en cantidad suficiente para cubrir sus necesidades y de calidad tal que prestara garantías a su salud.

Cuando no encontraban lugares propicios cerca de depósitos o corrientes de agua, emprendían grandes obras para llevar ese elemento hasta sus habitaciones. Así tenemos a los Egipcios que 300 siglos antes de Cristo construían acueductos que conducían agua para usos agrícolas e higiénicos; los Fenicios que labraban canales en la roca viva para llevar a sus ciudades aguas de la sierra del Líbano; los Chinos, los Persas y en fin los Griegos y Romanos que hicieron grandes obras para el transporte de agua, obras que aún en nuestros días reciben el calificativo de notables.

En cuanto a obras de Drenaje, se hicieron en las grandes ciudades de la antigüedad como Babilonia, Cartago, Jerusalem, así como en Egipto. Los Romanos construyeron varias cloacas entre las cuales la más notable es la Cloaca Máxima.

Desgraciadamente en la Edad Media no se hicieron obras de drenaje lo que ha influido mucho en las ciudades modernas ya que la mayoría datan de esa época.

En la época actual, apenas a fines del siglo pasado se empezó a preocupar la sociedad por el saneamiento de las ciudades, haciéndose los primeros ensayos en Bunzlau y Praga, a pesar de lo cual las Ciencias Sanitarias han alcanzado en nuestros días adelantos notables.

Los gobiernos de los pises cultos se preocupan por sanear todo núcleo de población de regular importancia y dictar medidas profilácticas que deben seguir los particulares como miembros aislados de la Sociedad para salvaguardar su salud y la de sus semejantes. En nuestro país, por desgracia, debido a razones económicas, son pocas las ciudades que han alcanzado el beneficio del saneamiento, a pesar de que el Gobierno hace enormes esfuerzos por llevar su influencia benéfica hasta los más apartados puntos del país.

Siendo Campeche Capital del Estado del mismo nombre con población de más de 26,000 habitantes y con posibilidades de crecer en el futuro al aumentar sus vías de comunicación ya que posee riquezas naturales no explotadas, justo era que tanto el Gobierno Federal como el del Estado se fijaron en ella para dotarla de Abastecimiento de Agua y red de Drenaje, las que vendrán a remediar si no en su totalidad cuando menos en una gran parte, las enfermedades endémicas de la región, producidas, según estudios de la Secretaría de Salubridad y Asistencia Pública, por la mala calidad de las aguas y las contaminaciones que éstas sufren.

Existiendo entre el Gobierno del Estado y la Secretaría de Salubridad un plan de cooperación para obras de saneamiento, es muy posible que en breve plazo se comiencen en la Ciudad de Campeche las obras de Abastecimiento de Agua y Drenaje lo que aumentaría el prestigio del Gobierno actual y lo haría resaltar como un Gobierno humanitario y culto que se preocupa más por la salud de sus gobernados que por el embellecimiento de sus parques y monumentos.

# CAPITULO I

## ESTUDIOS

## PRELIMINARES

### 1.—GENERALIDADES:

La Ciudad de Campeche se encuentra situada geográficamente a los 19°50' Latitud Norte y 90° 33' Longitud Oeste de Greenwich. Su altura sobre el nivel del mar varía de 2 a 10 m. Se encuentra aproximadamente al centro del litoral de la Península de Yucatán. Es Capital del Estado y Cabecera del Municipio que llevan el mismo nombre. Es la Población más importante en el Estado; a 6 kms., aproximadamente al SE. se encuentra la pequeña Población de Lerma de importancia para la ciudad de Campeche por tener cerca del muelle para barcos de 14 pies de calado y donde además se encuentra una planta de almacenamiento de petróleo.

El Terreno que ocupa la Ciudad constituye una planicie que se extiende tres kilómetros a lo largo de la costa del Golfo de México, con una anchura variable, desde unos cuantos metros hasta unos dos kilómetros en su parte más amplia. La planicie está circundada por eminencias de escasa altura (no pasan de 65 metros sobre el nivel del mar), como es característico en toda la Península de Yucatán. En el extremo Norte de la Ciudad se levanta una cadena de cerros que llevan una dirección paralela a la costa y que nace frente a la Estación de los FF. CC. Unidos de Yucatán. Esta cadena separa al Valle de Kalá de la estrecha faja costera.

AL SW. la planicie de Campeche se angosta y por este lado sale la carretera a la pequeña población de Lerma. Antes del angostamiento están localizados los talleres del F. C. del SE. y el campo de aviación. La playa frente a la Ciudad es de muy poca pendiente, con fondo rocoso cubierto con una capa de espesor variable de fango. El oleaje, por consecuencia del poco fondo y de estar en la bahía cerrada del mismo nombre, es moderado. La marea tiene una altura de 1.20 m. y cuando se presenta la baja marea se descubre, una anchura de 100 a 300 mts. de lecho fangoso y en ocasiones fétido.

Fuera del estero de San Francisco que drena durante la época de lluvias el excedente de las precipitaciones en el Valle de Chiná y una angosta faja de la Ciudad, no existen corrientes superficiales debido a la gran permeabilidad, la poca pendiente y la exuberante vegetación del terreno.

El drenaje del agua pluvial en la ciudad se efectúa gracias a la pendiente natural del terreno, por las mismas calles hacia el mar.

La ciudad de Campeche fundada en el año de 1540, ocupa una superficie aproximada de 632 hectáreas con su zona más bien construida y más densamente poblada en la parte central y a lo largo de la costa conocida por "El Centro" (parte encerrada por las antiguas murallas construidas para defenderse de los piratas que asolaban la ciudad), el resto de la ciudad lo forman los barrios de San Román, Guadalupe, San Francisco, Santa Ana y Santa Lucía, de los cuales los tres primeros, en su totalidad uno y en parte los otros, también están más densamente poblados que el resto de la población.

El 16% aproximadamente de la longitud de sus calles está pavimentado, alcanzando este porcentaje un valor total de 16.5 kms. Las demás calles son de tierra más o menos planas y de anchura variable, careciendo de banquetas excepto en el centro.

### **VÍAS DE COMUNICACION:**

La ciudad se encuentra comunicada por Ferrocarril con la ciudad de Mérida, Yuc., y con Tenosique, Tab. Por carretera, con Mérida y con Champotón, Camp.

La comunicación con Mérida se hace por los Ferrocarriles Unidos de Yucatán, de vía angosta y que toca en su recorrido varios puntos del Estado así como de Yucatán. El Ferrocarril que va a Tenosique es el Ferrocarril del Sureste, actualmente en construcción y que unirá a Puerto México con Campeche, tiene en explotación el tramo Campeche-Tenosique (333 kms.) haciendo tres viajes por semana.

Las dos carreteras arriba mencionadas son revestidas y sin asfaltarse, pasa la primera por pueblos de regular importancia como Hopelchén y la segunda sólo atraviesa rancherías y Seybaplaya, pueblo de escasa importancia; en ambas hay servicio diario de carga y pasaje.

Además de las comunicaciones citadas, existen las comunicaciones marítimas que unen a Campeche con todos los Puertos del Golfo y las aéreas que unen a la Ciudad con Mérida, C. del Carmen, Villahermosa, Minatitlán, Veracruz, México y Chetumal con clipers de la C.M.A. y con otros puntos del interior del estado con pequeños aviones de propiedad particular.

### **CLIMA:**

El clima de Campeche es tropical y húmedo. La precipitación media anual es de 930 mm. produciéndose las mayores precipitaciones en los meses de Junio a Octubre, siendo la mayor precipitación media mensual registrada de 182.4 mm. en el mes de Julio.

Las temperaturas varían de 39.6° C la máxima, observada en el mes de Abril hasta 9° C la mínima observada en Febrero. La temperatura media es de 26.9° C.

Los vientos del SE. así como las brisas ayudan por las noches a soportar lo intenso del calor del día. Los vientos dominantes son los del Este pero a través del año pueden dominar de cualquier rumbo.

### **POBLACION:**

La población actual de la ciudad de Campeche es de 27,000 habitantes. Esta cifra fué estimada usando los datos del censo que se hizo con motivo de la Campaña de Desanalfabetización.



Esta cifra se justificó con los datos de mortalidad y natalidad proporcionados por la Oficina de Servicios Coordinados de Salubridad y Asistencia en el Estado, como se ve por la tabla siguiente:

AÑO	NATALIDAD	MORTALIDAD	DIFERENCIA
1940	1319	584	735
1941	1229	483	746
1942	1330	605	725
1943	1366	698	668
1944	1336	542	794
	Suma .....		3,668
	Población en 1940 .....		23,277
	Estimación de población .		<hr/>
	para 1945 .....		26,945

Se dispone además de los censos levantados en 1900, 1910, 1921, 1930 y 1940, por la Dirección General de Estadística de la Secretaría de la Economía Nacional, que en seguida se citan:

Censo 1900	—	17,665
" 1910	—	16,775
" 1921	—	18,938
" 1930	—	20,125
" 1940	—	23,277

Puede observarse que hasta 1921 la población primero tuvo un descenso como en todo el resto del país, ocasionado por el período Revolucionario y por la disminución del tráfico marítimo en el Puerto. Desde 1921 la población ha sufrido un lento aumento y entre 1940 y la fecha se ha tenido un buen incremento que ha sido debido principalmente a la explotación del chicle, a la construcción del Ferrocarril del Sureste que está llevando a cabo la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas, al impulso de los caminos carreteras y en parte el progreso que se observa en el resto del País.

Para el futuro puede esperarse un buen desarrollo para cuando terminada la construcción del Ferrocarril del Sureste, la terminación de la Guerra en el mundo para normalizar el tráfico marítimo, la intensificación de la agricultura, ganadería e industrias y finalmente mejores condiciones de higiene, confort en la ciudad con los servicios públicos.

Por los datos de natalidad y mortalidad proporcionados por los Servicios Coordinados, se da uno cuenta de lo alarmante de las cifras en mortalidad que revelan las malas condiciones sanitarias que prevalecen. Se tiene que el paludismo es la enfermedad más común en forma endémica debido a las condiciones poco sanitarias de la región, que favorecen los criaderos de mosquitos anófeles. Siguen al paludismo, las enfermedades de origen hídrico y cuyo índice de mortalidad es muy alto.

Es casi seguro que la mortalidad se verá notablemente disminuida cuando queden establecidos los servicios de agua y drenaje de la población, ya que la causa segura de las enfermedades, Disenteria, enteritis y Entero Colitis etc., es el uso de aguas contaminadas provenientes de pozos y de aljibes en muy malas condiciones sanitarias.

## **FUENTES DE RIQUEZA:**

Debido al clima que prevalece durante casi todo el curso del año, en el Municipio de Campeche, se cultivan todas las plantas propias del clima cálido, tales como maíz, frijol, coco de agua, caña de azúcar, arroz, yuca y camote; frutas como naranja, plátano, mango, aguacate, sandía, melón, ciruela, papaya, saramullo, limón, mamey, nancén, guayaba, marañón, caimito, tamarindo, guanabana etc. así como también toda clase de legumbres.

La riqueza forestal es de gran importancia, ya que es uno de los factores básicos de la Economía del lugar, explotándose actualmente en gran escala el chicle y diversas clases de maderas preciosas.

## **GANADERIA:**

Existiendo en el Municipio grandes terrenos con pasto natural propio para la alimentación del ganado, consecuentemente la ganadería es una de las fuentes de riqueza; en la actualidad se cría en esos lugares ganado vacuno, caballar, mular, lanar, caprino, asnar y porcino, así como diferentes clases de aves de corral.

## **INDUSTRIA Y COMERCIO:**

La Industria en la Ciudad de Campeche es de regular importancia, ya que si bien sus productos de exportación son reducidos, si alcanza a producir todo lo necesario para el consumo de la población y alrededores.

Entre las principales factorías, pueden contarse las fábricas de mosaicos, tejas, jabón, pastas alimenticias, cordelerías, cigarros, hielo, artículos de carey, vinos y licores, dulces etc.

Entre las industrias que producen artículos de exportación se cuentan las emparadoras de pescados, mariscos, la Harinera de Campeche y los Aserraderos.

Como se verá por lo anteriormente expuesto, Campeche cuenta con una riqueza natural muy amplia, que explotada debidamente y con todos los elementos necesarios, harían de este centro uno de los principales del País. La agricultura y ganadería no han alcanzado su máximo desarrollo, ya que la producción apenas satisface el consumo interior, debido a que uno de los elementos importantes, como lo es el agua, escasea considerablemente, por lo que es de vital importancia el abastecimiento de agua.

## **SERVICIOS PUBLICOS SANITARIOS:**

Los servicios sanitarios públicos no existen y los particulares son excesivamente malos; un 30% de las casas tienen por único servicio sanitario lo que en la región se llama "excusado de cajón", que consiste en un pozo negro tapado solamente por un tablón en el que se ha practicado un agujero; el resto de las casas cuenta con excusados con obturación hidráulica que van a desfogar a pozos negros abiertos generalmente en los patios de las casas los que al llenarse se vacían revolviendo las materias fecales con tierra, esta mezcla es depositada en tambores de fierro y alejada de la ciudad a altas horas de la noche. Algunas casas de las que están a la orilla del mar, tienen desfogues directos al océano.

Las aguas que se emplean para usos domésticos, como baños, lavado de ropa y trastos, provienen de pozos con profundidad que varía entre los 5 y 12 mts., aguas que con frecuencia están contaminadas por encontrarse estos pozos a corta distancia de los sumideros o pozos negros.

El agua que se usa para beber es la que proviene de las lluvias, se capta en las azoteas de las casas y se almacena en aljibes que la mayoría de las veces no reúnen las condiciones higiénicas deseables por no limpiarse con frecuencia, dándose el caso de que al limpiar una aljibe después de varios años de uso, se encuentren en su fondo entre el lodo que lo cubre esqueletos de animales que sufrieron todo el proceso de putrefacción entre las aguas que tomaban cantidad de individuos.

La eliminación de las aguas que provienen de algunos usos domésticos, lavado de pisos, etc., se hace vertiéndola en los patios para eliminarlas por filtración o sobre las superficies de las calles.

Siendo la ciudad de Campeche potencialmente rica y habiendo en construcción vías de comunicación que harán de su riqueza una halagadora realidad, es necesario proveerla de servicios públicos Sanitarios que presten a sus habitantes actuales y futuros seguridades de salud.

Existiendo el proyecto de dotar a esta Ciudad en un futuro próximo con un abastecimiento de aguas Potables, fuerza es que se la dote también de un sistema de drenaje que viene a ser complemento de lo primero en el saneamiento de cualquier entidad.

## RECONOCIMIENTO TOPOGRAFICO

El hombre para lograr la mayoría de sus inventos y descubrimientos, ha partido de la observación e imitación de la naturaleza, desde la caída de la manzana que Newton transformó en el descubrimiento de las leyes de gravitación, hasta el vuelo de algunas aves que han inspirado detalles de diseño de los más modernos aeroplanos.

También al pensar en las redes de drenaje, el hombre se fijó en la naturaleza para dar solución lógica a su problema. Observó la corriente de las aguas superficiales desde su formación a su desfogue en los grandes océanos y notó que el área de captación de un sistema hidrológico está demarcada por una línea divisoria o parte aguas constituida por partes más elevadas, de estas partes altas el agua desciende en forma de delgados filamentos que se van juntando para formar arrollos en los que las corrientes son generalmente rápidas y con régimen poco uniforme debido a la gran pendiente que tienen; los arrollos se unen a su vez para formar corrientes un poco más grandes cuyo régimen es más uniforme y su pendiente más suave corrientes que al unirse forman los ríos en los que el régimen es uniforme completamente y el movimiento de sus aguas más lento y regular y que tienen un lecho bien definido los que por fin desfogan a algún depósito, generalmente al océano.

La característica predominante en las corrientes superficiales es el movimiento de descenso con pendientes muy fuertes en las zonas de captación para llegar a ser mínimas en el tramo final, y la capacidad creciente de los tributarios y afluentes que van a desembocar a los cauces mayores.

Esta disposición, como se dijo antes, es la que ha servido de base al hombre para proyectar los sistemas de drenaje; las atarjeas más alejadas son como los pequeños arrollos que reciben solo la aportación de los alba-

ñales, estas atarjeas desembocan en conductos mayores que recolectan las aguas de una zona más extensa y que están localizados en las partes bajas de esa zona y que vierten sus aguas en el sitio de desfogue.

Por todo lo visto anteriormente, es la topografía del lugar la que debe decidir la localización de los colectores y de los desagües finales, quedando supeditados a ellos los desagües parciales, imitando a la naturaleza en que a menor capacidad mayor pendiente y viceversa.

En el reconocimiento topográfico que se haga de la zona por sanear, deben localizarse los parte-aguas que generalmente limitan las zonas tributarias a cada colector y las partes bajas donde irán localizados dichos colectores.

## ELECCION DEL SISTEMA

A una población no solo debe librársele de las aguas que resultan de los deshechos de sus habitantes, sino también de las aguas de lluvias en caso de que resulten molestas por no haber suficiente pendiente en la superficie para que corran con rapidez o por existir hondonadas que las almacenen provocando la formación de charcas que serán cuna de diversas enfermedades.

Cuando la misma red conduce las aguas negras y las pluviales el sistema se llama SISTEMA COMBINADO O UNITARIO y cuando hay un conducto para cada clase de agua el sistema recibe el nombre de SISTEMA SEPARADO o DIVISOR. Puede considerarse un tercer sistema, el SISTEMA MIXTO que es una combinación de los dos anteriores.

No ha podido quedar establecido en definitiva cual de los dos sistemas antes mencionados es preferible ya que ambos presentan ventajas y desventajas en proporciones iguales, al construirse las redes de drenaje modernas hubo gran entusiasmo por el sistema Unitario; actualmente muchas ciudades que contaban con un sistema combinado todavía en buenas condiciones están cambiando este por un sistema separado. En general el sistema Separado es más conveniente cuando la eliminación superficial es fácil o cuando se requiere tratar las aguas, ya que como fácilmente se comprende, es mucho mayor el volumen de aguas por tratar en el desfogue de un sistema Combinado que en el de un sistema Separado. Otra razón de gran peso que puede decidir sobre la supremacía de un sistema en determinada región es la económica, ya que el sistema combinado es indudablemente más caro por necesitar conductos de mayor capacidad pues las aguas de lluvias pueden tener un volumen 100 o 150 veces mayor que el de las aguas negras; cuando en una región pobre se hace necesaria la eliminación de las aguas pluviales, se escoge el sistema separado, ya que puede construirse la red para aguas negras y dejar para después la red de aguas de lluvias.

Campeche tiene una pendiente suficiente para que las aguas de lluvia se eliminen rápidamente hacia el mar sin causar molestias, pues las depresiones que se encuentran a tres o cuatro cuadras de la costa tienen salida lateral hacia pequeños cursos de agua, uno llamado "La Zanja" que da salida a las aguas de parte del barrio de Santa Ana a un lado del Jardín de Niños y el estero de San Francisco que elimina las aguas de una gran parte del barrio de Santa Lucía. Por lo tanto, es indudable que el sistema más conveniente para nuestro caso es el SEPARADO o DIVISOR.

## CAPITULO II

### ANTEPROYECTO

#### DATOS TOPOGRAFICOS:

Entre los procedimientos usuales para la obtención de datos topográficos, que se emplearán en la elaboración de un proyecto de Saneamiento, tiene gran importancia un reconocimiento directo del terreno, para que el proyectista pueda darse cuenta exacta de los accidentes topográficos y los aproveche en el proyecto.

En el levantamiento topográfico de una ciudad deben considerarse dos datos esenciales; los datos relativos a su planeación y los relativos a su nivelación, siendo de mayor importancia estos últimos ya que determinan los accidentes del terreno y permiten fijar con exactitud la profundidad de colectores y atarjeas. Los planos de que se disponga para hacer el proyecto de Saneamiento de una ciudad, deben estar hechos a una escala suficientemente grande para poder apreciar con mayor exactitud los detalles.

En mi proyecto utilicé un Plano de la Ciudad de Campeche que se levantó durante la administración del Gobernador Dr. Héctor Pérez Martínez, habiéndose encargado de la planimetría el Ing. Arturo Suárez del Solar y de la nivelación el Ing. Omer Escobedo P. T. Posteriormente se hizo el levantamiento de los lomeríos que circundan la ciudad por instrucciones del actual Gobernador, Lic. Eduardo J. Lavalle Urbina, trabajo que fue ejecutado por Antonio González y por mí, bajo la dirección del Ing. Escobedo.

#### INTRODUCCION AL CALCULO DE LA RED

Estudiando la disposición topográfica y aprovechando las depresiones naturales del terreno, tracé los colectores y atarjeas, los que debido a la planificación irregular de la ciudad, se ramificaron en forma diversa, adoptándose en las partes donde fué posible el sistema de bayonetas. Situé a lo largo de la costa y en dirección SW.-NE. un colector interceptor que es el único que alcanza diámetros grandes y que desfoga por medio de una planta de bombas hacia el mar.

Trazado el perfil del colector interceptor, ajustándose a las pendientes mínimas fijadas de antemano y a los desniveles del terreno (solamente en partes pues se carece de cotas del terreno en gran extensión) tracé los colectores y atarjeas que debían desembocar al interceptor, ajustándome también a las pendientes mínimas permisibles y a los desniveles del terreno.

Después hice la medición de cada uno de los tramos, anotándolas en el plano de la ciudad en sus lugares correspondientes; obtuve las longitudes acumuladas de los ramales que desfogan en el Colector Interceptor y medí las áreas que drenan cada uno de ellos para sacar la cantidad de habitantes por kilómetro promedio que serviría para el cálculo definitivo. Con estos datos preliminares desarrollé el cálculo final y obtuve los diámetros y cotas de plantillas anotadas en el plano No. 3.

## LOCALIZACION DE LA RED

Como ya dije en la parte relativa a Elección del Sistema, las aguas de lluvia no son un problema para la Ciudad de Campeche a pesar de lo abundante de las precipitaciones, por lo que el sistema Separado era el más conveniente para la ciudad.

Por razones económicas procuré que la descarga de aguas negras fuese única al mar, alejándolas hasta un punto en que la profundidad del mar fuese suficiente para asegurar su difusión y dilución, dejando la posibilidad de tratar las aguas antes del desfogue en caso de que produjesen feo aspecto o fuesen dañinas para la ciudad.

Observé que la ciudad está dividida en varias zonas separadas unas de otras por partes altas, y dispuse una o varias redes de atarjeas para recoger las aguas de cada una de ellas y llevarlas por medio de un Sub-Colector de mayor diámetro hasta el Colector Interceptor. Sería muy laborioso y hasta cierto punto inútil describir cada uno de los sistemas de atarjeas ya que pueden verse con toda claridad en el plano No. 3, Los Sub-Colectores o tramos que alcanzan diámetros mayores que el mínimo son: en la Avenida del Malecón hay dos pequeños tramos que desembocan a la Planta Auxiliar de Bombeo y que colectan las aguas de parte del barrio de San Román; las aguas que provienen del resto de ese barrio las recoge el colector que se inicia en el Paseo de los Héroes y desfoga al terminar el primer tramo del Colector Interceptor.

Otro Sub-Colector comienza en la Alameda y corre a lo largo de la calle 55 para desembocar también en el Colector Interceptor, recogiendo las aguas de parte del barrio de Santa Ana y de una pequeña parte del centro de la ciudad. El cuarto Sub-Colector está situado en las calles de León Guzmán, pasando a un costado del parque 7 de Agosto y del Jardín de Niños, desemboca como los anteriores en el Colector Interceptor y drena otra parte del barrio de Santa Ana y una pequeña zona del centro. El último Sub-Colector es el más largo y está localizado en la calle 105 A del barrio de Santa Lucía, sigue por la calle 16 y Ponciano Arriaga hasta desfogar en la Planta General de Bombeo, a él concurren sistemas de atarjeas que drenan los barrios de Santa Lucía, San Francisco y la Estación.

El Colector Interceptor corre a lo largo del Malecón de San Román, iniciándose en la Planta auxiliar de Bombeo, sigue por la calle 8 y se prolonga a lo largo de la costa siguiendo por el Malecón de Guadalupe (actualmente en construcción) hasta desfogar en la Planta General de Bombeo. Recibe directamente las aguas del centro, de Guadalupe y parte de San Francisco.

Como ya se dijo anteriormente, a estos colectores convergen redes de atarjeas que tienen un trazado irregular, excepto en pequeñas zonas en que siguen el trazado de bayonetas. La red así proyectada drena toda el área que ocupará probablemente la ciudad al extenderse; esta área está limitada al sur por el Ferrocarril del Sureste hasta la "Y" del F. C. Toda la zona que se extiende desde la línea descrita hacia el este es la considerada, con excepción de la parte muy accidentada (Colonia Bellavista) que cuenta con muy reducido número de habitantes.

Se garantiza en esta forma que las atarjeas quedarán a profundidades que permitan la inserción de las que se construyan en nuevos fraccionamientos o colonias que se desarrollen dentro de la zona indicada en el párrafo anterior, sin necesidad de hacer modificaciones costosas al sistema en el futuro.

## CAPITULO III

### PROYECTO

#### ZONAS TRIBUTARIAS:

Para deducir la cantidad de agua que puede correr por un conducto, se toma como base el área que sirve dicho conducto y la densidad de población en dicha área, considerando no la densidad actual, sino la que puede tener al fin del período de servicio de la obra.

Por eso es de mucha importancia determinar con el máximo de precisión, la población futura de la ciudad y la distribución que tendrá esta población en las áreas consideradas.

#### CRECIMIENTO DE POBLACION:

La población de una ciudad no permanece constante, sino varía según acontezcan en ella sucesos favorables o desfavorables, y según el desarrollo económico que alcance la ciudad.

Como la red que se proyectará servirá durante un número crecido de años, es probable que al transcurrir ese tiempo la población de la ciudad sea muy diferente de la actual, por lo tanto, es muy importante calcular la población que habrá en el futuro para evitar que después de unos pocos años de servicio, la red sea insuficiente para prestar los servicios a que se destina.

Para calcular la población futura es indispensable conocer la población actual, por lo que lo ideal sería hacer un censo de población para cada proyecto, pero como esto aumentaría en exceso el costo de la obra; hay que basarse en los censos que cada 10 años levanta el Gobierno Federal, ayudándose de los censos parciales y de los datos de Natalidad y Mortalidad llevados por el Departamento de Salubridad para obtener con la mayor exactitud posible la población actual.

Determinar exactamente la población futura es completamente imposible, pero se puede llegar a una aproximación suficientemente exacta empleando diversos métodos. En el caso de la Ciudad de Campeche se emplearon los siguientes:

**METODO ARITMETICO:** En este método se emplean los aumentos absolutos que ha tenido la población en diversos períodos, se saca el aumento medio y se aplica para años futuros.



**METODO GEOMETRICO:** Consiste en tomar los aumentos por cada período, pero no en forma absoluta sino el % de la población total, fijando el % promedio se aplica para la población futura.

**METODO DE INCREMENTO DE INCREMENTOS:** En este método se saca el incremento anual de la población y de dos incrementos anuales se saca el incremento de incremento; haciendo uso del incremento anual así como del incremento de incremento se saca la población futura.

Para nuestro caso tenemos:

**1.—METODO ARITMETICO:**

a) Considerando los datos de 1900, 1910, 1921, 1930, 1940 y 1945.

Población en 1945 .....	27,000	Hab.
Población en 1900 .....	17,665	"

Incremento en 45 años .....	9,335	"
Promedio del Incremento anual	207.4	Habitantes

b) Sin considerar los datos de población de 1900 y 1910 por haber pre-  
valecido condiciones que disminuyeron la población.

Población en 1945 .....	27,000	Hab.
Población en 1921 .....	16,938	"

Incremento en 24 años .....	11,062	"
Promedio de incremento anual	460.9	Habitantes

Promedio de incremento anual considerando a y b	334.1
Población para 1970	35,350.

**2.—METODO GEOMETRICO:**

a) Considerando todos los datos.

Fórmula general  $P_n = (1 + r)^n P_o$

en donde  $P_o$  es la población inicial y  $P_n$  la final.

AÑOS	POBLACION Hab.	INCREMENTO	n	1 + r
1900	17665	-890	10	0.994
1910	16775	163	11	1.000
1921	16938	1187	9	1.020
1930	20125	3152	10	1.015
1940	23277	3723	5	1.030
1945	27000	9335		5.059

PROMEDIO; 1.012

b).—Considerando los datos de 1900 y 1945

incremento 9335, n = 45

$1 + r = 1.0093$

c).—Considerando 1921 y 1945  
 incremento 10062, n = 15

$$1 + r = 1.021$$

Valor medio de 1 + r considerando a) b) y c)

$$1 + r = 1.141$$

POBLACION probable para 1970

$$P_{1970} = (1 + r)^{25} \times 27000$$

$$= (1.0141)^{25} \times 27000 = 1.42 \times 2700$$

$$= 38,300$$

$$\text{incremento anual } (38,300 - 27000) \div 25 = 452$$

3.—Método de incremento de incrementos.

AÑO	PERIODO	INCREMENTO	INCREMENTO ANUAL	INCREMENTO DE INCREMENTO
1900				
1910	10	-890	-89	
1921	11	163	14.8	103.8
1930	9	3187	354.1	339.3
1940	10	3152	315.3	38.9
1945	5	3723	744.6	429.4
SUMA:			1439.7	833.6

PROMEDIOS

de incrementos anuales .....	287.9
de incrementos de incrementos .....	166.7

Aplicando el método para períodos de 10 años se tiene.

Población en 1945 .....	27000
Incremento 1945-1955 = 2879 + 1667 .....	4546
Incremento 1955-1965 = 1667 + 4546 .....	6213
Incremento 1956-1970 = 6213 + 1667 .....	3940

2

Población en 1970 .....	41699
-------------------------	-------

Incremento medio anual	588.0
------------------------	-------

Resumiendo los resultados de los diversos métodos se tiene:

	Pob. en 1970	Incremento anual.
Método Aritmético .....	35,350	334.1
Método Geométrico .....	38,300	452.0
Método de Incremento de Incremento...	41,699	588.0
P R O M E D I O .....	38,450	443.7

Como resultado de todos los métodos aplicados para preveer el futuro crecimiento de la población, se acepta un crecimiento medio anual de 443.7 habitantes. La población que debe tomarse en cuenta para el proyecto se basará en ese dato y en el período económico que resulte de este caso particular.

## DENSIDAD DE POBLACION:

Llámanse densidad de una población a la cantidad de habitantes que se supone existe por unidad de superficie.

Los habitantes de una ciudad se distribuyen según las actividades que se desarrollen en las diversas zonas de ella, así vemos en las grandes ciudades que se consideran 4 zonas a saber:

ZONA COMERCIAL  
ZONA RESIDENCIAL  
ZONA INDUSTRIAL  
SUBURBIOS

En la zona Comercial se encuentran los principales centros de actividades comerciales, Oficinas públicas, mercados, etc. La población de esta zona es bastante grande pero solo durante determinadas horas del día.

La zona Residencial como su nombre lo indica, está formada casi exclusivamente de viviendas, están situadas en los mejores terrenos de la Ciudad y se procura adornarlas con parques y jardines para hacer más agradable su estancia en ellas. Es la zona menos densamente poblada de la ciudad.

En la Zona Industrial la densidad es bastante elevada debido a la intensa actividad que se desarrolla en ella; es la parte de más difícil localización en una ciudad, ya que las fábricas y demás edificios se encuentran diseminados en todas las zonas. Generalmente estas zonas se establecen en los puntos en que hay facilidades de transporte para dar salida a sus productos.

Finalmente los Suburbios o Barrios Bajos de la Ciudad es donde se agrupa gran cantidad de gente pobre, obreros, etc., y donde las densidades de población son muy elevadas.

En la ciudad de Campeche, debido a su escaso desarrollo industrial y comercial, no puede hacerse una clasificación de zonas como la indicada anteriormente, me concrete a tomar dos zonas, una a lo largo de la costa hasta la calle 18 en San Román y el centro y hasta la 16 en San Francisco, y otra comprendiendo el resto de la ciudad.

En la primera consideré una densidad de 108 hab/ha. y en la segunda una densidad de 34 hab/ha.

## PERIODO ECONOMICO:

Conociendo ya la población de la ciudad dentro de veinticinco años, debemos conocer el período económico de la obra, es decir, el tiempo en que la obra proyectada dé un servicio eficiente y preste beneficios o provechos que compensen justa y equitativamente el capital invertido y los réditos correspondientes.

**PERIODO ECONOMICO DEL PROYECTO DE LAS OBRAS.**—Suponiendo que estas obras se llevan a cabo con un crédito a determinado plazo e interés, se obtiene teóricamente el período económico que fija la capacidad del proyecto usando de la fórmula que para este mismo objeto se desarrolló en el proyecto de abastecimiento de agua de Culiacán, Sin., y que se expone a continuación

Llamando

P a la población actual  
p al incremento anual de población  
t al costo de las obras por habitante  
n al plazo del crédito en años  
n' al período económico en años  
r al interés anual del crédito.

Costo total de las obras para un período de n años  
$$C = (P + np) \times t$$

y para n' años

$$C' = (P + n'p) \times t$$

La diferencia entre los dos costos es

$$C' - C = p t (n' - n)$$

Para que n' sea el período económico se necesita que la diferencia anterior sea un capital que produzca utilidad igual a la cantidad de dinero necesario para que después de n años se costeen las obras de ampliación para servir hasta el año n'; puesto que de ser las utilidades menores no es costeable invertir esa diferencia en las obras; y si mayores es costeable hasta el límite n' que se busca.

Luego  $p t (n' - n) (1 + r)^n$  Utilidades en n años  
de la cantidad  $C' - C$

El costo de la ampliación de la obra vale  
$$\frac{(P + n'p) t - (1 - \frac{r}{50}) (P + np) t}{50}$$

puesto que es igual al costo como si no existiera nada anterior menos lo que representan en valor las obras constituidas para n años si se descuenta la depreciación. La depreciación se ha supuesto con ley lineal y la vida de las obras de 50 años.

Igualando los términos anteriores y despejando a n' se tiene

$$n' = \frac{P + (1 + r)^n n p - (1 - \frac{r}{50}) (P + np)}{P \left( (1 + r)^n - 1 \right)}$$

Aplicando los valores del caso

P 2700  
p 443.7  
n 15 años  
r 0.09

resulta  $n' = 23.4$  años

o sea que la población que deberá considerarse para el proyecto de las obras es

$$2700 + 23.4 \times 443.7 = 37380 \text{ ha.}$$

que se esperan la 1968.

## CALCULO DE LA RED:

Lo que necesitamos conocer esencialmente al iniciar el cálculo de una red de Saneamiento, ya sea del sistema Separado o del combinado, es la cantidad de agua que se va a expulsar por el sistema del alcantarillado, para así poder determinar los diámetros y pendientes de los conductos.

En el caso de un sistema separado hay que tener en cuenta dos factores esenciales, la limpieza y la inspección de la red, ya que los diámetros que resultan del cálculo son excesivamente pequeños y dificultan la inspección y limpieza.

Para subsanar estos inconvenientes escogí un diámetro mínimo para albañales y atarjeas, diámetro mínimo que se empleará aunque el cálculo dé resultados menores.

Para albañales adopté un diámetro mínimo de 0.15 m. que aunque es demasiado grande para el caudal de aguas que llevará, es preferible ya que facilitará su instalación y manejo y al mismo tiempo evitará azolves que con tanta frecuencia se producen en los albañales.

Para atarjeas elegí un diámetro de 0.20m., que resultó uniforme en todas y que permite tener una capacidad suficiente para desaguar el gasto aún de las más largas.

Las especificaciones establecidas para estos casos recomiendan que la velocidad mínima que debe tener el agua en los conductos para evitar azolves es de 0.60 m/seg. y la máxima para evitar erosiones en el tubo de 2,00 m/seg. Ambas velocidades a tubo lleno.

De acuerdo con la especificación que limita la velocidad mínima se fijaron las pendientes mínimas para cada diámetro y que resultaron ser:

Diámetro	Pendiente mínima	Capacidad
20	0.003	19
25	0.0025	31
30	0.002	46
38	0.0015	73
45	0.001	94
60	0.0008	170

Los cálculos de la red acusan un gasto máximo en atarjeas de 18 lts., aproximadamente con pendiente de 0.003. Esto dá margen de seguridad ya que las atarjeas generalmente tienen pendientes mayores que la indicada, teniendo la red así una capacidad eliminatoria mayor, que se traduce en mejores condiciones de escurrimiento.

El Colector Interceptor, como ya se dijo, quedó localizado en la Avenida del Malecón que es la más baja de la población; tomando en cuenta la cercanía de esta avenida al mar, es de suponerse que la infiltración que se tenga en las cepas a la hora de construir será muy grande, por lo cual anticipadamente se decidió que los colectores y las atarjeas quedaran, dentro de lo posible, a una elevación superior a la cota 0 que corresponde a la marea mínima, lo que se logró en gran parte.

En el plano podrá observarse que en el extremo Oeste de la población (Calle de Pípila) se tiene en la Avenida del Malecón una cota de 2.62 m., en el cruce de Riva Palacio y la citada avenida, se tiene una cota de 1.62 m. siendo la distancia entre estos dos puntos de 3 Kms. la pendiente general es muy baja para que pueda seguirse en esta dirección con un colector sin producir excavaciones muy profundas.

Podrá observarse también en el plano, que la Ría obliga a pasar la atarjea subcolectora de la zona de la Estación del F. C. de Yucatán a una elevación correspondiente a la cota 0 aproximadamente; esta profundidad se produce en la atarjea por tener un desarrollo de consideración y por pasar por puntos muy bajos.

En vista de que la atarjea de la zona de la estación resulta muy baja y de que la pendiente general de la Avenida del Malecón es de Poniente a Oriente, se decidió que la planta de bombas quedara localizada en la vecindad de la Iglesia de San Francisco.

Dado que el colector de la Avenida del Malecón resultaría muy profundo si se empezara en el extremo Poniente, se decidió establecer otra unidad de bombeo en las cercanías de la Iglesia de San Román; con esto se evita que se profundice todo el sistema ya que la longitud tributaria de atarjeas hasta la Iglesia de San Román es muy pequeña y por consiguiente de diámetro mínimo en el que tiene que emplearse una pendiente no menor de 0.003 para evitar tener velocidades menores de 60 cm/seg.; la distancia del extremo Oeste de la Población a la Iglesia de San Román es de 750 m. y con esta pendiente se tiene un desnivel de 2.25 m. La planta de bombas de San Román por lo tanto nos permite elevar el colector cuando menos 2m. que en su parte final representa una economía de consideración durante la construcción porque evita el tendido en cepas con agua.

Los gastos de operación de la planta de San Francisco se reducirán porque en estas condiciones se tendrá una carga más baja en las bombas, que trabajarán con el total del gasto de aguas negras. La planta de San Román trabajará de una fracción del gasto total solamente, pues su longitud tributaria de atarjeas sólo representa el 10.2% del total de atarjeas.

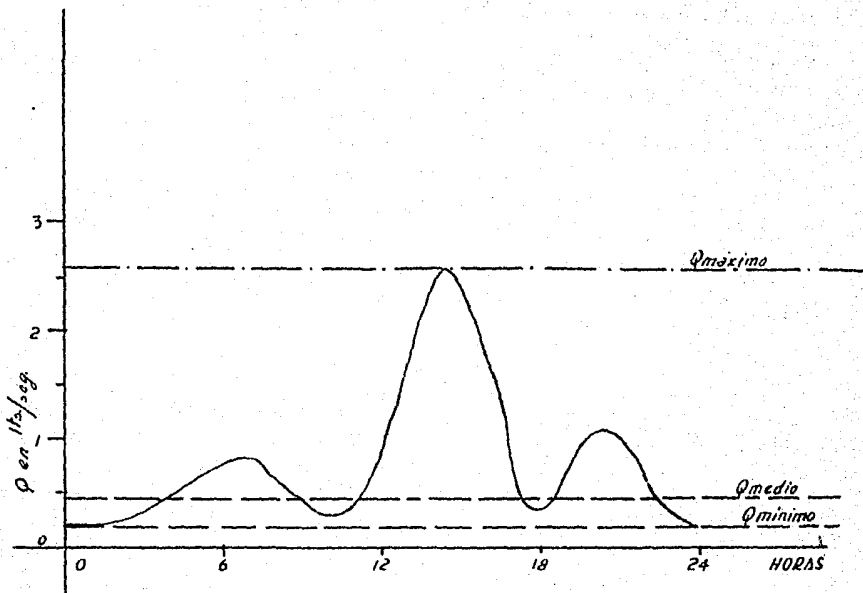
Como ya dijimos anteriormente, se consideraron dos zonas de distinta densidad de población, la Urbana o más densamente poblada con 108 habitantes por hectárea y la Sub-Urbana o menos densamente poblada con 34 hab./ha.

Para el cálculo de la red se consideró que la población está distribuida proporcionalmente a la longitud de atarjea. Suponiendo que la zona de alta densidad tendrá en un futuro 21,000 habitantes, tendremos que corresponden 550 hab./km. de red, la zona de baja densidad tendrá 17,000 habitantes y 390 hab./km.

Para este tipo, tamaño y categoría de ciudad que tiene un clima cálido puede suponerse que 150 lts./hab./día como aportación de aguas negras es un valor conservador y conveniente, correspondiente al 75% de una dotación de 200 lts./hab./día.

Las variaciones que sufren las aportaciones de aguas negras de cada una de las casas a diferentes horas del día son de mucha importancia, pudiendo decirse que son el factor principal para el cálculo de la red. Es bien sabido que el caudal total de Aguas Negras que se producen en una casa no se elimina de una manera uniforme, sino que hay horas del día en que el gasto es de mayor y horas en que casi llega a ser nulo; esta variación también se observa en los días de la semana y en los meses del año. Los usos domésticos son muy irregulares, durante la noche están en suspenso, en las primeras horas de la mañana empiezan las actividades domiciliarias y empieza por lo tanto la producción de aguas negras. Durante el día se tienen máximos de gastos, observándose como ley general que a medida que avanza el día el volumen vá creciendo, para descender durante la tarde y hacerse casi nulo en la noche.

La representación gráfica de lo anterior es la siguiente:



A estas variaciones se les dá el nombre de Fluctuaciones Horarias y como se dijo antes es muy importante conocerlas para iniciar el cálculo.

Si se establece una relación entre el gasto medio lts/seg. y el gasto máximo a la hora en que se efectúa la máxima fluctuación durante el día, obtendremos un número  $K$  que se llama Factor de Fluctuaciones y concentraciones. Este factor tiene gran importancia en el cálculo de la red, pues de él depende que las aportaciones se tomen en su máximo y se disponga de capacidad suficiente en tales condiciones.

El valor del factor  $K$  depende de la longitud del tramo y del área servida por dicho tramo. Las máximas fluctuaciones de una atarjea de corta longitud se concentran en el entronque del colector tan rápidamente que las aportaciones del final del tramo se pueden juntar íntegras con las del principio, no sucediendo ésto si el tramo es largo. Por todo lo expuesto vemos que el gasto medio aumenta más o menos en relación con la longitud del tramo.

Para encontrar el valor de  $K$  se han propuesto varias fórmulas y especificaciones. En el proyecto usé la fórmula de Harmon derivada de las experiencias hechas en los Estados Unidos, pues no existen datos correspondientes a poblaciones Mexicanas. La expresión de esta fórmula es:

$$M = 1 + \frac{14}{4 + P^{0.5}}$$

en donde  $M$  es la relación del gasto máximo horario al gasto medio de aportación,  $P$  es la población tributaria al punto considerado en miles de habitantes.

$$= 20 =$$

Para facilitar el uso de la fórmula de Harmon se utilizó el nomograma de tal fórmula elaborado en el Departamento de Saneamiento de la Dirección General de Ingeniería Sanitaria de la S. S. A. que permite obtener el gasto máximo horario para una longitud tributaria de atarjeas, una dotación específica y una densidad de Hab./km. dados.

En las atarjeas y subcolectores que encuentran en su recorrido zonas de dos distintas densidades medias, se calcularon las densidades medias que le corresponden mediante la fórmula:

$$D_m = \frac{D_1 L_1 + D_2 L_2}{L_1 + L_2}$$

D1 Densidad que corresponde a la longitud tributaria L 1

D2 Densidad que corresponde a la longitud tributaria L 2

Para el cálculo del agua de infiltración se consideró anticipadamente que sólo se presentaría ésta en aquellas atarjeas que quedaran con una plantilla inferior a la cota 80 cm. estimándose anticipadamente también que la longitud de atarjeas en estas condiciones sería de 3.5 km. Suponiendo una aportación de aguas de infiltración de 100 m<sup>3</sup> por día por km. de atarjea, se tiene un gasto de 4 l. p. s. Con objeto de simplificar el cálculo se utilizó ya tabla siguiente en los colectores que quedaron abajo de la cota 0.80 m.

Long. Km.	Gasto l. p. s.
0.5	0.60
1.0	1.14
1.5	1.71
2.0	2.28

Si el gasto de infiltración se considera como una población equivalente, corresponderá muy aproximadamente a 1,000 habitantes, si el gasto máximo es de 2.3 del gasto medio.

Los cuadros de los colectores incluyen solamente los tramos que a primera vista resultan con un gasto mayor que la capacidad del diámetro mínimo. La atarjea de diámetro mínimo y pendiente mínima tiene una capacidad de 19 lts/seg. que corresponde a 8.3 Km. de longitud para la densidad de 390 hab./km. y 5.7 km. para la densidad de 550 hab./km. cifras que permiten localizar rápidamente en qué tramos se excede el gasto de la capacidad mencionada.

Al colector interceptor lleva además de las aguas que recibe de las atarjeas y sub-colectores que se unen a él, el caudal máximo que emite la Planta de Bombas de San Román y que resultó ser de 20 l. p. s.

Al final se agregan los cálculos de los colectores y subcolectores cuyos diámetros exceden al mínimo.

## ACCESORIOS:

Se consideraron dos tipos de pozos para el servicio de la red:

POZOS DE VISITA.—Como su nombre lo indica, son pozos de diámetro suficiente para que pueda penetrar a su interior un hombre a fin de inspeccionar ocularmente el funcionamiento del conducto. En su entrada tie-



nen 6.60 m. de diámetro y en su fondo 1.20 m., dimensión suficiente para que se pueda mover un hombre con cierta libertad. Para mayores detalles ver el plano correspondiente.

Los pozos de visita se localizaron en las cabezas de atarjeas, cruces, cambios dependiente o de dirección, etc. y se procuró en lo posible no tener una separación mayor entre pozo y pozo de más de 110 metros. No se aceptó una especificación más conservadora en vista de que el renglón de pozos de visita es particularmente importante en el costo total de la obra.

POZOS DE CAIDA.—Se localizan en los saltos de pendiente donde se tenían que vencer fuertes desniveles. Las dimensiones de estos pozos serán las establecidas por la S. A. A.

La cantidad de pozos de cada clase así como sus profundidades que aparecen en el presupuesto se sacaron directamente del plano N° 3.

## CAPITULO IV

### PLANTAS DE BOMBAS Y DESCARGA.

#### PLANTA DE BOMBAS DE SAN FRANCISCO

Al estudiar el diseño de la Planta de Bomba de San Francisco, se tuvieron en cuenta los siguientes factores que afectaban su operación:

- 1º.—El problema que se origina por la dilución de las aguas negras en el mar y la posibilidad de contaminación de la playa.
- 2º.—Los aspectos económicos que se originan por las distintas variantes que pueden presentarse con los distintos diámetros que se le dé al desfogue.

Localización de la planta.

En el plano N° 2 se ve que el Colector Interceptor presenta una pendiente general en dirección de WaE se ve también que el cruzamiento de la Ría se obliga a tenerlo en una cota muy baja y que por este motivo está obligada la localización de la planta en un lugar cercano a la Iglesia de San Francisco. El lugar preciso para su construcción estará determinado por el terreno que pueda disponer el Gobierno del Estado y por la cantidad de agua del subsuelo que se presente en esta zona. Es de recomendarse que la planta se aleje de la playa, aún a costa de excavaciones mayores, si se reduce el agua de infiltración considerablemente.

Campo de dilución de aguas negras.

Dada la poca pendiente que presenta el perfil de la playa, se hace necesario tener una línea de descarga con un desarrollo de consideración. Por tenerse un tirante de agua salada muy pequeño y para aumentar la dilución inicial de las aguas negras, conviene tener la descarga con varias salidas y en dirección horizontal. Para el cálculo se supusieron las condiciones más desfavorables a saber:

- 1.—Cuando se tuviera la marea mínima.
- 2.—Cuando la descarga se hiciera en la condición anterior y además fuera máxima.

Los cálculos se hicieron para el caso de que no se tengan corrientes en dirección normal a la playa; no se pudo investigar la dirección y velocidad de las mismas.

Como es de suponerse que existan corrientes en dirección a la playa, desde el punto de vista sanitario conviene elegir la solución de 5 salidas con un tirante de 1.50 m. Se advierte que de acuerdo con las experiencias

realizadas en California (E. U. de A.) se señala una dilución de 200 a 225 partes de agua salada por una de aguas negras, para tener una concentración de 10 basilos coli por centímetro cúbico.

#### Tubería de Descarga.

La tubería de descarga deberá ser de tubo de fierro fundido de extremos lisos para usar juntas Gibault. Dada la incertidumbre que existe en las cotizaciones del equipo y los materiales se consideró necesario solamente estudiar 3 variantes de la tubería de descarga con diámetro de 305, 406 y 508 m.m. (12, 16 y 20 pulgadas). Para estas alternativas se calcularon los costos anuales, como se indica posteriormente.

En la parte de la playa, comprendida entre las mareas máxima y mínima, se hará necesario enterrar el tubo para evitar que se vea sujeto a alternativas de sequía y humedad. Para objeto de presupuesto se supuso que 1300 m. quedarán en estas condiciones y 1000 m. bajo el agua, en este último tramo se ha supuesto que se necesitan buzos para su instalación.

Puesto que el fondo es fangoso lo más probable que ocurra es que la tubería con el tiempo quede enterrada. No se consideró por este motivo la necesidad de anclarla.

#### Operación de la Planta.

Fué objeto de especial atención en el diseño de esta planta buscar la manera de simplificar su operación y asegurar dentro de lo posible su automatismo. Intentar predecir su funcionamiento es prácticamente imposible en vista de que no se dispone de datos estadísticos de plantas similares en la República Mexicana.

La elección de los equipos de bombeo tiene una limitación de orden técnico, como es la velocidad de las aguas negras en la tubería de descarga para que no se produzcan sedimentaciones, si se fija ésta en 60 cm/seg., los gastos que resultan para los diámetros en estudio son:

Diámetros	Gastos
305 mm.	45 lts/seg.
406 "	75 "
508 "	125 "

#### Tipo de Motores de las Bombas.

Las bombas serán centrífugas del tipo "non clog" de eje vertical y se alojarán en un cárcamo seco; los motores se alojarán en la parte superior.

Dado que en Campeche no puede disponerse de energía eléctrica para permitir la operación continua de la planta de bombas, se decidió que las bombas estuvieran accionadas por motores Diessel directamente o por unidades Diessel Eléctricas.

La ventaja que se tiene con unidades Diessel Eléctricas, es que permiten el automatismo de la planta, dentro de ciertos límites y permiten que se aproveche la energía eléctrica para la planta de San Román y el Comminutor que se pretende instalar en la de San Francisco. Existe la posibilidad de que al ampliarse la planta de Energía Eléctrica en Campeche, se puedan dejar dichas unidades como de emergencia.

La ventaja que presentan los motores Diessel conectados directamente a las bombas, es que se tiene un mejor rendimiento y por consiguiente un costo de operación menor. Presenta un serio inconveniente, ya que su operación requiere más atención del operador y una posibilidad de que trabajen incorrectamente. Otra ventaja relativa que presentan es el hecho de que la bomba dentro de un margen del 40% aproximadamente pueden va-

riar su velocidad y su gasto en una cantidad menor si se pretende que trabajen con una eficiencia satisfactoria.

Considerando que debe buscarse el automatismo de la planta para seguridad de la operación y que ésta quede preparada para utilizar la energía eléctrica de Campeche, tan pronto como se disponga de ella, se aceptó que era más conveniente la instalación de unidades Diessel Eléctricas o Similares.

#### Cárcamo.

En vista de que conviene tener tiempos largos de trabajos de las bombas y pocos arranques, se justifica, en este caso, tener un cárcamo de gran capacidad (si se compara con instalaciones de esta categoría). La capacidad del cárcamo se escogió para un hora de retención, lo que da un volumen aproximado de 100 metros cúbicos. En caso de que el gasto medio resultara menor que el previsto de manera que la retención fuera de 1.5 horas, que se señala como límite para que se produzca un estado séptico de las aguas negras, podrá bajarse el nivel de los flotadores de arranque.

#### Número de unidades de bombeo.

Resultando menor el costo de operación anual de un equipo con tubería de descarga de 406 m.m. se eligió éste y se decidió que se instalaran dos bombas del tipo "non clog" que fabrica la Economy Pump Co. movida cada una de ellas por unidades Diessel Eléctricas.

#### DESMENUZADOR

Por todos conceptos conviene evitar la descarga de sólidos fecales al mar, así como de otros desperdicios que pueden pasar por las bombas y ser arrastrados más de 1 Km. por las corrientes marinas sin desintegrarse. El equipo Conminutor que fabrica la Chicago Pump Company puede servir para este objeto, que tiene como ventaja sobre rejillas fijas, la de evitar el manejo de desechos y su disposición enterrándolos.

Este equipo se alojará en el cárcamo húmedo de la planta de bombas con su motor alojado en la parte superior, a la intemperie. Se escogió el modelo 25 M de la fábrica antes mencionada.

#### PLANTA DE BOMBAS DE SAN ROMAN.

La fuente de energía de esta planta quedó supeditada por completo a la decisión que se tuviera con respecto a la planta de San Francisco y en vista de que en esta última se decidió usar unidades Diesel Electric, se tomó para la planta de San Román como más conveniente la instalación de motores eléctricos con arranque de flotadores. Las bombas que serán del tipo "non clog" de eje vertical, se alojarán en un cárcamo seco para facilitar su inspección y reparación; los motores se alojarán en la parte superior de este cárcamo.

#### Capacidad del Cárcamo.

En una instalación tan pequeña como ésta, se justifica tener un cárcamo de una capacidad relativamente grande para poder regularizar los gastos de entrada satisfactoriamente; por esta razón se escogió un período de retención de un hora y media para el gasto mínimo indicado, con lo cual se previene la planta para tomar cualquier incremento de población tributaria que pueda ocurrir en ella y que sí puede ser de consideración dada su pequeña capacidad.

Con el gasto mínimo y una hora y media de retención, se obtiene un volumen aproximado de 16 metros cúbicos; antes de que llegue a tomar la población tributaria considerada, pueden bajarse los flotadores de arranque para tener un período de retención satisfactorio.

Localización de la Planta de Bombas.

Dada las pequeñas dimensiones de esta planta, se proyectó para que pueda alojarse en el camellón de la Avenida del Malecón, para evitarle al Gobierno del Estado tener que adquirir terreno con este objeto.

Si la Compañía de Luz y Fuerza de Campeche lo permite, el cable podrá tenderse por la postería de esa empresa; en caso contrario, podrá tenderse un cable subterráneo por el camellón antes mencionado.

Características de las bombas y motores.

**Planta de San Francisco.**—3 bombas de la Economy Pump. Inc. (una de emergencia) tipo F354 con 8" de succión y 6" de descarga, 1150 r.p.m. movidas por tres unidades Diesel Eléctricas D 44000 de tres fases, 60 ciclos y 220 volts.

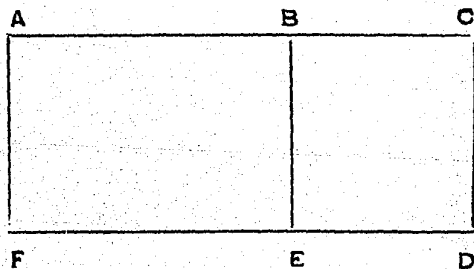
**Planta de bombas de San Román.**—2 unidades que trabajarán alternadamente para que una de ellas sirva de emergencia en caso de descompostura de la otra. Las bombas serán de la Chicago Pump Co. del tipo VOSOM-4 con 5" de succión. 4" de descarga y 870 r.p.m. con motor eléctrico vertical de 2 HP, 3 fases, 60 ciclos y 220 V.

Adelante se presentan planos de ambas plantas de Bombas.

Descarga al mar.

El estudio de la línea de descarga se apoyó en cuanto a su desarrollo y profundidad, en el plano de la Costa del Puerto de Campeche adjunto, que fué calcado del estudio hidrológico respectivo. Se reconoce que la topografía del fondo del mar habrá cambiado considerablemente para esta fecha, quedando por lo tanto la localización definitiva de esta tubería a criterio del supervisor de la obra que deberá procurar, de acuerdo con los sondeos que practique, que de ser posible a la distancia de 2300 metros indicada se tenga un tirante de agua en marea mínima no menor de 1.50 m. a la boca del codo de descarga. En caso de que se presente este tirante a una distancia menor, deberá cambiarse el tubo de 406 mm. en una longitud conveniente, por otro de menor diámetro para producir la misma pérdida de carga, si es que se pretende conservar el mismo equipo de bombeo. En el plano de la descarga al mar se indica como deben disponerse las cinco salidas horizontales.

Cálculo de la Planta de Bombas de San Román



Peso A B	=	$0.25 \times 4.20 \times 6.05 \times 2400 + 4 \times 500$	
	=	$15240 + 2000 = 17240 \text{ Kg.}$	17240 Kg.
Peso A F	=	$0.25 \times 2.90 \times 5.55 \times 2400 + 2.10 \times 500$	
	=	$9700 + 1050 = 10750 \text{ Kg.}$	10750 Kg.
Peso B E	=	$0.25 \times 2.90 \times 6.55 \times 2400 + 0.20$	
		$\times 3.00 \times 2.90 \times 2000 + 2.10 \times 500 +$	
		$2.10 \times 1300 = 11400 + 3480 + 1050 + 2730$	
	=	$= 18600$	
Peso B C	=	$3.20 \times 0.25 \times 6.55 \times 2400 + 0.20 \times 3.00$	
		$\times 2.90 \times 2000 + 2.53 \times 1300 = 12560 +$	
		$3290 + 2490 = 18280 \text{ Kg.}$	18280 Kg.
Peso C D	=	15930 Kg.	15930 Kg.
Peso Fondo	=	$7.40 \times 2.90 \times 500 = 10700 \text{ Kg.}$	10700 Kg.
Peso Agua	=	$4.20 \times 2.90 \times 4000 = 48700 \text{ Kg.}$	48700 Kg.

$$\text{Fatiga del terreno} = \frac{175780}{7.40 \times 2.90} = 8250 \text{ Kg./m}^2$$

Carga sobre losas de Fondo:

$$8250 + 3500 = \frac{594000}{7.40 \times 2.90} = 10240 \text{ Kg/m}^2$$

Siendo 3500 Kg/m<sup>2</sup> igual a la subpresión.

Losa I

$$L_1 = 4.20 ; L_2 = 2.90 ; \frac{L_1}{L_2} = 1.44$$

$$\text{Fondo: } P_1 = 0.21 \times 10250 = 3075 \text{ Kg.}$$

$$P_2 = 0.79 \times 10250 = 6975 \text{ Kg.}$$

$$M_1 = \frac{3075 \times 4.20^2}{8} = 6780 \text{ Kg. m.}$$

$$M_2 = \frac{6975 \times 2.90^2}{8} = 7340 \text{ Kg. m.}$$

$$d = 27 \text{ cm.} \quad h = 32 \text{ cm.}$$

$$As_1 = \frac{678000}{1100 \times 27} = 22.7 \text{ cm}^2 \quad \text{Var. diám. } \frac{5}{8}'' \text{ a } 8.5 \text{ cm.}$$

$$As_2 = \quad = 24.6 \text{ cm}^2 \quad \text{Var. diám. } \frac{5}{8}'' \text{ a } 8.0 \text{ cm.}$$

Losa II

$$L_1 = 3.20 ; L_2 = 2.90 ; \frac{L_1}{L_2} = 1.1$$

$$\text{Fondo: } M_1 = \frac{5125 \times 3.20^2}{8} = 6570 \text{ Kg. m.}$$

$$A_t = 0.003 \times 27 \times 100 = 8.1 \text{ cm}^2 \quad \text{Var. diám. } \frac{5}{8}'' \text{ a } 8.5 \text{ cm.}$$

Losa III, piso.

$$L_1 = 4.20 ; L_2 = 2.90 ; \frac{L_1}{L_2} = 1.44$$

$$P_1 = 0.21 \times 500 = 105 \text{ Kg}$$

$$P_2 = 0.79 \times 500 = 395 \text{ Kg}$$

$$M_1 = \frac{105 \times 4.20^2}{8} = 233 \text{ Kg. m.}$$

$$M_2 = \frac{395 \times 2.90^2}{8} = 417 \text{ Kg. m.}$$

$$d = 6.5 \text{ cm.}$$

$$h = 11.5 \text{ cm.}$$

$$As_1 = 3.27 \text{ cm}^2$$

$$\text{Var. Diám. } \frac{3}{8}'' \text{ a } 21.5 \text{ cm.}$$

$$As_2 = 5.82 \text{ cm}^2$$

$$\text{Var. diám. } \frac{3}{8}'' \text{ a } 12 \text{ cm.}$$

Losa IV Piso casa máquinas y techo.

$$L_1 = 3.20 ; L_2 = 2.90 \quad \frac{L_1}{L_2} = 1.1$$

$$P = 400$$

$$M = \frac{400 \times 3.20^2}{8} = 512 \text{ Kg. m.}$$

$$d = 7.5 \text{ cm. ; } h = 12.5 \text{ cm.}$$

$$As = 6.2 \text{ cm}^2$$

$$\text{Var. diám. } \frac{3}{8}'' \text{ a } 11.5 \text{ cm.}$$

en ambos sentidos

Trabe de apoyo del motor-bomba

Peso por equipo  $W = 3$  ton. (Incluyendo impacto) para soportarlo en 3 Trabes

$$P = 1 \text{ ton. ; } L = 2.90 \text{ m.}$$

$$M = 0.5 \times 1.45 = 725 \text{ Kg. m.}$$

$$b = 20 \text{ cm. ; } d = 19 \text{ cm.}$$

$$As = 3.41 \text{ cm}^2 \quad 3 \text{ Var. diám. } \frac{1}{2}''$$

$$v = \frac{500}{20 \times 19 \times 0.87} = 1.5 \text{ Kg./cm}^2$$

La planta de bombas de San Francisco se calculará al localizarse definitivamente.

	A	B	B	C	D	C	F
Pieza							
Long.	4.20			3.20		2.90	
C. U.	3500			3500		3500	
Me	-3810	-3810	-4910	-2420	+2420	+2420	-3810
Visost.	7350	7350	5600	5600	5075	5075	5600
V	0	0	778	778	0	0	0
V'	7350	7350	6378	4822	5075	5075	5600
Dist. V = 0	2.10			1.82		1.45	
M +	+3910			+900		-1250	
Inflex.	0.61	0.61	1.11	0.66	0.60	0.60	0.61
M	-13.30	-13.30	-17.20	-8.46	+8.46	+8.46	-13.30
Is jd	+13.70			+3.14		-4.37	
v/1265	4.01			4.01		3.80	
As	-9.29	-9.29	-13.69	-4.45	-4.66	-4.66	-9.29
	+9.69					-0.57	
Sep. Var. a	13.0	13.0	9.00	2.70			13.0
Sep. Var. b	12.5						12.5
					26.0	26.0	

**Sin presión exterior del agua Freática**

Long.	4.20			3.20		2.90	
C. U.	4000			0		0	
Me	+4400	+5420	+1580	-328	+328	+328	+4400
Visost.	8400	8400	0	0	0	0	8400
V	243	243	600	600	0	0	243
V'	8157	8643	600	600	0	0	8157
Dist. V = 0	2.04						2.04
M +	3.94					3.28	
Inflex	0.48	0.55					0.48
M	+15.4	+18.99	+5.53	-1.15	+1.15	+1.15	+15.4
Is jd	13.80			3.34		+1.15	
v/1265	4.60			4.60		0.48	
As	+9.80	+11.39	+0.93		+0.63	+0.63	+9.80
	9.20					0.63	
Sep. Var. a	13.00						13.00
Sep. Var. b	12.00	8.5					12.00

At = 0.003 x 26 x 100 = 7.8 cm<sup>2</sup> Varillas Ø 1/2" a  
 Armado mínimo = 0.003 x 26 x 100 = 7.8 cm<sup>2</sup>



	C	F		A	E		B	
2.90			2.90			2.90		
3500			3500			0		
	+ 2420	- 3810		- 3810	+ 730		+ 730	
	5075	5075		5075	0		0	
	0	0		0	0		0	
	5075	5075		5075	0		0	
1.45			1.45					
1250			- 1.40					
	0.60							
	+ 8.46	- 13.30		- 13.30	+ 2.55		+ 2.55	d = 26
4.37			- 0.49					
3.80			5.80			10.84		
	- 4.66	- 7.50		- 7.50				
0.57								
		16.0		16.0				
	26.0							
2.90			2.90			2.90		
0			4000			4000		
	+ 328	+ 4400		+ 4400	- 3840		- 3840	
	0	5800		5800	5800		5800	
	0	0		0	0		0	
	0	5800		5800	5800		5800	
			1.45			1.45		
3.28			+ 200			+ 360		
					1.03		1.03	
	+ 1.15	+ 15.40		+ 15.40	- 13.45		+ 13.45	
+ 1.15			0.70			+ 1.26		
0.48			6.45			7.30		
	+ 0.63	+ 8.95		+ 8.95	- 6.15		- 6.15	
0.63								
					19.5		19.5	
		13.5		13.5				d = 26

cm<sup>2</sup> Varillas  $\text{O } \frac{1}{2}''$  a 15.5 cm. (Se repartirán en las dos caras de los muros).  
 $0.03 \times 26 \times 100 = 7.8 \text{ cm}^2$  Var.  $\text{O } \frac{1}{2}''$  a 15.5 cm.

## CAPITULO V

### P R E S U P U E S T O

#### ANALISIS DE COSTOS.

Se consideraron como condiciones generales para la elaboración de este capítulo las siguientes:

- a) Clima tropical con abundancia de lluvias, Zona palúdica.
- b) Como consecuencia de lo anterior, se tiene en la mano de obra un rendimiento bastante bajo.
- c) Costo medio de vida, resulta por lo tanto muy alto.
- d) El comercio está sujeto al transporte marítimo para su abastecimiento. Este se hace en forma muy irregular.

#### DATOS GENERALES.

- a).—**Clasificación del terreno.** (Campeche)
  - 1.—Tierra
  - 2.—Sahcab (debe considerarse como roca suelta).
  - 3.—Roca fija.
- b).—**Salarios.** (8 horas diarias).

	Sin incluir 7º día.	Incluyendo 7º día.	Incluyendo 7º día y Sal. Sup.
Peón (Salario Mínimo)	\$ 3.50	\$ 4.08	\$ 5.15
Peón (Tarea)	4.00	4.67	5.75
Albañil 1º	8.00	9.33	9.85
Albañil 2º	6.00	7.00	7.88
Carpintero 1º	8.00	9.33	9.85
Mecánico	10.00	11.83	12.30
Operador	6.00	7.00	7.88
Barretero	4.00	4.67	5.75
Poblador	6.00	7.00	7.88
Herrero	5.00	5.83	6.78

Salario de emergencia, de acuerdo con el Decreto Presidencial del 2 de Septiembre de 1943.

c).—Mano de Obra. (Destajos).

Cimientos	\$ 5.50 m2	(De mampostería de piedra y sec. comunes).
Muro	\$ 6.00 m2	(Mamp. de piedra de 0.30 m. de espesor.)
Enlucido	2.00 m2	(Hecho con cal)
Aplanado	1.00 m2	(Cal-Arena)
Colocación Mosáico	2.00 m2	
Viga Concreto	10.00 m1	(Secciones comunes)
Concreto	12.00 m2	

Datos complementarios:

C. N.C. Excavación en tierra de	\$ 1.00 a	\$ 1.50 m <sup>3</sup>
" " sahcab	2.08 a	3.08 m <sup>3</sup>
" " roca	3.18 a	4.75 m <sup>3</sup>

Sin embargo, como se verá posteriormente, los precios por concepto de excavación varían considerablemente cuando se trata de la "excavación en cepas".

Los precios dados por la C. N. C. no incluyen amortización de equipo.

d).—Materiales.

Arena	\$ 18.00	m <sup>3</sup>	(Piedra quebrada).
Piedra	10.00	m <sup>3</sup>	
Grava	18.00	m <sup>3</sup>	(Piedra quebrada).
Pedacería	16.00	m <sup>3</sup>	(Para cama).
Cal	15.30	Ton.	(Costo comercio).
Cal	9.10	Ton.	(Construyendo una cale- ra).
Cemento	214.00	Ton.	(Sacos de 43 Kg. a \$9.00).
Madera	0.75	pie.	
Pavimento	10.00	m <sup>2</sup>	(Petrolizado con 2 riegos).
Dinamita 60% cartuchos	0.80	c/u	
Cañuela rollo	0.40	m <sup>1</sup>	
Fulminantes	116.00	millar	
Fierro	800.00	Ton.	
K. W. hora	0.22		(Costo de producción).

Existen probabilidades de fabricar la cal.

Puede explotarse banco de piedra.

Se recomienda ejecutar obras de mampostería a base de piedra. El servicio de energía es muy deficiente, por lo que se recomienda considerar equipo generador en las plantas de bombeo.

e).—Transportes.

Ferrocarril (Precios/ton.) (México-Veracruz)			
Mexicano	M. C. E.	C. C.	Kg.
Tubo de concreto de más de 0.50 m. de diámetro....	\$ 39.60	\$ 23.05	12 500
Tubo de concreto de menos de 0.50 m. de diám...	35.99	23.85	15 000
Cemento .....	35.99	25.24	20 000
Fierro .....	35.99	25.54	18 000
Nacionales de México (Interoceánico)			
Tubo de concreto de menos de 0.50 m. de diám...	16.06	10.48	12 500
Cemento .....	16.06	11.32	20 000
Fierro .....	16.06	11.32	18 000
Barco (Precios/ton.)			
Veracruz-Campeche.			
Cemento .....	33.19		
Varilla Fierro .....	41.98		
Tubería .....	48.47		
Maquinaria .....	56.38		
Puerto México-Campeche.			
Tubería .....	45.50		
Cemento .....	32.26		
Varilla Fierro .....	41.98		
Maquinaria .....	56.38		

f).—Estibado. (Precios/ton.)

	A la bodega	A la estación
Artículos de Fierro .....	\$ 8.05	\$ 8.62
Petróleo .....	7.01	8.62
Explosivos en General....	15.00	18.00
Pólvora .....	10.00	10.00
Dinamita .....	10.00	10.00
Cemento (Saco de 50 Kgs.)	0.15	
Rieles .....	4.60	
Maquinaria (Precio por kg.)		
Peso menor de 500 Kg....	0.01	
Mayor de 500 y menor de 1000 .....	0.015	
Mayor de mil menor que 2000 .....	0.03	
Peso menor de 500 .....	0.01	
Mayor de 500 y menor 1000	0.02	

### g).—Rendimientos.

#### Rotura de pavimentos.

Asfalto.—Se considera que 1 peón rompe 15 m<sup>2</sup>/día.

Piedra.—Se considera que 1 peón desempiedra 30 m<sup>2</sup>/día, acomodando el material en la banquetta.

#### Colocación Cama.

Se consideró que 2 peones colocan 30 m<sup>2</sup> de cama, apisonándola.

No se tomó en cuenta la profundidad.

#### Excavaciones.

Un peón excava 3.0m<sup>2</sup> en tierra hasta 2.5 m. de prof.

Un peón excava 1.0m<sup>2</sup> en sahcab hasta 2.5 m. de prof.

La excavación en roca se analiza posteriormente.

Se considera que mientras el peón no tenga que traspalear a alturas de 2.5 m. su rendimiento es prácticamente constante a diferentes profundidades; sin embargo el costo de la excavación aumenta, cuando se trabaja a profundidades mayores, por la necesidad del traspaleo.

#### Entubación.

Un albañil de 1<sup>º</sup> y dos peones bajan y colocan (alineándola).

100 ml. de tubería de 0.20 m. de diám.		
90 ml.                   "           0.25 m.           "		
80 ml.                   "           0.30 m.           "		
60 ml.                   "           0.38 m.           "		
30 ml.                   "           0.45 m.           "		
20 ml.                   "           0.60 m.           "		

Un albañil de 2<sup>º</sup> y dos peones juntean:

70 ml. de tubería de 0.20 m. de diám.		
60 ml.                   "           0.25 m.           "		
40 ml.                   "           0.30 m.           "		
30 ml.                   "           0.38 m.           "		
15 ml.                   "           0.45 m.           "		
10 ml.                   "           0.60 m.           "		

Estos rendimientos incluyen profundidades hasta 5 m.

#### Tapado de cepas.

En el tapado de cepas no se considera rendimiento, sino que se paga a un precio que equivale al 50% de la excavación en tierra.

Apisonado en cepas de 0.20 m. de espesor.

#### Reempedrados.

Un empedrador hace 12 m<sup>2</sup> por día.

#### Pozos de visita.

Se consideran rendimientos por unidad completamente terminada.

Un albañil de 1<sup>º</sup> y 1 peón hacen un pozo a:

1 m. de prof. en 24 horas.	
2 m.           "           24 horas.	
3 m.           "           28 horas.	
4 m.           "           30 horas.	
5 m.           "           32 horas.	

## Pozos de caída.

Como los anteriores, se consideran rendimientos por unidad completamente terminada. La caída no incluye la construcción del pozo de visita correspondiente. Un albañil de 1ª y un peón hacen una caída en 8 horas para cualquier diámetro de atarjea, y a una profundidad máxima de 2.00 m.

## Brocales.

Piezas precoladas y llevadas al lugar de su instalación.

Un albañil de 1ª y 2 peones hacen 2 unidades completas en 8 horas.

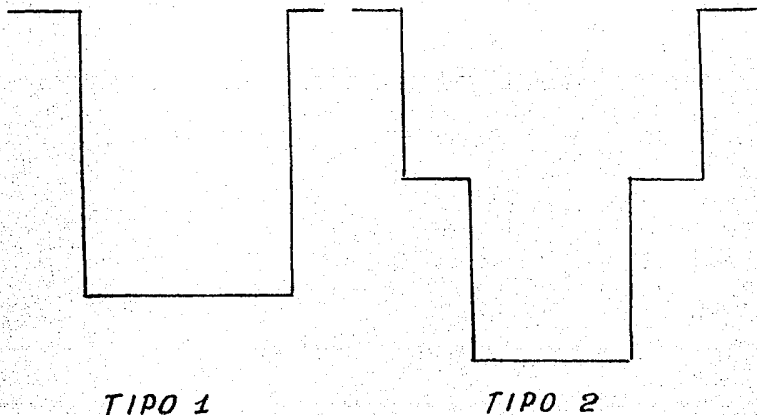
## h).—Excavaciones.

Los análisis para las excavaciones se ajustaron sólo para tres clasificaciones:

Clase I:	tierra.
Clase II:	sahcab (roca suelta)
Clase III:	roca fija.

Para el cálculo de las excavaciones en clases II y III, se utilizó la sección TIPO I. Para el cálculo de las excavaciones en clase I, se utilizó la sección TIPO 1 hasta una profundidad de 2.50 m. La sección TIPO 2 se usó solamente para la clase I a profundidades mayores de 2.5 metros.

Cuando hubo necesidad de considerar bombeo, la cepa se amplió a 0.15 m. de un solo lado.



TIPO 1

TIPO 2

Los rendimientos en cualquier tipo de excavación (en cepas, cárcamos, etc.) son constantes para cualquier profundidad; variando el costo por la necesidad de traspaleo a profundidades mayores de 2.50 m. El rendimiento de un peón en traspaleo es igual al rendimiento en "excavación en tierra" dividido entre 2.

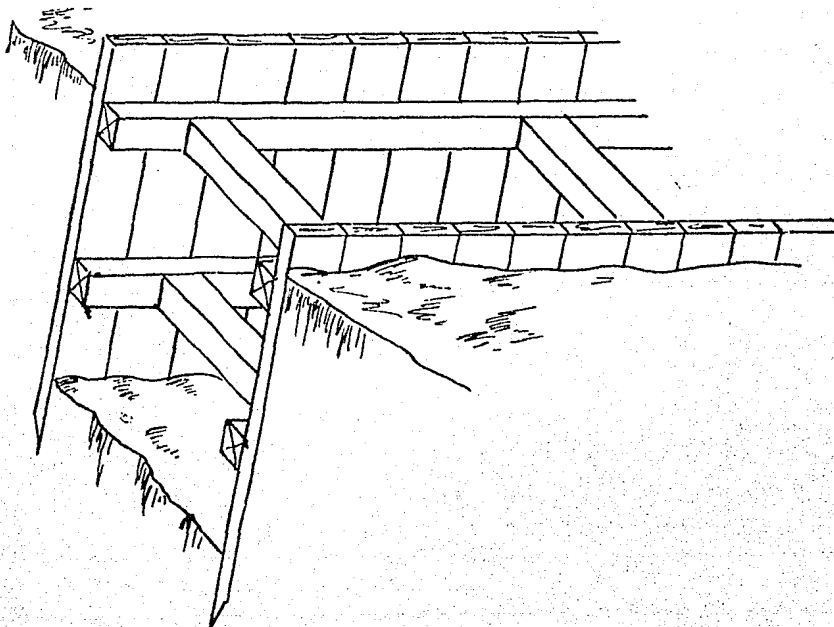
i).—**Camas.**

Los espesores de la cama para el tubo, cuando las condiciones así lo exigen, se fijaron como sigue:

Dim. Tubería	Espesor cama
0.20 m.	0.10 m.
0.25	0.11
0.30	0.12
0.38	0.14
0.45	0.16
0.60	0.21

j).—**Ademe.**

El ademe se considera construido con tablones de 2" de espesor y 6" de ancho con longitudes variables según la profundidad de la cepa. Para sostener los tablones verticales se utilizarán marcos horizontales, desmontables, colocados a una distancia de 0.50 m. a 1.0 m. de separación entre sí. Serán construídos con madera de 3" x 3" y tendrán una longitud total de 3.50 m. de largo. (Ver figura.)



k).—**Juntas.**

Número de juntas consideradas por 10 m. l. para los distintos diámetros.

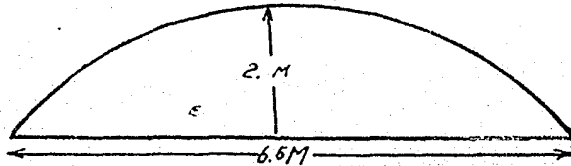
Diámetro.	No. juntas.
0.20 m.	12.6
0.25 m.	13
0.30 m.	13
0.38 m.	13
0.45 m.	8.4
0.60 m.	8.4

Cantidades de morteros cemento-arena 1:3 para las juntas:

Diámetro	lbs. por juntas.
0.20 m	1.5
0.25	2.0
0.30	3.0
0.38	4.0
0.45	5.0
0.60	6.5

En estas cantidades ya están incluidos los desperdicios 15%.

1.—Cal fabricada.



$$V = \frac{\pi}{24} b (3c^2 + 4c^2)$$

$$c = \frac{2}{6.5} = 42.25$$

$$= \frac{3.14 \times 2 (126.75 + 16)}{24}$$

$$= \frac{6.28 \times 142.75}{24}$$

$$= \frac{896}{24} = 37.3 \text{ m}^3$$

Que tienen un valor de  $\frac{400}{37.3}$

\$ 400.00

El m<sup>3</sup> cuesta  $\frac{400}{37.3} =$

\$ 10.70

$$37.3 \times 1200 = 44.8 \text{ ton.}$$

La tonelada cuesta  $\frac{400}{44.8} =$

\$ 9.10

2.—Cal en comercio.

Costal de 60 lbs.

\$ 1.10

$$\text{Costo por ton. } \frac{1.10 \times 1000}{60 \times 1.200}$$

15.30/ ton.

3.—Cemento puesto en Campeche.

Costo aproximado de la tonelada.

Fletes.

México-Veracruz (F.C. Mexicano)

\$ 25.54

Veracruz-Campeche (Barco)

„ 33.19

Muelle fiscal-Campeche (Camión)

„ 10.00

$$= 37 =$$



Almacenaje (15 días):  
 En almacenes generales de depósito  
 Estibados:

Al carro F-C (México)	\$ 2.00
Ferrocarril Almacén (Veracruz)	4.00
Almacén-Barco (Veracruz)	9.00
Barco-Muelle fiscal (Campeche)	2.80
Cemento	65.00

	SUMA	\$ 151.53
Imprevistos 10%		15.15

	SUMA	\$ 166.68
Aumento por partidas faltantes 20%		" 33.34

---

\$ 200.02

**4.—Fierro para construcción puesto en Campeche.**

Costo aproximado por tonelada.

Fletes:

México-Veracruz (F. C. Mexicano)	\$ 25.54
Veracruz-Campeche (Muelle)	41.98
Campeche (Muelle) Ciudad	15.00

Almacenaje (15 días):

En almacenes generales de depósito \$

Estibado:

Al F. C. en México	\$ 10.00
F. C.—Almacenes Generales (Veracruz)	8.00
Almacenes-Barco (Veracruz)	17.00
Barco-Muelle (Campeche)	8.62

Fierro: (Precio Tope) 485.00

	SUMA	\$ 611.14
Imprevistos 10%		61.11

SUMA \$ 672.25

Aumento por partidas faltantes 20% 134.00

---

\$ 808.25

**5.—Excavación en roca fija.**

A 1.00 m. de prof. (Análisis por 10 ml., 6 m3)

**Materiales:**

28 Cartuchos de dinamita 60% a razón de 1/2 cartucho por barreno de .30 m. de prof. con una separación de 0.60 entre sí a \$ 0.80 el cartucho.	\$ 22.40
55 m. cañuela a 1.00 m. por barreno y a \$ 0.40 por m. l	22.00
55 Fulminantes, uno por cada barreno a \$ 0.12 pieza	6.60

---

\$ 51.00

**Mano de Obra:**

6	m3. Excavación rezaga de la cepa al precio de excavación en tierra a \$ 1.72 m3.	\$ 10.32
17	m. Perforación de barrenos de 0.30 m. de profundidad a \$ 3.83 m. l.	65.11
55	Pobaldo de barreno a \$ 0.16 barreno	8.80
		<hr/>
	T O T A L:	\$ 84.23
		\$ 135.23

COSTO POR UN m3 ..\$ .22 54

A 2.00 m. de prof. (Análisis por 10 m. l., 12 m3)

**Materiales:**

56	Cartuchos de dinamita 60% a razón de 1/2 cartucho por barreno de 0.30 m. de prof. con una separación de 60 cm. entre sí, a \$ 0.80 cartucho.	\$ 44.80
110	m. cañuela a 1 m. por barreno a \$ 0.40 m.	44.00
110	fulminantes, 1 por cada barreno a \$ 0.12 pieza	13.20
		<hr/>
		\$ 102.00

**Mano de Obra:**

12	m3 extracción rezaga de la cepa al precio de excavación en tierra a \$ 1.72 m3	\$ 20.64
33	m. perforación barrenos de 0.30 m. de profundidad a \$ 3.83 m. l.	126.39
110	Poblado de barrenos a \$ 0.16 barreno	17.60
		<hr/>
	T O T A L:	\$ 164.63
		\$ 266.63

COSTO POR UN m3 \$ 22.22

A 3.00 m. de Prof. (Análisis por 10 ml., 18 m3)

**Materiales:**

84	Cartuchos de dinamita 60% a razón de 1/2 cartucho por barreno de 0.30 m. de prof. con una separación de 0.60 m. entre sí, a \$ 0.80 cartucho.	\$ 67.20
165	m. de cañuela a 1.00 m. por barreno a \$ 0.40 m. l.	66.00
165	Fulminantes, uno por cada barreno a \$ 0.12 pieza	19.50
		<hr/>
		\$ 152.70

**Mano de Obra:**

18	m3. extracción rezaga de la cepa al precio de excavación en tierra a \$ 3.43 m3	\$ 61.74
50	m. perforación barrenos de 0.30 m. de prof. a \$ 3.83 m. l.	191.50
165	Poblado de barrenos a \$0.16 barreno	26.40
		<hr/>
TOTAL:		\$ 279.64
		\$ 432.34

**COSTO POR UN m3 \$ 24.05**

A 4.00 m. de Prof. (Análisis por 10. m l., 24 m3)

**Materiales:**

112	Cartuchos de dinamita a razón 1/2 por barreno de 0.30 m. de prof. con una separación de 0.60 m. entre si a \$0.80 cart.	\$ 89.60
220	m. de cañuela a 1.00 m. por barreno a \$ 0.40 m. l.	88.00
220	Fulminantes uno por cada barreno a \$ 0.12 pieza	26.40
		<hr/>
		\$ 204.00

**Mano de Obra.**

24	m3 extracción rezaga de la cepa a precio de excavación en tierra a \$ 3.43 m3	\$ 82.32
67	m. perforación barrenos de 0.30 m. de prof. a \$ 3.83 m. l.	256.61
220	Poblado de barrenos a \$ 0.16 barreno	35.20
		<hr/>
TOTAL:		\$ 374.13
		\$ 578.13

**COSTO POR UN m3 \$ 24.08**A 5.00 m. de Prof. (Análisis por 10 m. l.; 30 m<sup>3</sup>).**Materiales:**

140	Cartuchos de dinamita 60% a razón de 1/2 cartucho por barreno de 0.30 m. de prof. y con una separación de 0.60 m. entre sí, a \$ 0.80 cartucho	\$ 112.00
275	m. cañuela a 1.00 m. por barreno a \$ 0.40 metro línea	110.00
275	Fulminantes uno por cada barreno a \$ 0.12 pieza	33.00
		<hr/>
		\$ 255.00

## Mano de Obra:

30	m <sup>3</sup> extracción rezaga de la cepa al precio de excavación en tierra a \$ 3.43 m <sup>3</sup>	\$ 102.90
8	m <sup>3</sup> perforación barrenos de 0.30 m. de prof. a \$ 3.83 m. l.	321.72
274	Poblado de barrenos a \$0.16 barreno	44.00
		<hr/>
TOTAL:		\$ 468.62
COSTO POR UN m <sup>3</sup>		\$ 24.12

## COSTOS UNITARIOS

### a).—Excavaciones.

#### 1.—En tierra.

Hasta 2.5 m. de prof. un peón hace 3.0 m <sup>3</sup> /día, costando el m <sup>3</sup>	\$ 1.72
De 2.5 a 5.0 m. de Prof. un peón hace 3.0 m <sup>3</sup> /día necesi-tándose otro peón para traspaleo, haciendo 6m <sup>3</sup> por día costando el m <sup>3</sup>	2.58
De 5.0 a 7.5 m. de prof. un peón hace 3.0 m <sup>3</sup> por día necesi-tándose dos peones para traspaleo, haciendo cada uno 6 m <sup>3</sup> por día, costando el m <sup>3</sup> ,	3.44

#### 2.—En sahcab.

Hasta 2.5 m. de prof. un peón hace 1.5 m <sup>3</sup> /día, costando el m <sup>3</sup>	3.43
De 2.5 a 5.0 m. de prof. un peón hace 1.5 m <sup>3</sup> /día necesi-tándose otro peón para traspaleo, haciendo 6m <sup>3</sup> /día cos-tando el m <sup>3</sup>	4.29
De 5.00 a 7.5 m. de prof. un peón hace 1.5 m <sup>3</sup> /día necesi-tándose dos peones para traspaleo, haciendo 6 m <sup>3</sup> / c/u costando el m <sup>3</sup>	5.15

#### 3.—En roca fija.

Se pagarán los siguientes precios (ver análisis)	
A 1.00 m. de prof.	\$ 22.54
A 2.00 m. de prof.	22.22
A 3.00 m. de prof.	24.05
A 4.00 m. de prof.	24.08
A 5.00 m. de prof.	24.12

### b).—Barrenos.

Una parada de 2 barreteros hace 3 m.l./día, costando el m. l.	\$ 3.83
Un poblador prepara 50 barrenos en 1 día, costando cada barreno	0.16

### c).—Colocación cama.

Un peón hace 20 m <sup>2</sup> de cama en 8 horas costando el m <sup>2</sup>	0.26
--	------

d).—Entubación.

Para bajar, colocar, alinear y juntear. (costo por m. l.)			
Diámetro	Tendido	Junteo	Costo neto.
0.20 m.	\$ 0.20	\$ 0.26	\$ 0.46
0.25 m.	0.23	0.30	0.53
0.30 m.	0.25	0.45	0.70
0.38 m.	0.34	0.60	0.94
0.45 m.	0.68	1.21	1.89
0.60 m.	1.02	1.82	2.84

e).—Tapado de cepas.

Se considera 50% de costo de la excavación en tierra a profundidades menores de 2.50 m. costando el m<sup>3</sup> \$ 0.86

f).—Rotura de pavimentos.

Asfalto.

Un peón rompe 15 m<sup>2</sup> en 8 horas, costando el m<sup>2</sup> \$ 0.35

Empedrado.

Un peón desempiedra 30 m<sup>2</sup> en 8 horas, costando el m<sup>2</sup> 0.17

g).—Reempedrados.

Costo por m<sup>2</sup> con petrolización dos riegos por m<sup>2</sup> \$ 10.00

Un peón hace 12 m<sup>2</sup> de empedrado por día, costando el m<sup>2</sup> 0.43

h).—Morteros. (Costo por m<sup>3</sup>)

En este análisis no se considera mano de obra por estar ya considerada dentro de la mano de obra de cada unidad.

De acuerdo con las especificaciones se utilizarán los siguientes morteros:

1:4 (Para la plantilla de los pozos de visita y de caída).

Cemento.	361.50 Kgs. α	\$ 200.00/Ton.	\$ 72.50
Arena.	1277.11 lts. α	18.00/m <sup>3</sup>	23.10
Agua.	218.00 lts. α	10.00/m <sup>3</sup>	2.17

\$ 97.77

1:3 (Para juntas tubería, mampostería, de 3º en los pozos y aplanados).

Cemento.	435.00 Kgs. α	\$ 200.00/Ton.	\$ 87.00
Arena.	1152.00 lts. α	18.00/m <sup>3</sup>	20.80
Agua.	261.00 lts. α	10.00/m <sup>3</sup>	2.61

\$ 110.41

i).—Concretos. (No se considera mano de obra) (Costo/m<sup>3</sup>)

1:2:4 (Para Concretos).

Cemento.	246.60 Kgs. α	\$ 200.00/Ton.	\$ 50.00
Arena.	435.60 lts. α	18.00/m <sup>3</sup>	7.80
Grava.	871.19 lts. α	18.00/m <sup>3</sup>	14.00
Agua	184.00 lts. α	10.00/m <sup>3</sup>	1.84

\$ 73.64

1:3:6 (Concreto)				
Cemento.	180.15 Kgs. a	\$ 200.00/Ton.	\$	36.03
Arena.	477.31 lts. a	18.00/m <sup>3</sup>		8.60
Grava.	954.02 lts. a	18.00/m <sup>3</sup>		17.20
Agua.	133.50 lts. a	10.00/m <sup>3</sup>		1.34
				<hr/>
			\$	63.17

j).—**Brocal** (Precio<sup>3</sup>Unidad)

Costo del molde completo útil para 200 unidades			\$	200.00
Materiales.				
Cemento.	43.00 Kgs. a	\$ 200.00/Ton.	\$	8.60
Fierro.	12.80 Kgs. a	810.00/Ton.		10.37
Grava.	151.00 lts. a	18.00/m <sup>3</sup>		2.72
Arena.	75.00 lts. a	18.00/m <sup>3</sup>		1.35
				<hr/>
			\$	23.04

**Mano de Obra.**

Por hechura de cada pieza 4 horas de un albañil de 1 <sup>a</sup> y un peón a \$ 9.85 y \$ 5.15 respectivamente	\$	7.50
Por instalación de la unidad 2 horas de un albañil de 1 <sup>a</sup> y 1 peón a \$ 9.85 y \$ 5.15 respectivamente		3.75
Por concepto de fletes entre el almacén y el lugar de la instalación a \$ 12.00/Tonelada.		4.38
Por doblado, cortado y amarrado de fierro a \$ 020/Kg.		2.56
		<hr/>
	\$	18.19
Por amortización del molde		0.50
		<hr/>
Costo neto por unidad.	\$	41.73
Costo con recargo por unidad (coeficiente de recargo igual a 1.33)	\$	55.50

k).—Costo de una caída tipo, hasta 2.00 m. de profundidad para diámetros de atarjea de 0.30 m.

Materiales.			
0.10 m <sup>3</sup> de pedacería de tabique a \$ 16.00/m <sup>3</sup>	\$	1.60	
0.75 m <sup>3</sup> de piedra braza para mampostería de tercera a \$ 10.00 por m <sup>3</sup> .		7.50	
0.18 m <sup>3</sup> de mortero de cemento-arena proporción 1:3 a \$ 110.41 por m <sup>3</sup> .		19.90	
1 m.l. de tubo de 0.30 m. de diám. a \$ 3.40/m.l.		3.40	\$ 41.25
Fletes.			
78.43 Kgs. de tubo de 0.30 m. de diám. a \$ 150.00/Ton.	\$	11.78	11.78

**Mano de Obra.**

8	Hs. de un albañil de 1ª a razón de \$ 9.85/día (8 Hs. diar.)	9.85	
10	Hs. de un peón a razón de \$ 0.645/hora. (Se consideran 2 Hs: por acarreo y preparación de materiales)	6.45	16.30
		<hr/>	
COSTO NETO			\$ 68.93
COSTO TOTAL POR UNIDAD DE CAIDA. (Incluyendo recargo 1.33)			<hr/>
			\$ 92.21

**RED DE ATARJEAS**

Inst. tubería incluyendo todas las operaciones excepto rotura y Rep. de Pav.  
**Diámetro de 0.20 cm.**

**EN TIERRA**

A 1.00 m de Prof.	44 888	m. l.	\$ 4.22	\$ 189 427.36
A 2.00 m de Prof.	13 714	"	6.52	89 415.28
A 3.00 m de Prof.	1 424	"	14.04	19 992.96

**EN SAHCAB**

A 1.00 m de Prof.	950	"	5.63	5 348.50
A 2.00 m de Prof.	8 504	"	9.34	79 427.36
A 3.00 m de Prof.	2 108	"	16.93	35 688.44

**EN ROCA**

A 2.00 m de Prof.	122	"	33.62	4 101.64
-------------------	-----	---	-------	----------

**Diámetro de 0.25 mts.**

**EN TIERRA**

A 1.00 m de Prof.	84	m. l.	4.49	377.16
A 2.00 m de Prof.	57	"	6.78	386.46
A 3.00 m de Prof.	347	"	14.32	4 969.04
A 4.00 m de Prof.	97	"	18.37	6 750.93

**EN SAHCAB**

A 1.00 m de Prof.	141	"	5.90	831.90
A 2.00 m de Prof.	71	"	9.60	681.60
A 3.00 m de Prof.	479	"	17.18	8 229.22
A 4.00 m de Prof.	194	"	22.11	4 289.34

**EN ROCA**

A 2.00 m de Prof.	69	"	33.89	2 338.41
A 3.00 m de Prof.	82	"	61.04	5 005.28
A 4.00 m de Prof.	97	"	80.59	7 817.23

**Diámetro de 0.30 mts.****EN TIERRA**

A 3.00 m de Prof.	42	"	14.76	619.92
A 4.00 m de Prof.	264	"	20.69	5 462.16

**EN SAHCAB**

A 3.00 m de Prof.	42	"	17.59	738.78
A 4.00 m de Prof.	387	"	22.58	8 738.46

**EN ROCA**

A 4.00 m de Prof.	62	"	81.05	5 025.10
-------------------	----	---	-------	----------

**Diámetro de 0.38 mts****EN TIERRA**

A 2.00 m de Prof.	457	"	9.91	4 528.87	\$ 490 191.40
De la hoja anterior.					\$ 490 191.40

A 3.00 m de Prof.	75	m. l.	\$ 17.12	1 284.00
A 4.00 m de Prof.	72	"	23.48	1 690.56

**EN SAHCAB**

A 2.00 m de Prof.	305	"	13.67	4 169.35
A 3.00 m de Prof.	129	"	20.68	2 667.72
A 4.00 m de Prof.	143	"	25.62	3 663.66

**EN ROCA**

A 2.00 m de Prof.	34	"	46.05	1 565.70
A 3.00 m de Prof.	41	"	70.80	2 902.80
A 4.00 m de Prof.	72	"	92.46	9 559.92

**Diámetro de 0.45 mts.****EN TIERRA**

A 2.00 m de Prof.	125	"	12.13	1 516.25
A 3.00 m de Prof.	71	"	20.01	1 420.71

**EN SAHCAB**

A 2.00 m de Prof.	126	"	16.36	2 061.36
A 3.00 m de Prof.	72	"	24.24	1 745.28

**EN ROCA**

A 3.00 m de Prof.	72	"	80.63	5 805.36
-------------------	----	---	-------	----------

**Diámetro de 0.60 mts.****EN TIERRA**

A 2.00 m de Prof.	405	"	15.16	6 139.80
A 3.00 m de Prof.	96	"	25.04	2 403.84

**EN ROCA**

A 2.00 m de Prof.	405	"	60.33	24 433.65	
A 3.00 m de Prof.	192	"	91.27	17 523.84	\$ 580 745.20

**COSTO DE TUBERIA**

0.20 m. de Diámetro	71 710	"	2.00	143 420.00
0.25 m. de Diámetro	1 718	"	2.65	4 552.70
0.30 m. de Diámetro	797	"	3.40	2 709.80
0.38 m. de Diámetro	1 328	"	4.95	6 573.60
0.45 m. de Diámetro	466	"	6.00	2 796.00
0.60 m. de Diámetro	1 098	"	8.50	9 333.00

5% Mermas				8 469.26	\$ 177 854.36
-----------	--	--	--	----------	---------------



**POZOS DE VISITA**  
(Incl. Mat. M. de O.,  
tapas y brocales).

**EN TIERRA**

A 1.00 m de Prof.	477	Pzas.	205.88	98 204.76
A 2.00 m. de Prof.	152	"	306.27	46 553.04
A 3.00 m de Prof.	26	"	356.59	9 271.34
A 4.00 m de Prof.	6	"	429.71	2 578.26
A 5.00 m de Prof.	1	"	502.83	502.83

**EN SAHCAB**

A 1.00 m de Prof.	18	"	208.82	3 758.70
				160 868.99 \$ 758,599.56
De la hoja anterior				\$ 160 868.99 \$ 758 599.56

A 2.00 m de Prof.	98	Pzas.	311.07	30 484.86
A 3.00 m de Prof.	36	"	363.18	13 074.48
A 4.00 m de Prof.	14	"	438.25	6 135.50
A 5.00 m de Prof.	1	"	513.32	513.32

**EN ROCA**

A 2.00 m de Prof.	5	"	364.78	1 823.90
A 3.00 m de Prof.	8	"	423.84	3 390.72
A 4.00 m de Prof.	6	"	515.71	3 094.26
A 5.00 m de Prof.	1	"	607.58	607.58 \$ 219 993.61

**POZO DE VISITA**  
(Para colector mayor  
de 0.45 m.)

**EN TIERRA**

A 2.00 m de Prof.	7	"	367.52	2 572.64
-------------------	---	---	--------	----------

**EN SAHCAB**

A 2.00 m de Prof.	7	"	373.28	2 612.96
A 3.00 m de Prof.	7	"	437.74	437.74 \$ 5 623.34

**CAIDAS SIN INCLUIR**

<b>POZO DE VISITA</b>	30	"	68.93	2 067.90	2 067.90
-----------------------	----	---	-------	----------	----------

Rotura y reposición de Pavimentos	12 650	m <sup>2</sup>	14.17	179 250.50	179 250.50
Fletes y Maniobras	3 659	Tons.	290.00	1 061 110.00	1 061 110.00

Total de la red de Drenaje \$ 2.226,644.91

Deben hacerse estudios para ver si es posible fabricar la tubería en Campeche ya que los fletes importan aproximadamente el 50% del presupuesto. Deben estudiarse preferentemente los materiales de que se dispone en esa ciudad para ver si dan la resistencia y duración requerida en la tubería.

## PLANTAS DE BOMBAS DE SAN FRANCISCO

EQUIPO (Bombas, Motores, Válvulas, Tubos, Accesorios, etc.)	\$ 125 315.05	
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO (Tanque, tubería, etc.)	1 440.40	\$ 126 755.45
SISTEMA DE COMBUSTIBLE. (Tanque, tubería, etc.)	5 698.16	132 453.61
SISTEMA ELECTRICO. (Alumbrado y Fuerza Motriz.)	5 650.25	138 103.86

### EDIFICIO

Escabación y Acarreo	18 540.54	156 644.40
Cimientos.	1 377.83	158 022.23
Muros.	6 630.00	164 652.23
Dalas y Castillos	2 089.20	166 741.43
Columnas.	591.42	167 332.85
Techos.	5 862.62	173 195.47
Pisos.	2 145.27	175 340.74
Aparatos Sanitarios	435.00	175 775.74
Puertas y Ventanas	3 880.00	179 655.74
Infraestructura (Cárcamos, Estructura Con-minutor)	59 138.75	238 794.49
Varios.	9 114.35	247 908.84
Importe Total de la Planta de Bombas de San Francisco . . . .		\$ 247 908.84

### PLANTA DE BOMBA DE SAN ROMAN

EQUIPO (Bombas, Motores, etc.)	\$ 10 173.00	
Accesorios, (Tubo, Válvulas, Juntas, etc.)	1 379.25	\$ 11 552.25
Instalación Eléctrica.	8 432.00	19 984.25
Edificio.	2 717.51	22 701.76
Cárcamo	14 035.75	36 737.51
Importe Total de la Planta de Bombas de San Román . . . . .		\$ 36 737.51

### DESCARGA AL MAR.

Materiales. (Tubería, Juntas, Losas de Anclaje, etc.)	\$ 162 152.87	
Instalación.	32 062.00	\$ 194 214.87
Importe Total de la Descarga al Mar . . . . .		\$ 194 214.87

## RESUMEN DEL PRESUPUESTO

RED DE ATARJEAS .....	\$ 2 226 644.91
PLANTA DE BOMBAS DE SAN FRANCISCO .....	247 908.84
PLANTA DE BOMBAS DE SAN ROMAN .....	36 737.51
DESCARGA AL MAR .....	194 214.87
T O T A L .....	<u>\$ 2,705,506.13</u>

# CALCULO DE COLECTORES

Calle:	De:	a:	Longitud Propia m	Long L <sub>1</sub> m.	Long L <sub>2</sub> m
<b>Colector de la planta de Bombas de San Román</b>					
Malecón	Victoria	Aldama	119	2947	6.3
"	Aldama	s/n	84	"	6.3
"	s/n	Allende	128	"	6.5
"	Allende	Bravo	78	"	7.5
"	Bravo	Planta	126	"	8.3
<b>Colector Oeste</b>					
Galeana	Calle 12	Calle 10	88	3360	7.0
Calle 10	Galeana	s/n	62	"	8.8
s/n	<b>Tramo Normal Calle 10</b>		44	"	9.1
Malecón	Calle 10	Malecón	36	"	9.4
"	s/n	s/n	118	"	9.6
"	"	"	65	"	9.7
"	"	"	57	"	9.8
"	"	Calle " 65	104	"	9.9
"	65	63	103	"	10.3
"	63	61	90	"	10.7
"	61	59	100	"	11.4
"	59	57	96	"	12.1
"	57	55	84	"	12.7
"	55	53	105	14.875	28.2
"	53	51	110	"	28.5
"	51	49	45	"	29.2
"	49	s/n	128	"	29.8
"	s/n	s/n	78	18305	38.3
"	s/n	s/n	105	"	38.4
"	s/n	J. Guadalupe	100	"	39.0
"	J. Guadalupe	L. Valle	132	"	40.5
"	L. Valle	s/n	110	"	41.6
"	s/n	s/n	132	"	41.8
"	s/n	s/n	128	"	43.4
"	s/n	Riva Palacio	97	"	43.5
"	Riva Palacio	Mariano Escobedo	50	"	45.6
"	Mariano Escobedo	J. S. Francisco	100	"	45.8
"	J. S. Francisco	Planta	80	"	47.5
<b>Sub. Colector Calle 55</b>					
<b>Tramo Normal a la Alameda</b>					

# CALCULO DE COLECTORES

	Longitud Propia m	Long L, m.	Long. Lt m	Densidad Hab/Km.	Gasto e. P. S.	Gasto Total e. P. S.
α:						
<b>Bombas de San Román</b>						
Aldama	119	2947	6.304	475	18	
s/n	84	"	6.388	477	18	
Allende	128	"	6.516	478	18.7	
Bravo	78	"	7.517	487	21.0	
Planta	126	"	8.356	494	23.5	
<b>Oeste</b>						
Calle 10	88	3360	7.018	473	19.0	
s/n	62	"	8.852	487	24.5	
el Calle 10	44	"	9.110	491	25.5	
Malecón	36	"	9.439	493	26.0	
s/n	118	"	9.680	494	27.0	47.0
"	65	"	9.745	495	27.5	47.5
"	57	"	9.802	496	27.5	47.5
"	104	"	9.906	496	27.5	47.5
Calle 65	103	"	10.320	498	29.0	49.0
63	90	"	10.740	500	30.5	50.5
61	100	"	11.469	503	32.0	52.0
59	96	"	12.199	506	33.5	53.5
57	84	"	12.796	509	35.0	55.0
55	105	14.875	28.266	466	64.5	84.5
53	110	"	28.568	467	65.0	85.0
51	45	"	29.218	469	66.0	86.0
49	128	"	29.879	470	66.5	86.5
s/n	78	18305	38.329	473	84.5	104.5
s/n	105	"	38.467	474	85.0	105.0
s/n	100	"	39.081	475	86.5	106.0
J. Guadalupe	132	"	40.573	478	88.0	108.0
L. Valle	110	"	41.686	479	90.0	110.0
s/n	132	"	41.851	480	91.0	111.0
s/n	128	"	43.483	483	94.0	114.0
s/n	97	"	43.580	483	94.0	114.0
Riva Palacio	50	"	45.665	486	99.0	119.0
Mariano Escobedo	100	"	45.893	486	100.0	120.0
J. S. Francisco	80	"	47.526	488	104.0	124.0
Planta						
<b>bedo</b>						
<b>o</b>						
<b>or Calle 55</b>			11.487	390	25.0	
<b>a la Alameda</b>						





TESIS PROFESIONAL  
MANUEL AMAYA MEMA  
RED DE DRENAJE  
PARA LA CIUDAD DE  
CAMPECHE  
2 PLANO DE LA CIUDAD DE  
CAMPECHE

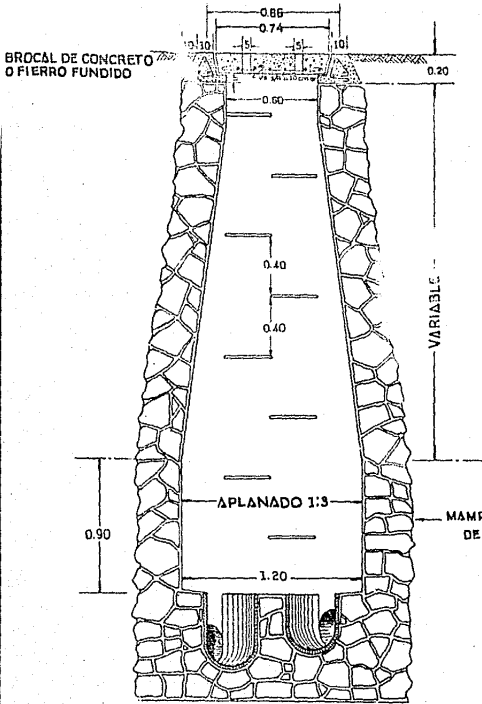






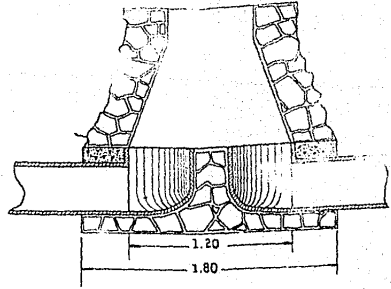
TESIS PROFESIONAL  
 MANUEL AMAYA MORA  
 RED DE DRENAJE  
 PARA LA CIUDAD DE  
 CAMPECHE  
 3 PLANO GENERAL DE LA RED

POZO "A"

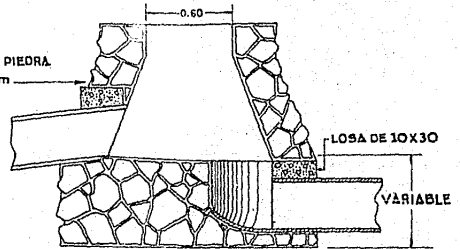


CORTE A-A

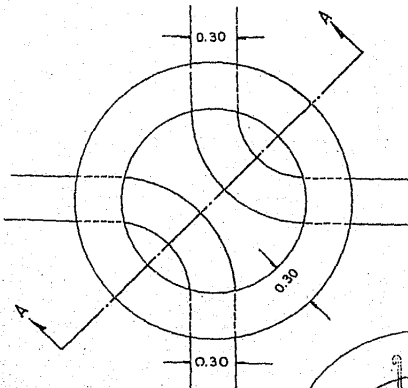
POZO "B"



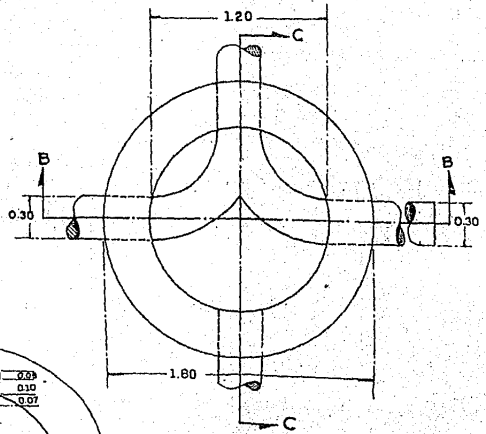
CORTE B-B



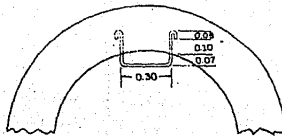
CORTE C-C



PLANTA



PLANTA



DETALLE DE LA ESCALERA

**NOTA:** EL POZO TIPO "A" SE USARA PARA PROFUNDIDADES MAYORES DE 2.50 M.  
EL POZO TIPO "B" SE USARA PARA PROFUNDIDADES MENORES DE 2.50 M.

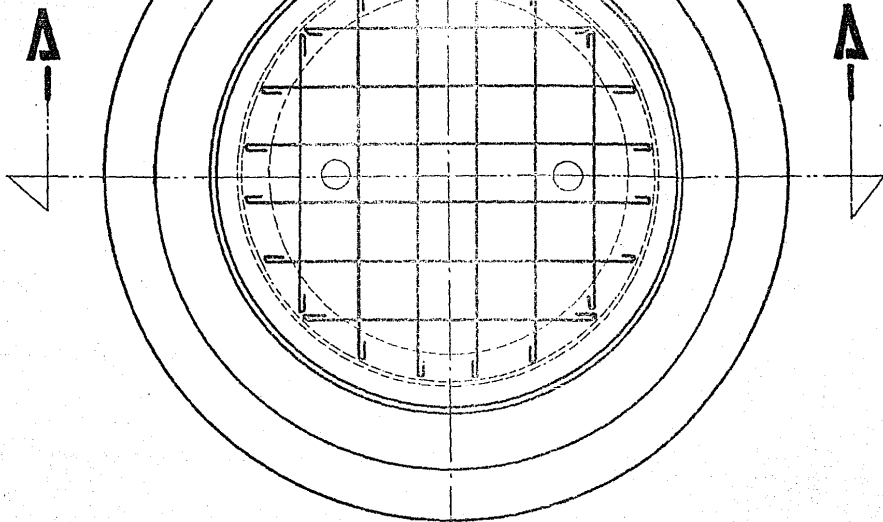
ESC. = 1:20

TESIS PROFESIONAL  
MANUEL AMAYA MENA

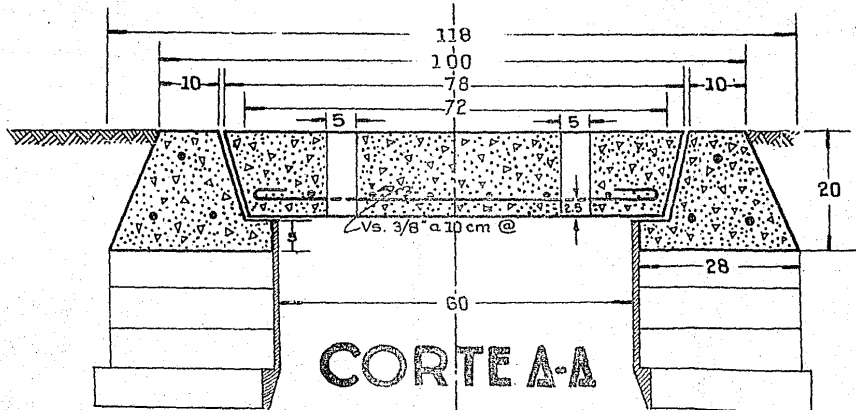
RED DE DRENAJE  
PARA LA CIUDAD DE  
CAMPECHE

4

POZO DE VISITA TIPO



PLANTA



CORTE A-A

**MATERIALES**

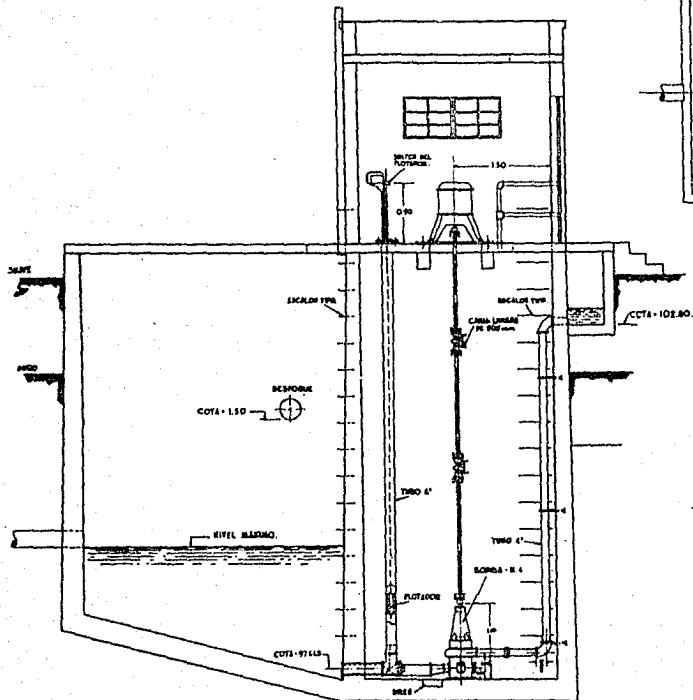
CONCRETO	
CEMENTO	49 KGS.
ARENA	75 LTS.
GRAVA	151. "
FIERRO	12.8 KGS.

TESIS PROFESIONAL  
MANUEL AMAYA MENA

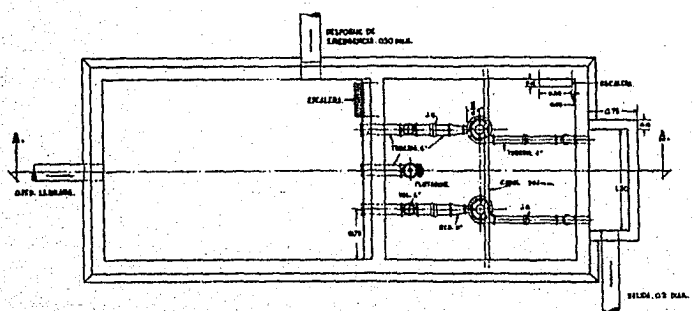
RED DE DRENAJE  
PARA LA CIUDAD DE  
CAMPECHE

5

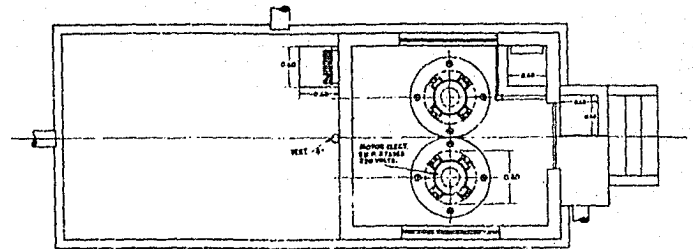
BROCAL DEL  
POZO TIPO



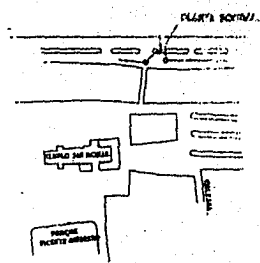
CORTE A-A.



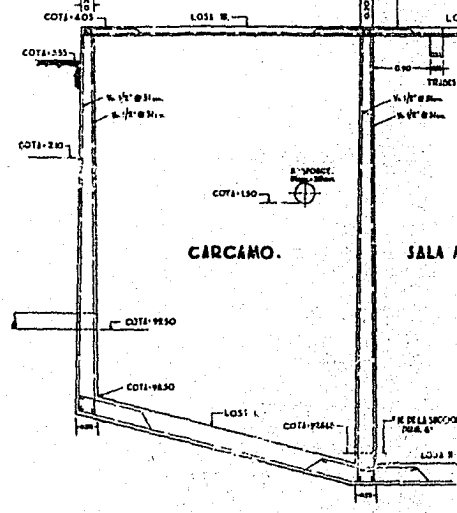
PLANTA.



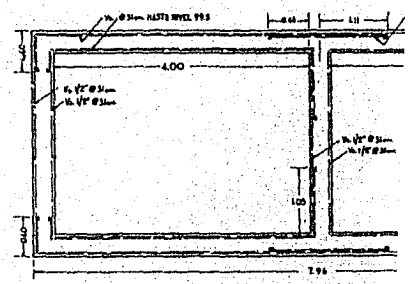
PLANTA.



LOCALIZACION PLANTA.



CORTE A-A.



PLANTA.

REVERTE LOSIS	
TIPO	N.
I.	035
II.	037
III.	038
IV.	039

NOTA: EN LOS CUATRO ESTADOS DE LOS LOSIS SE PODRA USAR LAS TUBERIAS PARA SERVICIO ALTERNAMENTE.

EJC: 1:40

