

24. 9



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Ingeniería

" ESTUDIOS PARA LA REINCORPORACION DEL
PUERTO DE FRONTERA Y SU IMPACTO EN
EL ESTADO DE TABASCO "

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A :

TAURINO ALDAZABA VELEZ



México, D. F.

1986



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

1. INTRODUCCION

2. MARCOS DE REFERENCIA A NIVEL ESTATAL Y REGIONAL

- 2.1 Aspectos Físicos del Estado de Tabasco
- 2.2 Descripción General de la Costa de Tabasco y de los Principales Ríos que Confluyen a ella
 - 2.2.1 Descripción General del Litoral
- 2.3 Descripción de la Región en Estudio
- 2.4 Desarrollo Económico Global
 - 2.4.1 Sector Agropecuario y Forestal
 - 2.4.1.1 Agricultura
 - 2.4.1.2 Ganadería
 - 2.4.1.3 Silvicultura
- 2.5 Sector Pesquero a Nivel Estatal
 - 2.5.1 Pesca
- 2.6 Desarrollo Económico Regional
 - 2.6.1 Sector Agropecuario y Forestal
 - 2.6.1.1 Agricultura
 - 2.6.1.1.1 Superficie Cultivada
 - 2.6.1.1.2 Dinámica de la Producción
 - 2.6.1.1.3 Técnicas de Cultivo
 - 2.6.1.2 Ganadería
 - 2.6.1.2.1 Superficie y Producción Pecuaria
 - 2.6.1.2.2 Índice de Agostadero
 - 2.6.1.2.3 Sistemas de Producción
 - 2.6.1.3 Silvicultura
- 2.7 Sector Industrial, Minero, Comercial y Turístico a Nivel Estatal
 - 2.7.1 Industria
 - 2.7.2 Minería
 - 2.7.3 Comercio-
 - 2.7.3.1 Canales de Comercialización
 - 2.7.4 Turismo
- 2.8 Sector Industrial, Minero, Comercial y Turístico a Nivel Regional
 - 2.8.1 Industria
 - 2.8.1.1 Posibilidades de Industrialización en la Región
 - 2.8.2 Minería
 - 2.8.3 Comercio
 - 2.8.4 Turismo
- 2.9 Sector Pesquero a Nivel Regional
 - 2.9.1 Recursos Disponibles
 - 2.9.2 Producción Pesquera
- 2.10 Sector Comunicaciones y Transportes a Nivel Estatal
 - 2.10.1 Carreteras
 - 2.10.2 Ferrocarriles
 - 2.10.3 Vías Aéreas
 - 2.10.4 Instalaciones Portuarias
 - 2.10.5 Radio
 - 2.10.6 Televisión
 - 2.10.7 Teléfono
 - 2.10.8 Telégrafo y Télex
 - 2.10.9 Correo
- 2.11 Sector Comunicaciones y Transportes a Nivel Regional
 - 2.11.1 Carreteras
 - 2.11.2 Ferrocarriles
 - 2.11.3 Vías Aéreas

- 2.11.4 Instalaciones Portuarias
- 2.11.5 Radio
- 2.11.6 Televisión
- 2.11.7 Teléfono
- 2.11.8 Telégrafo
- 2.11.9 Correo

3. ANALISIS DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE Y SU PROBLEMATICA

- 3.1 Obras de Protección
- 3.2 Areas de Agua
- 3.3 Señalamiento Marítimo
- 3.4 Obras de Atraque -
- 3.5 Areas de Almacenamiento
- 3.6 Relación de Frigoríficos

4. CONDICIONES OCEANOGRAFICAS Y METEOROLOGICAS PREVALECIENTES EN EL PUERTO

- 4.1 Vientos
- 4.2 Refracción del Oleaje
- 4.3 Mareas
 - 4.3.1 Descripción Matemática
- 4.4 Oleaje
- 4.5 Huracanes
 - 4.5.1 Análisis del Oleaje Generado por Ciclones
 - 4.5.1.1 Método de Sverdrup-Munk y Bretschneider (SMB)
 - 4.5.1.2 Método de Donelan
 - 4.5.1.3 Método de Fuentes
- 4.6 Descripción General de la Cuencia del Sistema Grijalva-Usumacinta
 - 4.6.1 Hidrografía - Estaciones Hidrométricas
 - 4.6.2 Río Grijalva
 - 4.6.3 Río Usumacinta
 - 4.6.4 Suelos, Vegetación
- 4.7 Climatología
 - 4.7.1 Lluvia
 - 4.7.2 Temperatura
 - 4.7.3 Evaporación
- 4.8 Régimen de Sedimentos en el Sistema de la Desembocadura
 - 4.8.1 Gasto Formativo - Criterio de Cálculo
 - 4.8.2 Estabilidad de la Boca de Frontera
 - 4.8.3 Consideraciones sobre el Gasto Formativo
 - 4.8.4 Aplicación de los Métodos
- 4.9 Análisis Batimétrico y Volúmenes de Dragado
 - 4.9.1 Breves Apuntes Históricos de las Modificaciones que ha Sufrido la Desembocadura del Río Grijalva
 - 4.9.2 Trabajos Ejecutados para Mejorar la Entrada al Puerto de Frontera
- 4.10 Gasto Sólido del Río Grijalva
 - 4.10.1 Sedimentación en el Puerto de Frontera

5. EVALUACION DEL TRANSPORTE LITORAL Y SU CONTROL

- 5.1 Transporte Litoral

6. ALTERNATIVAS DE SOLUCION AL PROBLEMA DE LA BARRA

- 6.1 Planteamiento de Alternativas

- 6.1.1 Escolleras Convergentes Construidas entre la Isla Azteca y la Margen Derecha del Río Grijalva
- 6.1.2 Escolleras Convergentes; Una Prolongando la Actual sobre la Margen Derecha del Río y la Otra, Partiendo de la Isla Azteca, con Alineamiento Aproximado de 15° Hacia el Noroeste (NW), en Relación al Anterior
- 6.1.3 Dragado y Reapertura del Canal Lateral
- 6.1.4 Acceso por Chiltepec en el Río González y Dragado de un Canal de Comunicación con el Río Grijalva
- 6.2 Diseño de Obras Exteriores
 - 6.2.1 Peso de los Elementos de la Coraza, Capa Secundaria y Núcleo
 - 6.2.2 Ancho de la Corona
 - 6.2.3 Espesor de la Coraza y de la Capa Secundaria y Número de Elementos de la Coraza
 - 6.2.4 Costos por Colocación de los Elementos
- 6.3 Evaluación de la Alternativa más Adecuada
 - 6.3.1 Evaluación de la Alternativa con Menor Costo Inicial
- 6.4 Justificación Económica

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8. BIBLIOGRAFIA

1. INTRODUCCION

Desde hace varios años ha sido un deseo integrar al puerto de Frontera, Tabasco a la red portuaria del país, Frontera ofrece buenas condiciones para su desarrollo, está considerado como un puerto fluvial tipo "A" sobre el río Grijalva donde ahora navegan pequeñas embarcaciones pesqueras de poco calado y chalanes para el transporte de camiones y pasajeros.

El Estado de Tabasco produce en su mayoría cultivos perennes como cacao, coco, caña de azúcar, plátano y otros como ganadería, maderas preciosas y fruticultura entre otros, que pueden ser muy importantes para desarrollar esta parte del país. El río Grijalva es caudaloso y constituye un fenómeno físico positivo para el funcionamiento hidráulico de su desembocadura, permite una sección que sea compatible con la navegación de embarcaciones mayores que las que en forma natural utilizan actualmente el puerto.

Si aprovecháramos el sistema de intercambio y la enorme red de navegación interior que pueda conectarse con otras zonas con diferentes mercancías que producen y consumen, se tendría un intercambio de comercio de tipo masivo para el cual el transporte por navegación es ideal.

Como ya se dijo el Estado de Tabasco destaca por su producción ganadera, la que se podría incrementar en forma muy importante, si se contara con un sistema de transporte refrigerado que enviara los productos a mercados nacionales y extranjeros. Un sistema de transbordadores conocido también como Roll on - Roll of, sirve pa-

ra el transporte de trailers refrigeradores que son transportados por vía marítima y facilita la distribución de diversos productos en diversos lugares. Este tipo de navegación ha dado magníficos resultados en otros países, como por ejemplo Costa Rica que transporta carne en canal a diversos países aprovechando el sistema de transbordadores embarcándolos en puerto Limón en el océano Pacífico. Tabasco debe tener este tipo de transbordadores para lo cual no se necesitan profundidades mayores a los 8 metros.

Otra actividad que destaca en el Estado es la fruticultura, para la cual podemos aprovechar la navegación interior y canales de navegación, otra actividad que podría ser importante son los materiales de construcción con lo que se lograría una importante disminución en los costos del transporte.

Si se considera al Estado de Tabasco como un sistema fluvial que se podría conectar con la laguna de Términos para comercializar con ciudad del Cármen y con diversas poblaciones en la ribera del Estado de Campeche y por el otro lado con el Estado de Veracruz, se podría integrar la red de navegación interior con el importante puerto de Coatzacoalcos y con el de Pajaritos.

Viendo en forma global la gran red de ríos navegables y canales intracosteros serían una gran solución para este lugar, conectar la navegación marítima con la navegación interior, y con el apoyo del transporte ferroviario, del autotransporte, de los ductos y de la navegación aérea integrarlo al desarrollo industrial del país.

Esta importante red ligada a las muchas lagunas interiores es posible construir puertos pesqueros protegidos, puertos de embarque y desembarque de mercancías y gran cantidad de zonas industriales, -

además del desarrollo turístico de gran importancia para el Estado.

Por todo lo anterior es importante definir las posibilidades técnicas ya que el impacto que causarían en la región serían de gran trascendencia en todas las actividades del Estado.

En relación a las condiciones oceanográficas y meteorológicas pre-
valecientes en la zona, se estableció el régimen anual de viento, el régimen anual de oleaje, las variaciones del nivel del agua - por efecto de las mareas astronómicas, se seleccionaron los tres huracanes que provocaron más daños en la zona; se elaboraron los planos de refracción del oleaje y se estimó el transporte litoral aplicando tres diferentes métodos, de los cuales se obtuvo - que la dirección del transporte de material playero es de Este a Oeste con un valor de $350,000 \text{ m}^3/\text{año}$.

A continuación se hizo una descripción detallada de la cuenca del río Grijalva, en la que se incluyeron las características climatológicas y los datos hidrométricos relevantes para estimar el - gasto dominante y el gasto sólido del río utilizando metodolo -
gías que toman en cuenta las características fluviales y maríti-
mas del estuario.

Con el fin de observar la evolución del río en estudio se llevó a cabo una investigación detallada de todos los estudios, levantamientos y dragados que se han efectuado en la zona, de la cual se aprecia que el río ha mantenido un canal con una profundidad promedio de 10 metros, del lado de la margen derecha en un -
período de al menos 72 años denotando características autodragables. Asimismo, la zona con mayor depositación de materiales se

ubica en la boca del río y se extiende hasta aproximadamente la batimétrica -2, formando una barrera con forma de luna, característica de un delta con predominio fluvial.

La información anterior sirvió de base para realizar el estudio general de la desembocadura, en la cual se incluye un plano que indica la evolución de la boca del río Grijalva desde el año de 1520 hasta el año de 1984.

Tomando en cuenta todas las características anteriores, se procedió a plantear cuatro alternativas de solución para rehabilitar el puerto de Frontera, Tabasco; cuyas características principales son:

ALTERNATIVA I :

Construir dos escolleras para llegar a la batimétrica -4, con lo cual se interrumpe la zona de depósito de materiales y a la vez tener un canal autodragable, ya que la disposición propuesta encauza la corriente del río, con lo cual no se considera necesario dragado de mantenimiento.

Las cantidades de obra para las cuatro alternativas resultaron de considerar una altura de ola rompiente de diseño de cuatro metros con coraza de cubos modificados con 5.7 toneladas de peso y densidad de 2.4 ton/m³.

CONCEPTO	PESO EN KGF	VOLUMEN (m ³)	COSTO TOTAL (\$10 ⁶)
Núcleo (roca)	5.7 a 57	162,148	
Capa Sec. (roca)	570 a 1,140	134,728	2,377
Coraza (cubos)	5,700	59,668 elementos	

ALTERNATIVA II :

Se propone prolongar y reforzar lo que resta de la escollera Esta y la otra partiendo de la isla Azteca, con lo cual se pretende encauzar la corriente del río y formar un canal autodragable, aunque no con la eficiencia del alineamiento anterior. Las cantidades de obra resultantes de esta alternativa, fueron:

CONCEPTO	PESO EN KGF	VOLUMEN (m ³)	COSTO TOTAL (\$10 ⁶)
Núcleo (roca)	5.7 a 57	89,817	
Capa Sec. (roca)	570 a 1,140	82,156	1,794
Coraza (cubos)	5,700	53,805 Elementos	

ALTERNATIVA III :

Se propone abrir el canal lateral y fijar el acceso con dos escolleras que lleguen a la batimétrica -4, el canal necesario se propone sea de 185 m. de ancho por 5 m. de profundidad con una longitud aproximada de 3.2 km. Las cantidades de obra resultantes de esta alternativa, fueron:

CONCEPTO	PESO EN KGF	VOLUMEN (m ³)	COSTO TOTAL (\$10 ⁶)
Núcleo (roca)	5.7 a 57	19,288	
Capa Sec. (roca)	570 a 1,140	14,861	1,673.6 sin incluir dragado de mantenimiento.
Coraza (cubos)	5,700	9,702	
Dragado		2'072,000	

ALTERNATIVA IV :

Se propone el acceso por el río González y la construcción de un canal de navegación con 21 km. de longitud para unir los ríos González y Grijalva a través de la laguna Santa Anita y Tabasquillo, resultando un canal de navegación de longitud total igual a 62 km., requiriéndose además de 2 escolleras con longitud apró-

ximada de 670 m. cada una que lleguen a una profundidad de 5 m.

El canal debe tener 60 m. de plantilla, taludes de 3:1 y 8 m. de profundidad para permitir el tráfico en ambos sentidos el volumen de dragado así obtenido resulta de suponer que la profundidad en todo el río González y el río Grijalva hasta Frontera es suficiente para permitir el libre tránsito de las embarcaciones, las cantidades de obra y costo fueron:

CONCEPTO	PESO EN KGF	VOLUMEN (m ³)	COSTO TOTAL (\$10 ⁶)
Núcleo (roca)	5.7 a 57	47,858.1	
Capa Sec. (roca)	570 a 1,140	31,423	9,813.4
Coraza (cubos)	5,700	18,574	Elementos
Dragado		14'112,000	

Como se puede apreciar de lo anterior, la alternativa 4 es la de mayor costo tanto en inversión inicial como de mantenimiento, por lo cual se descarta; por lo contrario, la alternativa de menor costo es la 3, aunque presenta la desventaja de requerir un dragado de mantenimiento constante, ya que el canal lateral no tiene características autdragables y es relativamente estrecho; la alternativa 2 presenta la ventaja de un costo no muy elevado en relación a las otras, pero podría sufrir daños de consideraciones en caso de ocurrencia de una avenida máxima, ya que el alineamiento de las escolleras no permite un encauzamiento apropiado de la corriente.

Por todo lo anterior, la alternativa que se considera más adecuada para la rehabilitación del puerto de Frontera, es la uno, ya que se considera que ayudaría a reducir los costos de dragado por su alineamiento en relación a la dirección de la corriente del río, aunque presenta la desventaja de requerir una longitud considera-

ble de escolleras.

A continuación, se realizó el diseño óptimo de las obras de alternativa más adecuada, obteniendo el costo esperado de daños y el costo anual de construcción para diferentes alturas de ola de diseño, resultando como punto mínimo del costo total la altura de ola de diseño de 4.0 m.

Se diseñaron escolleras de enrocamiento ya que son estructuras muy nobles que pueden absorber un porcentaje muy alto de daños sin sufrir el colapso total, en comparación de otro tipo de escolleras, por lo que se consideró que las características geotécnicas del subsuelo de la zona son capaces de resistir las cargas que transmiten este tipo de obras, lo cual deberá verificarse con los estudios de mecánica de suelos correspondiente.

Finalmente, tanto el alineamiento propuesto de las escolleras como el porcentaje de daños que sufriría la escollera por la incidencia de diferentes alturas de ola, deberán verificarse o modificarse mediante ensayos en modelos a escala.

Debido a la crisis económica que sufre el país, se consideró pertinente no descartar la alternativa No. 3 que tiene un menor costo inicial, cuyas características principales ya se indicaron. Esta alternativa tiene como principal inconveniente un mantenimiento de dragado que debe realizarse periódicamente ya que habrá sedimentación por floculación del material que transporta el río en suspensión.

Teniendo en cuenta el reducir la inversión inicial a un mínimo se propone que este canal se construya en dos etapas: la primera es

que el ancho de la sección sea de sólo 100 m. con el talud de reposo del material y la segunda etapa ampliando hasta 185 m. que es el ancho actual. Los ejes de las escolleras quedan separados - - 233 m.; es decir, cada una quedará a 116.50 m. de eje del canal. Otras características de la obra se indican en el plano 6.1.3

2. MARCOS DE REFERENCIA A NIVEL ESTATAL Y REGIONAL

2.1 ASPECTOS FISICOS DEL ESTADO DE TABASCO

Situado en la región Sureste de la República Mexicana entre los paralelos 17°15'30" y 18°36'00" latitud norte y los meridianos 90°59'00" y 94°08'00" longitud Oeste. Colinda al Norte con el Golfo de México, al sur con el Estado de Chiapas, al Noreste con el Estado de Campeche, al Sureste con Guatemala y al Oeste con el Estado de Veracruz; el Estado es casi una planicie con una pequeña región montañosa al sur. Las mayores elevaciones no alcanzan los 1000 m.s.n.m., entre ellas destacan los cerros Coconá, Azufre, Quemado, Ixtapangajoya, Tortuguero, Puyacatengo, el Madrigal, el Limón, Mono Pelado, y los de la Piedra y la Corona.

Tiene una extensión de 25,267 kilómetros cuadrados que representan el 1.3 por ciento de la superficie total del país. La entidad cuenta con bosques, pantanosos, y llanuras llamadas sabanas suelos para la agricultura y ganadería y suelos que permanecen inundados la mayor parte del año.

El clima en el Estado es cálido y húmedo, la temperatura media se sitúa en los 26 grados centígrados en los meses de mayo a Agosto, y las más bajas de 12 grados centígrados en los meses de Diciembre a Enero.

Generalmente las precipitaciones se presentan en dos periodos, de Julio a Agosto son chubascos torrenciales y de Octubre a Marzo son lluvias pertinaces; las precipitaciones más abundantes se dan en la zona de Villahermosa y Tuxtla Gutierrez, entre los límites de los Estados de Tabasco y Chiapas, con variaciones pluviométricas

de 2,500 mm a 4,000 mm de lluvia anual, y en la zona de la costa de los ríos Grijalva y Usumacinta con registros pluviográficos de 2,000 mm a 2,500 mm en todo el año.

Villahermosa tiene el porcentaje de humedad más alto del estado - donde la medida anual es del 84 por ciento y los vientos provienen del Este y Noreste (reinantes), también del Norte en la mayor parte del año, los vientos huracanados son poco frecuentes en el Estado, los ciclones que son frecuentes en el Golfo de México en los meses de Junio a Octubre no llegan a tocar esta entidad.

Cuenta con las siguientes cuencas hidrológicas:

Sistema Tonalá-Tancochapa-Pedregal y

Sistema Usumacinta-Chilapa-Grijalva-Mezcalapa.

Numerosas lagunas litorales se localizan en la zona de la costa, tales como la Laguna del Carmen, la Machona, La mecoacán, etc.

Podemos delimitar en el Estado cuatro zonas atendiendo a su posición geográfica: La Chontalpa, de la sierra, del centro y de los ríos.

Comprende siete municipios la zona de la Chontalpa: Huimanguillo, Cárdenas, Cunduacán, Comalcalco, Jalpa de Méndez, Paraíso y Nacajuca. Conviene hacer notar que ésta es una zona de desarrollo acelerado.

Menos poblada es la zona de la Sierra que comprende tres municipios: Teapa, Tacotalpa y Macuspana; tiene una superficie ondulada de 30 a 70 metros sobre el nivel del mar, que se extiende hacia -

el Norte de las Sierras altas de Chiapas, los numerosos ríos que bañan la zona forman en su curso depósitos de aluvión, que forman importantes áreas agrícolas; además por ser una sabana tropical, permite el desarrollo de la ganadería.

En la parte del centro es una planicie, comprende dos municipios: Del Centro y Jalapa, en esta zona se encuentra la capital del Estado.

Cinco municipios forman la zona de los ríos: Cántila, Emiliano Zapata, Balancán, Tenosique y Jonuta, esta zona es rica en ganado y bosques. Se constituye en su mayor parte por ser una planicie inclinada suavemente hacia el Golfo de México. Es posible que la región comprendida entre el río Tonalá y la Laguna de Términos en tiempos remotos haya sido una planicie costera que fue invadida por depósitos aluviales convirtiéndola en una llanura aluvial. Esto se debe al continuo acarreo de materiales en suspensión por las corrientes fluviales que al perder velocidad se depositan, este fenómeno se acentúa en la desembocadura de los ríos ya sea en el mar o en una laguna.

2.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA COSTA DE TABASCO Y DE LOS PRINCIPALES RÍOS QUE CONFLUYEN A ELLA.

2.2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL LITORAL.

Tiene una longitud el litoral tabasqueño de 190 kilómetros comprendido entre los ríos Tonalá, límite con el Estado de Veracruz, y la desembocadura del río San Pedro y San Pablo, límite con el Estado de Campeche. Generalmente la costa es baja, arenosa y con vegetación característica de las regiones tropicales, en ella corre un cordón litoral de poca elevación, que da lugar a la presencia de un gran número de lagunas, esteros y marismas que caracterizan a dicho litoral.

Podemos describir al Litoral Tabasqueño como sigue:

Desde la barra de Tonalá, se inicia una convexidad de perímetro circular suave, de radio bastante amplio, formado por los depósitos aluviales de los ríos tabasqueños. Es una costa de emersión, eficazmente auxiliada en éste proceso por la vegetación principalmente de mangle, que abunda sobre todas las orillas de los ríos, de las lagunas y de las costas.

Al Este-Noreste y a 30 kilómetros se encuentra la barra de Santa Ana, boca de comunicación de la Laguna del Carmen con el Golfo de México, limitada por una pequeña península y un cordón litoral. La barra es movediza con cuatro a seis pies de profundidad, fondo arenoso y playas vegetadas. La laguna es poco profunda está circundada por una serie de lagunas que de hecho forman parte de la misma, tiene en su parte Suroeste la pequeña laguna de la Palma con la que se comunica por un angosto conducto.

Por el Noroeste se comunica también con la Laguna Machona, separada del Golfo de México por un cordón litoral que viene a terminar hasta la barra de Santa Ana.

Siguiendo la costa hacia el Oriente, a 40 kilómetros de la barra de Santa Ana, se abre la barra de Tupilco, desahúe de una serie de lagunas entre las cuales sobresalen las de Tupilco, Tres Palmas y Arrastradera.

A 33 kilómetros se encuentra (al Oriente) la barra de dos Bocas - seguramente llamada así por dar salida por un conducto directo, a las aguas de la laguna de Mecoaacán y al mismo tiempo a las aguas de la Laguna de Arrastradera, la barra tiene de tres a cinco pies de profundidad con fondo de arena gruesa.

Inmediata y hacia el Oriente, a 5 kilómetros de distancia se encuentra la barra de Chiltepec, punto por donde pasan al Golfo de México las ya menguadas aguas del Río González, esta barra tiene de cinco a siete pies de profundidad y su fondo es de arena dura.

De Chiltepec la costa avanza hacia el Norte por efecto de los depósitos aluviales de los ríos Grijalva y Usumacinta unidos. La desembocadura de la corriente principal de estos dos ríos se hace a los 18°37' de Latitud y 92°41' de Longitud, formándose una barra - que es necesario estar dragando constantemente, normalmente la profundidad de la barra es de 2.7 metros, por lo que es indispensable labrar un canal que permita el paso de embarcaciones de mayor calado. A 25 kilómetros al Oriente de la barra de Frontera, como es costumbre llamar a la desembocadura de los ríos Grijalva y Usumacinta, se encuentra la barra del río San Pedro donde descarga el río San Pedro y San Pablo rama Norte del río Usumacinta,

que sirve en su parte final de límite entre los Estados de Tabasco y Campeche.

Descargan al mar numerosos ríos por las barras antes mencionadas - forman diversas lagunas algunas de considerable extensión, como la de Sata Ana o el Cármen, Pajonal y Machona que unidas entre sí se comunican al mar por la barra de Sata Ana y la boca artificial -- del Alacrán; otras como la de punta de Ostión y Tuquillo, lo hacen por la barra de Tupilco, y por último la laguna de Mecoacán por la barra de dos Bocas; más al Sur se encuentran las lagunas de Escalón, Tinaja y Bedolla, unidas también por canales a la de Mecoacán, la de Tupilco y a la de Chiltepec.

2.3 DESCRIPCION DE LA REGION EN ESTUDIO.

Comprende la región en estudio, los municipios de Cárdenas, Parafso y Centla. Limita al Norte con el litoral del Golfo de México, al sur con los municipios del centro, Nacajuca, Comalcalco y Jalpa de Méndez del Estado de Tabasco y con una porción del Estado de Chiapas, al Este con los municipios de Jonuta y Macuspana del Estado de Tabasco y con territorio del Estado de Campeche, y al Oeste con el municipio de Huitanguillo y con el Estado de Veracruz.

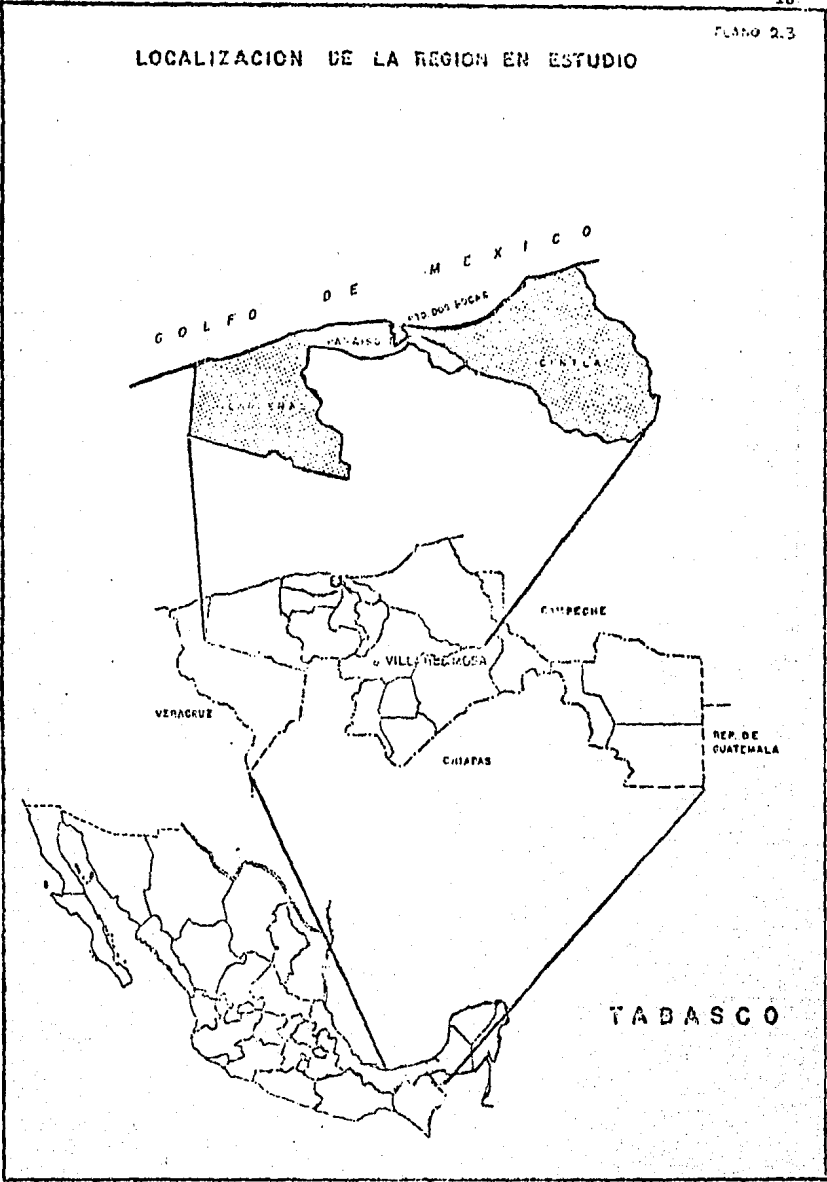
Como se ha mencionado con anterioridad, la región en estudio se encuentra ubicada sobre la llanura costera del Golfo, abarcando totalmente el litoral tabasqueño, que cuenta con una longitud de 190 kilómetros, su extensión territorial es de 5,793 kilómetros cuadrados, el 22.9 por ciento de la superficie estatal.

A continuación se muestra la distribución de la superficie regional por municipios:

MUNICIPIOS	EXTENSION EN KILOMETROS CUADRADOS.	POR CIENTO
Cárdenas	1,970	34
Centla	3,245	56
Paraíso	578	10
S U M A	5,793	100

En el plano 2.3 se muestra la ubicación geográfica de esta región.

LOCALIZACION DE LA REGION EN ESTUDIO



2.4 DESARROLLO ECONOMICO GLOBAL

2.4.1 SECTOR AGROPECUARIO Y FORESTAL

2.4.1.1 AGRICULTURA.

Para la agricultura se destinan 220,000 Hectáreas, el 8.7 por ciento del total del Estado, los cultivos importantes son: cacao, coco, caña de azúcar y en menor escala se cultivan maíz, frijol, arroz, sorgo y hortalizas, para estos últimos cultivos la producción es deficitaria para los requerimientos del Estado.

Se aporta el 91 por ciento de la producción nacional de cacao con 31,000 toneladas sembradas, la superficie dedicada a este cultivo es de 42,000 Hectáreas que representan el 19 por ciento de la superficie agrícola Estatal.

Dedicada al cultivo del coco la superficie es de 28,600 hectáreas y representan el 13 por ciento de la superficie agrícola Estatal con una producción de 30,000 toneladas.

Tabasco es el segundo productor mundial de pimienta con 1,100 toneladas al año, en una superficie de 1,000 hectáreas. La superficie agrícola dedicada a la producción de caña de azúcar es de 24,300 hectáreas, con las que se alcanzó una producción de 1,294,310 toneladas.

Las áreas frutales establecidas que producen mango, aguacate, papaya, mamey, guanábana, chicozapote y cítricos suman aproximadamente 6,265 hectáreas, cuya dispersión ha dificultado su utilización racional y óptima. Destinado al mercado nacional, el cultivo del plátano es sobre una superficie de 8,500 hectáreas, con una producción de 190,000 toneladas.

Es importante mencionar, que únicamente cuatro cultivos perennes cubren el 47 por ciento del total de la superficie cultivada y sostienen la agricultura de la entidad. Los cultivos de ciclo corto se comercializan en menor escala y su producción se dedica en gran parte al consumo humano y animal.

2.4.1.2 GANADERIA

En tabasco la ganadería de bovinos es una actividad que genera excedentes económicos muy importantes, utiliza de manera extensiva la tierra y por lo mismo, el volumen de empleos generados por hectárea es muy bajo. Se calcula que únicamente un 6 por ciento de la población económicamente activa de la entidad se ocupa en la ganadería, a pesar de que esta actividad cuenta con el 59 por ciento de la superficie laborable del Estado. En 1978 la población bovina se calcula que fué de 1,500,000 cabezas, en igual cantidad de hectáreas, aunque se estima que este número es muy conservador y que el real puede ser superior a los 2,000,000 de cabezas. Es conveniente aclarar que todos los programas de fomento ganadero, que impliquen cambios sustanciales, se verán siempre limitados por la inseguridad en la tenencia de la tierra.

Para el ganado porcino actualmente se encuentra en proceso de expansión, se cuenta con una población porcina de 364,000 animales, con una producción de carne de 9,380 toneladas, tal producción se ve estimulada por la posibilidad de abatir costos de insumos mediante la utilización forrajera de cultivos tropicales como la yuca, los esquimos del plátano, las melazas y la tora de coco.

No ha sido debidamente aprovechado el borrego polibuey e impulsado, a pesar de que en el Estado existen excelentes condiciones para el desarrollo de esta especie animal. En la actualidad existen 17,000 ejemplares, con una producción de carne de 180 toneladas anuales.

Para las especies menores, se explotan únicamente a nivel familiar; sin embargo, existen perspectivas favorables para la cría de patos y pollos de engorda.

2.4.1.3 SILVICULTURA.

Ha sido perturbada fuertemente el área forestal por la práctica habitual de desmonte mediante el sistema roza, tumba y quema. Esto ha ocasionado que la vegetación sea presa fácil del ecosistema representado por el suelo, el agua y la vida animal. Generalmente, la superficie maderable de bosques está distribuida en 470,000 Hectáreas, especialmente en los municipios de Huimanguillo, Cárdenas Teapa, Tecotalpa, Tenosique y Balancán.

Se estima que alrededor de 100,000 hectáreas pueden ser aprovechadas reacionalmente, ya que el resto de la superficie forestal está constituida por áreas dispersas.

Anualmente se aprovechan cerca de 35,000 metros cúbicos de rollo de especies corrientes tropicales y 1,764 metros cúbicos de maderas preciosas.

2.5 SECTOR PESQUERO A NIVEL ESTATAL

2.5.1 PESCA

Se tiene un litoral ininterrumpido de 190 kilómetros de longitud.

Tal zona costera se extiende desde la barra de Tonala (localizada

en el límite que separa a esta entidad federativa del Estado de Veracruz), hasta la desembocadura del río San Pedro (frontera natural entre los Estados de Campeche y Tabasco). La plataforma continental de esta última entidad federativa incluye un total de 8,720 kilómetros cuadrados.

Tabasco tiene un área lagunaria que abarca una superficie total de 29,850 hectáreas. Dentro de ella, los sistemas lagunarios de mayores dimensiones, ubicados en los municipios de Cárdenas y Macuspana, absorben el 73 por ciento de la misma. De acuerdo a su magnitud, las lagunas de mayor importancia son la del Carmen cuya superficie es 8,400 hectáreas; la de Morelos que posee una extensión de 7,000 hectáreas; y la de Machona que posee una área de 6,500 hectáreas.

Se caracteriza la costa tabasqueña por la abundancia de sus recursos pesqueros, tanto de los procedentes de aguas marinas como estuarinas. Las variedades de mayor importancia son: el ostión, camarón, robalo, mojarra, cazón, almeja, chucumite, cherna, peto, tiburón, bandera, bobo, jurel y el langostino.

Para la década 1964-1974 el volumen de la producción fue de 2,400 toneladas para un 1.3 por ciento del total nacional; y para el año de 1974 el volumen de la producción fue de 12,400 toneladas para un ascendente 3.7 por ciento del total nacional.

En los años de 1980 a 1984 la producción aumentó en 9,830 toneladas. La producción pesquera en el Estado ha observado un buen ritmo de crecimiento, tal situación se ve en el siguiente cuadro.

VOLUMEN DE LA PRODUCCION PESQUERA EN EL ESTADO DE TABASCO

EN LA REPUBLICA MEXICANA

(Miles de Toneladas).

AÑOS	TABASCO	REPUBLICA MEXICANA	POR CIENTO DE LA PARTICIPACION DEL ESTADO EN EL TOTAL NACIONAL.
1964	2.4	185.8	1.3
1965	3.5	187.9	1.9
1966	6.7	207.0	3.2
1967	5.4	233.4	2.3
1968	5.2	240.1	2.2
1969	8.1	232.0	3.5
1970	7.2	254.5	2.8
1971	13.5	285.6	4.7
1972	16.4	301.9	5.4
1973	13.2	329.4	4.0
1974	12.4	332.7	3.7
1980	22.7	*	*
1981	28.1		
1982	23.0		
1983	25.7		
1984	32.5		

* No se encontraron estas cantidades

Conviene mencionar que el incremento en los dos periodos mostrados anteriormente se deben principalmente, en el ascenso experimentado en la captura de ostiones, camarones y banderas. En el año de 1974 el ostión, el camarón, el robalo y la bandera contribuyeron con cerca del 90 por ciento en el volumen de la producción. En términos de valor, tales especies fueron el 86 por ciento del total de la entidad; Tanto por lo que respecta a volumen como a valor, la mayor parte de la producción pesquera corresponde a la extracción de ostiones.

Para el año de 1984, las mismas especies contribuyeron con casi el 50 por ciento del total de la producción, esta baja se debe principalmente a que es más difícil capturar al camarón y a la alza en la captura de las demás especies. Ocupan un lugar preponderante los siguientes sitios: Frontera, Villahermosa, Sanchez Magallanes, Emiliano Zapata, Jonuta, Macuspana y Puerto Ceiba. Asimismo de estos lugares sobresalen notoriamente Sánchez Magallanes y Puerto Ceiba.

2.6 DESARROLLO ECONOMICO REGIONAL

2.6.1 SECTOR AGROPECUARIO Y FORESTAL

2.6.1.1 AGRICULTURA

Una de las pocas entidades de la República que posee un enorme potencial para el desarrollo de las actividades agrícolas, es el estado de Tabasco debido a las condiciones naturales que prevalecen. Sin embargo no se ha logrado una integración sectorial de sus actividades económicas, situación que ha dificultado la óptima de los recursos con que cuenta.

Ha sido insuficiente el sector agrícola para procurar niveles de bienestar adecuados a la amplia población rural, a pesar de que algunos cultivos del Estado de Tabasco figuran preponderantemente a nivel nacional, como es el caso del cacao, donde comparte con Chiapas el primer lugar nacional en la producción de este grano, aportando el 50 por ciento de la producción del país.

2.6.1.1.1 SUPERFICIE CULTIVADA.

Se cuenta con un total de 51,156 hectáreas, de las cuales 40,769 son aprovechadas para el cultivo. El municipio de Cárdenas tiene el mayor porcentaje de las tierras cultivadas. Los cultivos en este municipio cuentan con más extensión son el coco, el cacao y la caña de azúcar.

Se destinan al cultivo del coco en el municipio de Centla la mayor parte de las tierras laborables. En el municipio de Paraíso, por su lado, se destinan sus tierras en una gran proporción al cultivo del cacao y del coco pues de las 14,328 hectáreas que posee, - dedica a los cultivos mencionados 13,831 hectáreas.

Para la producción por hectárea el plátano y la caña de azúcar son los que arrojan el mayor índice de producción, localizándose estos cultivos principalmente en el municipio de Cárdenas.

2.6.1.1.2 DINAMICA DE LA PRODUCCION

Para el período comprendido entre los años 1969-1976, la producción agrícola, en los municipios de Cárdenas, Paraíso y Centla han mostrado un gran dinamismo tal hecho se demuestra al examinar la tendencia seguida por cinco productos seleccionados. Tales productos, así como el volumen de la producción y los incrementos por -

centuales se observan en el siguiente cuadro.

PRODUCCION AGRICOLA EN LOS MUNICIPIOS DE CARDENAS, PARAISO Y CENTLA

1969 - 1976

(Toneladas)

Producto	AÑOS		Por ciento de incremento
	1969	1976	
Caña	210.2	525,604.0	250,049.5
Maíz	10,624.0	17,765.0	48.4
Cacao	2,532.2	5,531.6	118.4
Naranja	2,841.7	5,224.0	83.8
Frijol	349.7	2,050.0	279.9

Como se observa, el cultivo que muestra un mayor dinamismo es el de la caña de azúcar, pues pasa de 210.2 toneladas en 1969 a 525,604 toneladas el 1976; en este caso el incremento fue de 250,049.5 por ciento. El cultivo del cacao muestra un incremento de 250,049.5 por ciento. El cultivo del cacao muestra un incremento de 118.4 por ciento. La naranja, por su parte, muestra un aumento del 83.5 por ciento. Finalmente, la producción de maíz se incrementó en un 48.4 por ciento.

2.6.1.1.3 TÉCNICAS DE CULTIVO

Uno de los principales aspectos que permiten conocer y evaluar el grado de desarrollo alcanzado por el sector agrícola es la forma en que son utilizados los recursos productivos, es decir, las técnicas y métodos empleados en el proceso productivo del sector. En este sentido, en el Estado de Tabasco existen dos tipos de agricultura: la de plantación y la de ciclo corto. La primera se caracteriza por la utilización de técnicas modernas de cultivo en lo que se refiere a riego y aplicación de fertilizantes, así como de mano de obra contratada; la segunda continúa con gran proporción utilizando los procedimientos tradicionales de roza, tumba y quema. En la región son utilizados tanto el primer tipo de agricultura como el segundo dependiendo de la clase de cultivo. Los cultivos de plantación son el cacao, el coco, la caña de azúcar y el plátano; el maíz, el frijol y el arroz corresponden a la agricultura del ciclo corto.

2.6.1.2 GANADERIA

Tanto por su dinamismo así como por la notable concentración de mano de obra ocupada la ganadería es actualmente el principal renglón de la actividad agropecuaria. Tal actividad siempre ha estado orientada a la producción de vacunos de abasto, la cual, en un principio, se destinó casi en forma exclusiva a la satisfacción de la demanda local; pero con el mejoramiento de las comunicaciones se hizo posible la participación de la ganadería en el mercado nacional. Lo anterior se tradujo en un mejoramiento de los datos mediante la selección de razas y en la introducción de técnicas más modernas de explotación. En la zona de estudio y principalmente - el municipio de Centla, posee singular importancia la producción de ganado bovino.

2.6.1.2.1 SUPERFICIE Y PRODUCCION PECUARIA.

Para el periodo 1970-1978 en la región considerada se observa una creciente incorporación de tierras a la explotación ganadera, debido a las características de las mismas que favorecen el desarrollo de esta actividad. El Estado cuenta con 1,250,000 hectáreas de pastizales de los cuales 130,642 hectáreas corresponden a la zona de estudio siendo el municipio de Centla el que ocupa la mayor superficie 74,698 hectáreas. En lo que se refiere a la producción ganadera el Estado cuenta con 1,500,000 cabezas de ganado bovino, de los cuales 199,170 corresponden a la zona de estudio, localizándose el mayor número de cabezas en Cárdenas (138,739). Es de observarse que el municipio de Centla, a pesar de tener una superficie ganadera mayor que el municipio de Cárdenas, posee un inventario bovino más bajo. Lo anterior permite concluir

que es necesario establecer una ganadería intensiva a fin de aprovechar en forma adecuada las praderas y evitar la subutilización de una extensa área de terreno por animal.

Se aprovecha al ganado bovino a un doble propósito: por una parte, obtener carne y leche (aunque la producción de esta última no ha alcanzado una importancia relevante debido a que en el Estado no existe ganado lechero de raza pura), y, por otra parte, la producción de carne que constituye el objetivo principal de la actividad pecuaria. En lo que se refiere al ganado menor, es poco lo que se puede decir. La porcicultura ha tenido problemas en el proceso productivo, debido a su ubicación resulta incosteable el transporte de los insumos alimenticios, lo que provoca una elevación en los costos de producción. Por su parte, el borrego poli-buey no ha sido aprovechado debidamente, a pesar de que en el Estado hay excelentes condiciones para el desarrollo de esta variedad.

2.6.1.2.2 INDICE DE AGOSTADERO

El índice de agostadero que existe para el Estado es de una cabeza de ganado en poco menos de una hectárea (0.83 hectáreas), mientras que para la zona la superficie de pasto ocupada por cabeza de ganado es de 0.65 hectáreas. Esto se debe a que principalmente no se ha fijado ningún índice de agostadero, convirtiendo a la ganadería en una actividad riesgosa, pues existe el peligro de una afectación de tierras. En los municipios de Cárdenas, Paraíso y Centla los coeficientes de agostadero son de 0.30, 1.63 y 0.89 hectáreas respectivamente.

2.6.1.2.3 SISTEMAS DE PRODUCCION

Por lo que concierne a los sistemas de producción, se ha comenzado a desarrollar un cambio gradual a fin de ampliar la producción pecuaria. Este cambio tiene como objetivo el mejoramiento genético y la modernización de las construcciones e instalaciones existentes.

Muchos experimentos en los últimos años se han hecho, y se ha llegado a establecer que las cruzas de ganado criollo y cebú son de mayor productividad y resistencia a las condiciones climatológicas de la región; con la incorporación de esta raza se busca alentar a la producción pecuaria a través del mejoramiento genético de la raza vía inseminación artificial.

2.6.1.3 SILVICULTURA

Es potencialmente significativa en el Estado la silvicultura en la actualidad los aprovechamientos se derivan de desmontes efectuados con fines agropecuarios bajo permisos de uno a cinco años de licencia. Las especies que se aprovechan son el cedro rojo -- (907 metros cúbicos), la caoba (202 metros cúbicos), siendo los principales productores los municipios de Cárdenas y Huimanguillo.

Conviene mencionar que existen otras especies no maderables de menor importancia, como son el barbasco y la pimienta.

2.7. SECTOR INDUSTRIAL, MINERO, COMERCIAL, Y TURISTICO A NIVEL ESTATAL.

2.7.1. INDUSTRIA

Siendo Tabasco un Estado cuya abundancia de recursos naturales es evidente, tiene en la industria extractiva y de producción de bie

nes de consumo básico una alternativa importante para fundamentar un desarrollo armónico y dinámico a mediano y largo plazos, si bien es cierto que en los años más recientes se ha manifestado un fuerte desarrollo del sector industrial, éste ha estado cifrado en la explotación del subsuelo por la gran cantidad de recursos petroleros.

Para 1970 existían en el Estado 760 establecimientos industriales, de los cuales el 55 por ciento (396) pertenecen al grupo de manufacturas de productos alimenticios, dentro de este grupo destacan la molienda de caña de azúcar, el procesamiento de cocos, la fabricación de chocolates y la de productos lácteos.

De las industrias restantes, 124 establecimientos procesan productos del sector agropecuario, sobresaliendo los que industrializan la madera y sus derivados, los que procesan cuero y los productores de jabón y aceites.

No obstante lo anterior, la actividad industrial de Tabasco ocupa un lugar de mínima importancia dentro de la economía del país.

Las únicas industrias manufactureras de importancia se localizan en el grupo de las que producen alimentos; no existe industria pesada en la región ni se vislumbran posibilidades a mediano plazo para su establecimiento. La rama más importante del sector y más fuerte como exportadora está integrada por los ingenieros azucareros, los cuales trabajan con una productividad muy inferior a los promedios nacionales.

2.7.2 MINERIA

La dirección General de Energía, Minas e Industria Paraestatal consigna que el Estado tiene una pequeña producción o explotaci-

ón de oro (3 kilogramos), plata (71 kilogramos), plomo (3-toneladas) y cobre (10 toneladas). La extracción de azufre es de 807,539 toneladas en el municipio de Jáltipan de Morelos, lo que representa el 68.5 por ciento de la producción nacional.

2.7.3 COMERCIO

Encargada de la distribución de los bienes y servicios que producen los sectores económicos del Estado, es el comercio, tal actividad ha observado un dinamismo vigoroso, donde existían el 1970, 4,500 establecimientos comerciales y en 1978 8,850, es decir, se incrementaron en un 96 por ciento, mismo incremento que se espera para la década de los ochentas.

2.7.3.1. CANALES DE COMERCIALIZACION

En el Estado el 95 por ciento de los bienes y servicios consumidos provienen del exterior, tanto del país como del mundo, tal situación provoca que los precios de los mismos sean superiores al promedio nacional debido principalmente a dos factores:

- 1) Costos elevados por transporte y almacenamiento de productos terminados y elaborados.
- 2) Los comercios en su mayoría son pequeños y se encuentran imposibilitados, por lo exiguo de su capital, de reducir costos.

Por otra parte, los servicios comerciales que presta el sector oficial no son suficientes para satisfacer las demandas de la población rural y urbana. Conasupo tiene un total de 202 tiendas distribuidas en todo el Estado, de las cuales el 60 por ciento se ubican en áreas rurales y el 40 por ciento en las zonas urbanas.

2.7.4 TURISMO

Tabasco cuenta con innumerables sitios para la recreación y esparcimiento como son sus bellezas naturales y sus numerosos museos y el hecho de estar integrado cultural y geográficamente a las civilizaciones maya y olmeca todavía no ha sido posible aprovechar en toda su magnitud las actividades turísticas.

A partir de 1970 se han hecho una serie de cambios con el objeto de aprovechar los enormes recursos con que cuenta el Estado, se han intensificado de una forma acelerada las actividades tanto industriales como comerciales, originando en forma general un grado de crecimiento y dinamismo en los demás sectores económicos y sociales de la entidad.

Al incrementarse la demanda de bienes y servicios los sistemas de producción se ven rebazados en su capacidad de abastecimiento y producción, creándose deficiencias en los servicios especialmente en los principales centros urbanos del Estado como son:

Villahermosa, Comalcalco, Cunduacán y Tenosique. El incremento en las actividades económicas repercute en forma directa en la demanda de satisfactores por lo cual a partir de 1977 se han jerarquizado las zonas de mayor atracción turística como objeto primordial de intensificar dicha actividad.

Experimentó el sector turístico modificaciones muy importantes ya que al fluir los visitantes que antes venían atraídos por las zonas arqueológicas o de distracción, se convirtió en turismo comercial y de negocios, lo que hace que al expandirse la demanda de los mismos se provoque la insuficiencia.

Dadas estas circunstancias se deben implementar nuevas políticas que sean acordes con la realidad actual, el estímulo y el apoyo a la inversión se deben dar para que se diversifique el mercado, se propicie la competitividad y se mejoren los servicios. Además - es urgente que se creen nuevos polos de atracción con el objeto de descentralizar las actividades turísticas implementándose paquetes turísticos y otros elementos afines.

Predominantemente el origen de los turistas son nacionales (70 - por ciento) y los extranjeros (30 por ciento) principalmente de origen europeo. Las principales ciudades de atracción turística en el Estado son en orden decreciente: Villahermosa, Cárdenas, - Comalcalco, Paraíso y Emiliano Zapata. En la década de los seten-
tas se incrementó en un 30 por ciento los empleos provenientes - del sector turismo, por esta época se construyeron dos hoteles - en la ciudad de Villahermosa de categoría AA, lo que disminuyó un poco la demanda de los servicios aunque se mantuvo un elevado promedio de ocupación del 81.5 por ciento, lo que da como resul-
tado que el viajero no pueda tener mejor atención y tarifas más razonables.

2.8 SECTOR INDUSTRIAL, MINERO, COMERCIAL Y TURISTICO A NIVEL REGIONAL.

2.8.1 INDUSTRIA

El desarrollo industrial que manifiesta la zona en estudio, así- como el número de establecimientos por municipio y los empleos - generados se observan en el siguiente cuadro:

MAGNITUD DE LAS INDUSTRIAS, NUMERO DE ESTABLECIMIENTOS Y
EMPLEOS GENERADOS.

Municipio y grado industrial	No. de establecimientos.	Empleos
Municipio de Cárdenas		
Pequeña Industria	13	75
Mediana Industria	3	80
Gran Industria	3	1,595
T O T A L	19	1,750
Municipio de Centla		
Pequeña Industria	11	109
Gran Industria	3	53
T O T A L	14	162
Municipio de Paraíso		
Pequeña Industria	9	—
T O T A L	9	—

Sobresale notablemente en el municipio de Cárdenas la pequeña Industria que está orientada principalmente al consumo local ya que la mayoría de sus establecimientos elabora productos de consumo - inmediato; también existen en forma incipiente industrias como la de fabricación de ropa y prendas de vestir. En lo que respecta a la industria mediana está integrada por asociaciones de productores tales como la Asociación de Productores de Cacao (fermentadora de cacao) y la unión de ejidos colectivos (molino de arroz), entre otras. La gran industria está formada por 3 empresas de importancia, ya que sus productos son comercializados a escala nacional; éstas presentan un futuro promisorio y cuentan con ventajas comparativas por localizarse en las inmediaciones de los centros de materias primas.

Centla cuenta con 3 congeladoras de camarón y 3 fábricas de hielo, así como 5 varaderos de barcos aquí, la gran industria está representada por 3 establecimientos: Pesquera Tabasqueña (congeladora de camarón), Procesados Marinos del Golfo (captura y proceso de tiburón).

Paraíso cuenta con 9 establecimientos dos se dedican a la producción de hielo, insumo básico para las actividades pesqueras de la región, con una capacidad productiva de 15 toneladas diarias cada una. Existen además, dos empacadoras de ostión, una empacadora de productos alimenticios, una fábrica de madera, dos fábricas de chocolate y una fermentadora de cacao.

2.8.1.1 POSIBILIDADES DE INDUSTRIALIZACION EN LA REGION

Existen numerosos recursos naturales en la región en estudio que se pueden aprovechar para lograr que la zona sea un polo de desarrollo industrial. Hasta ahora sólo se cuenta con pequeñas fábricas destinadas a la transformación de la caña de azúcar, cacao y algunas empresas congeladoras de mariscos.

En cambio la actividad petrolera toma mayor fuerza debido a que en el puerto de Paraíso, Junto al puerto de Dos Bocas existe un complejo petroquímico que servirá de base para la industrialización, del país, sin embargo, este complejo puede ocasionar serios problemas a la región, ya que si sólo se desarrolla la actividad petrolera y las demás actividades económicas quedan estancadas, se agudizará el desequilibrio estructural de la economía.

2.8.2 MINERIA

A nivel estatal la minería se caracteriza por ser una actividad incipiente a poco desarrollada. Por tal razón, en la zona de estudio se desconoce todo tipo de yacimientos mineros susceptibles de ser explotados.

2.8.3 COMERCIO

Observan los tres municipios una creciente actividad comercial - como consecuencia del grado de actividad económica a partir de - que la actividad petrolera ha cobrado importancia.

A esta actividad se ha dado el mayor impulso en el municipio de Cárdenas, ya que es el centro comercial por encontrarse situado en el punto donde confluyen los agricultores y ganaderos de la -

zona de la Chontalpa. En el municipio de Paraíso la actividad comercial es incipiente y poco desarrollada, lo que lo hace inadecuado para satisfacer la demanda de bienes y servicios. En el municipio de Centla las actividades comerciales son un poco mayores que en el municipio de Paraíso, aunque en forma general son poco desarrolladas. Por otra parte los canales de comercialización aunque han mejorado, no se ha logrado optimizarlos, -- razón por la cual la mayoría de las operaciones de compra venta se efectúan en la capital de Estado.

2.8.4 TURISMO

Para este sector la mayor concentración hotelera se localiza en la ciudad de Cárdenas. En años pasados los viajeros que al terminar sus visitas se regresaban a la ciudad de Villahermosa hoy la mayoría se queda en esta población debido al auge económico. El municipio dispone de recursos potenciales como son las lagunas del Carmen y Machona, la Palma y el Alacrán, así como la barra de Santa Ana, se cuenta además con una isla llamada el Pajarral en donde existen una gran cantidad de aves y se puede practicar la caza y la pesca.

Paraíso cuenta con cuatro hoteles y diez restaurantes cuyo funcionamiento es regular cuenta con un centro turístico y como recursos potenciales se tienen playa Limón, playa Paraíso, el Bellote, Punta de Tilapa, laguna de Tupilco, la de Chiltepec, la de Mecocacán, isla de Puerto Ceiba las cuales explotadas debidamente serán un gran atractivo turístico.

Se localizan en el municipio de Centla 3 hoteles y 5 restauran -

tes, la afluencia de visitantes es muy reducida registrándose aumentos en los meses de Abril y Mayo. Por su ubicación dentro de la zona de los ríos el municipio cuenta con grandes extensiones de playas, con ríos y lagunas en donde se pueden desarrollar actividades como la pesca, natación, esquí acuático, veleo, etc..

2.9 SECTOR PESQUERO A NIVEL REGIONAL

2.9.1 RECURSOS DISPONIBLES

A lo largo de la región en estudio se forman numerosos esteros y lagunas, lo que permite apreciar la enorme potencialidad de sus recursos, tales esteros y lagunas contienen una gran variedad de especies de agua dulce que existen en forma natural y son susceptibles de un aprovechamiento más intenso siempre y cuando se logre la integración del proceso de explotación, conservación y -- comercialización en forma adecuada.

Se explotan las siguientes especies: el ostión (el cual absorbe por sí solo la mayor parte de la producción estatal), el camarón, la mojarra, el bobo, la bandera, la carpa, el cazón, la -- cherna, el langostino, el tiburón, la tortuga, etc., y algunas -- otras cuya producción es pequeña.

Sánchez Magallanes (en el municipio de Cárdenas), Puerto Ceiba y Chiltepec (en el municipio de Paraiso) y Frontera (en el municipio de Centla), son las principales localidades donde se -- realizan las actividades pesqueras.

2.9.2 PRODUCCION PESQUERA

Alcanzó en 1979 la región una producción total de 13,020 toneladas, las cuales representaron el 91.77 por ciento del total esta

C U A D R O 2.9.2

CAPTURA DE ESPECIES PARA LOS AÑOS 1976 - 1984 (TONELADAS)

ESPECIES	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
BANDERA	360	643	629	--	1108	1393	704	987	1720
BOBO	13	20	15	--	187	369	341	352	699
BONITO	--	--	--	--	--	14	26	--	--
CAMARON	817	785	847	--	1981	1923	525	535	451
CARACOL	--	--	--	--	--	--	--	23	90
CARPA	--	--	--	--	21	66	--	--	--
CATAN	--	--	--	--	275	415	443	--	--
CAZON	112	151	154	--	274	407	392	311	500
CHERNA	7	13	13	--	52	71	--	140	241
CHOPA	--	--	--	--	72	46	57	13	--
CHUCUMITE	--	--	--	--	67	85	113	121	--
COJINUDA	--	--	--	--	--	--	--	113	--
CORNUDA	--	--	--	--	--	17	--	--	--
GUABINA	--	6	--	--	29	38	--	--	--
GUACHINANGO	9	6	--	--	--	--	35	76	226
JAIBA	8	5	--	--	337	713	453	408	774
JULE	--	--	--	--	--	11	--	--	--
JUREL	--	--	--	--	52	53	50	121	248
LANCOSTINO	12	3	--	--	456	650	363	429	858
LAPA	--	--	--	--	--	113	--	--	--
LISA	--	--	--	--	105	62	107	299	170
MOJARRA	--	--	21	--	1571	2445	3649	3626	2910
OSTION	--	--	--	--	11,036	11,426	8492	10,149	13,945
PARGO	--	--	--	--	--	15	12	--	99
PEJE LAGARTO	--	--	--	--	--	--	--	211	--
PETO	--	--	--	--	77	69	171	294	178
ROBALO	217	192	788	--	866	991	1120	1143	1280
RONCO	--	--	--	--	31	43	36	131	--
SARGO	--	--	--	--	32	25	--	--	--
SIERRA	--	--	--	--	427	453	658	400	781

CUADRO 2.9.3
 PRODUCCION Y PORCENTAJE POR MUNICIPIO, REGION Y ESTADO PARA
 EL PERIODO 1979-1982

Concepto	1979	1980	1981	1982
Cárdenas	7,529	7,529	7,589	5,963
Paraíso	3,942	5,297	6,675	4,857
Centla	2,730	4,009	4,477	1,999
Regional	13,020	16,835	18,741	12,819
Estatal	14,187	22,719	28,114	22,268
% Regional	91.77	74.10	66.00	57.57
% Estatal	100.00	100.00	100.00	100.00

Fuente: Departamento de Pesca. Dirección General de Planeación
 Informática y Estadística.

las siguientes poblaciones: Teapa, Tacotalpa, Jalapa, Macuspana y Ciudad Pemex.

Carretera Villahermosa-Frontera-Ciudad del Cármen.

Esta vía une a dos puertos uno en el Estado de Tabasco y otro en el Estado de Campeche, tiene una extensión de 168 kilómetros, es de gran importancia ya que permite el intercambio comercial de productos elaborados del mar, principalmente con la ciudad de Villahermosa y otros mercados cercanos así como con la ciudad de México. Además permite la comunicación con uno de los puertos más importantes del Estado de Campeche: el de ciudad del Cármen.

Carretera Villahermosa-Comalcalco-Paraiso.

Esta vía une a la ciudad de Villahermosa con la costa del Estado de Tabasco, cuenta con una extensión de 68 kilómetros permitiendo la comunicación con las localidades de Nacajuca y Jalpa, así como una multitud de poblados circunvecinos, por otra parte a través de la misma se puede llegar a Comalcalco y Paraiso saliendo de la ciudad de Cárdenas; por estas dos vías es posible llegar a playa Limón y Puerto Ceiba.

Carretera Cárdenas-Huimanguillo-Raudales de Malpaso.

Esta vía se orienta con dirección noroeste-suroeste, permite la comunicación con Huimanguillo uno de los lugares de gran importancia tanto agrícola como ganadera de la zona de la Chontalpa. Asimismo se comunica con la localidad de Raudales de Malpaso que se localiza en el Estado de Chiapas.

MAGNITUD DE LAS INDUSTRIAS, NUMERO DE ESTABLECIMIENTOS Y
EMPLEOS GENERADOS.

Municipio y grado industrial	No. de establecimientos.	Empleos
Municipio de Cárdenas		
Pequeña Industria	13	75
Mediana Industria	3	80
Gran Industria	3	1,595
T O T A L	19	1,750
Municipio de Centla		
Pequeña Industria	11	109
Gran Industria	3	53
T O T A L	14	162
Municipio de Parafso		
Pequeña Industria	9	—
T O T A L	9	—

Sobresale notablemente en el municipio de Cárdenas la pequeña Industria que está orientada principalmente al consumo local ya que la mayoría de sus establecimientos elabora productos de consumo - inmediato; también existen en forma incipiente industrias como la de fabricación de ropa y prendas de vestir. En lo que respecta a la industria mediana está integrada por asociaciones de productores tales como la Asociación de Productores de Cacao (fermentadora de cacao) y la unión de ejidos colectivos (molino de arroz), entre otras. La gran industria está formada por 3 empresas de importancia, ya que sus productos son comercializados a escala nacional; éstas presentan un futuro promisorio y cuentan con ventajas comparativas por localizarse en las inmediaciones de los centros de materias primas.

Centla cuenta con 3 congeladoras de camarón y 3 fábricas de hielo, así como 5 varaderos de barcos aquí, la gran industria está representada por 3 establecimientos: Pesquera Tabasqueña (congeladora de camarón), Procesados Marinos del Golfo (captura y proceso de tiburón).

Paraíso cuenta con 9 establecimientos dos se dedican a la producción de hielo, insumo básico para las actividades pesqueras de la región, con una capacidad productiva de 15 toneladas diarias cada una. Existen además, dos empacadoras de ostión, una empacadora de productos alimenticios, una fábrica de madera, dos fábricas de chocolate y una fermentadora de cacao.

2.8.1.1 POSIBILIDADES DE INDUSTRIALIZACION EN LA REGION

Existen numerosos recursos naturales en la región en estudio que se pueden aprovechar para lograr que la zona sea un polo de desarrollo industrial. Hasta ahora sólo se cuenta con pequeñas fábricas destinadas a la transformación de la caña de azúcar, cacao y algunas empresas congeladoras de mariscos.

En cambio la actividad petrolera toma mayor fuerza debido a que en el puerto de Paraíso, Junto al puerto de Dos Bocas existe un complejo petroquímico que servirá de base para la industrialización, del país, sin embargo, este complejo puede ocasionar serios problemas a la región, ya que si sólo se desarrolla la actividad petrolera y las demás actividades económicas quedan estancadas, se agudizará el desequilibrio estructural de la economía.

2.8.2 MINERIA

A nivel estatal la minería se caracteriza por ser una actividad incipiente a poco desarrollada. Por tal razón, en la zona de estudio se desconoce todo tipo de yacimientos mineros susceptibles de ser explotados.

2.8.3 COMERCIO

Observan los tres municipios una creciente actividad comercial - como consecuencia del grado de actividad económica a partir de - que la actividad petrolera ha cobrado importancia.

A esta actividad se ha dado el mayor impulso en el municipio de Cárdenas, ya que es el centro comercial por encontrarse situado en el punto donde confluyen los agricultores y ganaderos de la -

zona de la Chontalpa. En el municipio de Paraíso la actividad comercial es incipiente y poco desarrollada, lo que lo hace inadecuado para satisfacer la demanda de bienes y servicios. En el municipio de Centla las actividades comerciales son un poco mayores que en el municipio de Paraíso, aunque en forma general son poco desarrolladas. Por otra parte los canales de comercialización aunque han mejorado, no se ha logrado optimizarlos, -- razón por la cual la mayoría de las operaciones de compra venta se efectúan en la capital de Estado.

2.8.4

TURISMO

Para este sector la mayor concentración hotelera se localiza en la ciudad de Cárdenas. En años pasados los viajeros que al terminar sus visitas se regresaban a la ciudad de Villahermosa hoy la mayoría se queda en esta población debido al auge económico. El municipio dispone de recursos potenciales como son las lagunas del Carmen y Machona, la Palma y el Alacrán, así como la barrera de Santa Ana, se cuenta además con una isla llamada el Pajaral en donde existen una gran cantidad de aves y se puede practicar la caza y la pesca.

Paraíso cuenta con cuatro hoteles y diez restaurantes cuyo funcionamiento es regular cuenta con un centro turístico y como recursos potenciales se tienen playa Limón, playa Paraíso, el Bellote, Punta de Tilapa, laguna de Tupilco, la de Chiltepec, la de Mecoacán, isla de puerto Ceiba las cuales explotadas debidamente serán un gran atractivo turístico.

Se localizan en el municipio de Centla 3 hoteles y 5 restauran -

tes, la afluencia de visitantes es muy reducida registrándose aumentos en los meses de Abril y Mayo. Por su ubicación dentro de la zona de los ríos el municipio cuenta con grandes extensiones de playas, con ríos y lagunas en donde se pueden desarrollar actividades como la pesca, natación, esquí acuático, veleo, etc..

2.9 SECTOR PESQUERO A NIVEL REGIONAL

2.9.1 RECURSOS DISPONIBLES

A lo largo de la región en estudio se forman numerosos esteros y lagunas, lo que permite apreciar la enorme potencialidad de sus recursos, tales esteros y lagunas contienen una gran variedad de especies de agua dulce que existen en forma natural y son susceptibles de un aprovechamiento más intenso siempre y cuando se logre la integración del proceso de explotación, conservación y -- comercialización en forma adecuada.

Se explotan las siguientes especies: el ostión (el cual absorbe por sí solo la mayor parte de la producción estatal), el camarón, la mojarra, el bobo, la bandera, la carpa, el cazón, la -- cherna, el langostino, el tiburón, la tortuga, etc., y algunas -- otras cuya producción es pequeña.

Sánchez Magallanes (en el municipio de Cárdenas), Puerto Celba y Chiltepec (en el municipio de Paraíso) y Frontera (en el municipio de Centla), son las principales localidades donde se -- realizan las actividades pesqueras.

2.9.2 PRODUCCION PESQUERA

Alcanzó en 1979 la región una producción total de 13,020 toneladas, las cuales representaron el 91.77 por ciento del total esta

tal. Por su parte el valor de la producción pesquera en la zona en ese mismo año alcanzó la cifra de 186 millones 238 mil pesos. El volumen de producción, especies, porcentaje por municipio, - región y estado se observan en los cuadros 2.9.2 y 2.9.3 respectivamente.

C U A D R O 2.9.2

CAPTURA DE ESPECIES PARA LOS AÑOS 1976 - 1984 (TONELADAS)

ESPECIES	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
BANDERA	360	643	629	--	1108	1393	704	987	1720
BOBO	13	20	15	--	187	369	341	352	699
BONITO	--	--	--	--	--	14	26	--	--
CAMARON	817	785	847	--	1981	1923	525	535	451
CARACOL	--	--	--	--	--	--	--	23	90
CARPA	--	--	--	--	21	66	--	--	--
CATAN	--	--	--	--	275	415	443	--	--
CAZON	112	151	154	--	274	407	392	311	500
CHERNA	7	13	13	--	52	71	--	140	241
CHOPA	--	--	--	--	72	46	57	13	--
CHUCUMITE	--	--	--	--	67	85	113	121	--
COJINUDA	--	--	--	--	--	--	--	113	--
CORNUDA	--	--	--	--	--	17	--	--	--
GUABINA	--	--	--	--	29	38	--	--	--
GUACHINANGO	9	6	--	--	--	--	35	76	226
JAIBA	8	5	--	--	337	713	453	408	774
JUILE	--	--	--	--	--	11	--	--	--
JUREL	--	--	--	--	52	53	50	121	248
LANGOSTINO	12	3	--	--	456	650	363	429	858
LAPA	--	--	--	--	--	113	--	--	--
LISA	--	--	--	--	105	62	107	299	170
MOJARRA	--	--	21	--	1571	2445	3649	3626	2910
OSTION	--	--	--	--	11,036	11,426	8492	10,149	13,945
PARGO	--	--	--	--	--	15	12	--	99
PEJE LAGARTO	--	--	--	--	--	--	--	211	--
PETO	--	--	--	--	77	69	171	294	178
ROBALO	217	192	788	--	866	991	1120	1143	1280
RONCO	--	--	--	--	31	43	36	131	--
SARGO	--	--	--	--	32	25	--	--	--
SIERRA	--	--	--	--	427	453	658	400	781

	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
TIBURON	26	77	84	--	182	187	148	374	397
TOPOTE	--	--	--	--	--	--	--	--	17
TORTUGA	--	--	--	--	28	42	53	39	61
TRUCHA	--	--	--	--	--	17	20	--	--
OTROS	40	59	85	--	193	2695	620	966	1287
* Prod s/Reg Oficial	--	--	--	--	3260	3260	4434	4470	5617
T O T A L	1621	1954	2636	14,187	22719	28,114	23,022	25,731	32,549

* PRODUCCION SIN REGISTRO OFICIAL

FUENTE: DEPARTAMENTO DE PESCA. DIRECCION GENERAL DE PLANEACION INFORMATICA Y ESTADISTICA.

CUADRO 2.9.3
 PRODUCCION Y PORCENTAJE POR MUNICIPIO, REGION y ESTADO PARA
 EL PERIODO 1979-1982

Concepto	1979	1980	1981	1982
Cárdenas	7,529	7,529	7,589	5,963
Paraíso	3,942	5,297	6,675	4,857
Centla	2,730	4,009	4,477	1,999
Regional	13,020	16,835	18,741	12,819
Estatad	14,187	22,719	28,114	22,268
% Regional	91.77	74.10	66.00	57.57
% Estatad	100.00	100.00	100.00	100.00

Fuente: Departamento de Pesca. Dirección General de Planeación
 Informática y Estadística.

2.10 SECTOR COMUNICACIONES Y TRANSPORTES A NIVEL ESTATAL

En este punto se analizan las vías de comunicación como son:

Carreteras, vías férreas, vías aéreas, instalaciones portuarias, y los medios de comunicación como son: radio, telégrafo, teléfono y correo.

2.10.1 CARRETERAS

Tabasco cuenta con 5,644 kilómetros de carreteras lo que permite una intensa comunicación dentro del Estado y con los Estados colindantes (Veracruz, Chiapas y Campeche). De este total el 34 por ciento (1,937 kilómetros) corresponden a carreteras pavimentadas; el 43 por ciento (2,418 kilómetros) corresponden a caminos revestidos y el 23 por ciento restante (1,289 kilómetros) corresponden a terracerías, además se cuenta con una gran cantidad de brechas y caminos de menor importancia.

Las principales carreteras con que cuenta el Estado son las siguientes:

Carretera Villahermosa-Cárdenas-Coatzacoalcos.

Esta es una de las principales arterias de la entidad, ya que permite el movimiento de bienes y servicios que ingresa y sale, tiene una longitud de 169 kilómetros, permite la comunicación con la zona arqueológica de la Venta, a Sánchez Magallanes y a zonas de intensa actividad económica como es la región de la Chontalpa.

Carretera Villahermosa-Pichucalco-Tuxtla Gutierrez

Esta arteria une a los Estados de Tabasco y Chiapas tiene una longitud de 293 kilómetros de carretera federal, tiene una dirección Sur-Sureste está en buenas condiciones de tránsito, une a

las siguientes poblaciones: Teapa, Tacotalpa, Jalapa, Macuspana y Ciudad Pemex.

Carretera Villahermosa-Frontera-Ciudad del Cármen.

Esta vía une a dos puertos uno en el Estado de Tabasco y otro en el Estado de Campeche, tiene una extensión de 168 kilómetros, es de gran importancia ya que permite el intercambio comercial de productos elaborados del mar, principalmente con la ciudad de Villahermosa y otros mercados cercanos así como con la ciudad de México. Además permite la comunicación con uno de los puertos más importantes del Estado de Campeche: el de ciudad del Cármen.

Carretera Villahermosa-Comalcalco-Parafso.

Esta vía une a la ciudad de Villahermosa con la costa del Estado de Tabasco, cuenta con una extensión de 68 kilómetros permitiendo la comunicación con las localidades de Nacajuca y Jalpa, así como una multitud de poblados circunvecinos, por otra parte a través de la misma se puede llegar a Comalcalco y Parafso saliendo de la ciudad de Cárdenas; por estas dos vías es posible llegar a playa Limón y Puerto Ceiba.

Carretera Cárdenas-Huimanguillo-Raudales de Malpaso.

Esta vía se orienta con dirección nroeste-Suroeste, permite la comunicación con Huimanguillo uno de los lugares de gran importancia tanto agrícola como ganadera de la zona de la Chontalpa. Asimismo se comunica con la localidad de Raudales de Malpaso que se localiza en el Estado de Chiapas.

2.10.2 FERROCARRILES

Se tiene una red férrea de 300 kilómetros de longitud que cruza la porción Sur y Sureste en las proximidades de la sierra. En todo el Estado existen 17 estaciones, tres de las cuales proporcionan servicio de pasajeros y ocho posibilitan el embarque de ganado.

2.10.3 VIAS AEREAS.

Tiene el estado un aeropuerto de mediano alcance llamado C.P.A. Carlos Roviroso Pérez, se ubica en la localidad de dos Montes a 12 kilómetros de la ciudad de Villahermosa tiene una pista de 2,200 metros de largo por 45 metros de ancho de concreto hidráulico. Las aerolíneas que dan servicio regularmente son las compañías Aeroméxico y Mexicana de Aviación. El aeropuerto cuenta con una torre de control con los instrumentos para las maniobras garantizándose con ello la seguridad de los viajeros.

Por lo general todas las cabeceras municipales cuentan con pistas de aterrizaje de terracería que permiten el arribo de aviones C-180. También existen cuatro pistas asfaltadas de las cuales dos fueron construidas por Pemex y dos por la comisión del río Grijalva, en las ciudades de Cárdenas y San Pedro Balancán con capacidad para recibir aviones tipo C-411.

2.10.4 INSTALACIONES PORTUARIAS

6 puertos son con los que cuenta el estado: Dos Bocas, Sánchez Magallanes, Paraíso, Villahermosa, Jonuta y el puerto de Fratería.

Dos Bocas es el puerto más importante en la entidad, es el puer-

to petrolero por excelencia a nivel nacional, tiene un clima tropical-húmedo, con una temperatura anual promedio de 20.6°C a 32° C, precipitación pluvial abundante siendo en los meses de Junio a Octubre los de mayor precipitación pluvial, con un promedio - anual de 124 días de lluvia perceptible y 21 días de lluvia im - perceptible.

Frontera en el municipio de Centla es administrado por Pemex dá servicio a la flota pesquera (este puerto se analizará en forma detallada en su infraestructura en el capítulo III de este - trabajo).

Los siguientes cuatro puertos son de poca importancia, dedicando se primordialmente a la pesca y con poca infraestructura para de sarrollar otras actividades.

2.10.5 RADIO

11 estaciones radiodifusoras hay en el estado de las cuales 6 se encuentran en la ciudad de Villahermosa y una en las localidades de Cárdenas, Comalcalco, Huimanguillo, Macuspana y Tenosique.

2.10.6 TELEVISION

Existe una terminal de televisión, la cual se localiza en la ciudad de Villahermosa y existen 5 estaciones que dan servicio a toda la entidad.

Por otro lado se cuenta en la entidad con 6 estaciones de microondas que se localizan en Balancón (una), en Cárdenas (dos), en el centro (una) y en Macuspana (dos).

2.10.7 TELEFONO

Existen 67 agencias y 12 oficinas subalternas de teléfonos. Se cuenta también con 13,525 líneas en servicio que beneficia a 79 localidades.

2.10.8 TELEGRAFO Y TELEX

Muy importante en el desarrollo de la entidad ha sido el telégrafo, la cobertura es bastante amplia con lo cual se permite una fluida comunicación tanto a nivel estatal así como con el resto del país. La entidad cuenta también con 11 canales de télex que unen a la ciudad de Villahermosa con la ciudad de Coatzacoalcos en el Estado de Veracruz. Dos de dichos canales dan servicio a la prensa.

2.10.9 CORREO

También es una muy importante el correo en la entidad la cual cubre la mayor parte del Estado, siendo en su gran mayoría administraciones y agencias. Por otra parte también se comunica a otras pequeñas poblaciones por medio de envíos periódicos, finalmente en aquellas localidades que se encuentran alejadas de las administraciones o agencias de correo, el servicio se realiza por medio del delegado municipal, el cual recoge la correspondencia en la cabecera municipal.

2.11 SECTOR COMUNICACIONES Y TRANSPORTES A NIVEL REGIONAL.

2.11.1 CARRETERAS

Se encuentra comunicada la zona en estudio por una red carretera de 1,391 kilómetros de longitud, los cuales representan el 24.6 por ciento del total en el Estado. Del total corresponden a la zona en estudio el 43 por ciento (599 kilómetros) corresponden -

o caminos pavimentados, el 34 por ciento (477 kilómetros) a caminos revestidos y el 23 por ciento restante (315 kilómetros) a terracerfas.

Cárdenas tiene 938 kilómetros de caminos, de los cuales el 49 por ciento (463 kilómetros) corresponden a carreteras pavimentadas, el 34 por ciento (320 kilómetros) a caminos revestidos y el 17 por ciento restante (155 kilómetros) a terracerfas.

El municipio de Paraíso tiene 238 kilómetros de caminos correspondiendo el 24 por ciento (56 kilómetros) a caminos pavimentados, el 16 por ciento (37 kilómetros) a caminos revestidos y el 60 por ciento restante (145 kilómetros) a terracerfas.

El municipio de Centla, por su parte incluye un total de 215 kilómetros de carreteras, de los mismos el 37 por ciento (80 kilómetros) a caminos pavimentados, el 56 por ciento (120 kilómetros) a caminos revestidos, y el 7 por ciento restante (15 kilómetros) a terracerfas.

La distribución de las diferentes carreteras, tanto a nivel estatal como regional y municipal se observa en los dos siguientes cuadros.

INFRAESTRUCTURA CARRETERA DE LA REGION Y DEL ESTADO

(KILOMETROS).

Concepto	Tipo de carreteras y número de kilómetros			
	Pavimentadas	revestidas	Terracerfa	Total
Cárdenas	463	320	155	938
Paraíso	56	37	145	238
Centla	80	120	15	215
Regional	599	477	315	1,391
Estatad	1,937	2,418	1,289	5,644

Fuente: Plan Estatal de Desarrollo

Cuadernos municipales de Paraíso, Centla y Cárdenas.

Plan sectorial de Comunicaciones y Transportes.

RELACION PORCENTUAL DE LA INFRAESTRUCTURA CARRETERA MUNICIPAL

Y REGIONAL.

Conceptos	Tipo de Carretera.			
	Pavimentadas	Revestidas	Terracerfa	Total
Cárdenas	77.29	67.09	49.21	67.43
Paraíso	9.35	7.76	46.03	17.11
Centla	13.36	25.15	4.76	15.46
Regional	100.00	100.00	100.00	100.00

Fuente: Plan Estatal de Desarrollo.

No obstante lo anterior, dentro de la zona considerada aún por -
sistenten áreas poco comunicadas, pues en los municipios de Cár-
denas y Paraíso, así como casi en todo el municipio de Centla, -
las inundaciones dificultan el tránsito de vehfculos. Tal situa-
ción hace imposible la comunicación a ciertas localidades que se
encuentran dentro de esta zona de estudio.

2.11.2 FERROCARRILES

De los tres municipios ninguno se ha visto beneficiado por este
servicio, ya que ninguno cuenta con alguna línea férrea.

2.11.3 VIAS AEREAS

A consecuencia del auge petrolero ha sido necesario la construc-
ción de pistas de aterrizaje para pequeñas avionetas, como solu-
ción momentánea al problema del transporte aéreo. En la zona en
estudio existen 8 aeropistas distribuidas en los tres municipios,
3 se encuentran en el municipio de Cárdenas, dos de ellas están
asfaltadas y equipadas para recibir aparatos tipo C-411, la otra
es de terracerfa y recibe avionetas C-180.

Centla cuenta con 3 aeropistas de terracerfa que dan servicio re-
gular a las localidades de Frontera y Tasajero.

El municipio de Paraíso existen 2 aeropistas que pueden recibir
aviones tipo C-180.

2.11.4 INSTALACIONES PORTUARIAS

Unicamente en el municipio de Centla revisten cierta importancia
este tipo de instalaciones, mismas que se describen en el capí -
tulo III de este trabajo.

2.11.5 RADIO

De los tres municipios en estudio, sólo Cárdenas cuenta con una estación radiodifusora que da servicio la mayor parte del día.

2.11.6 TELEVISION

En los tres municipios se captan la mayoría de los canales que - su señal se origina en la ciudad de México. El único municipio que cuenta con dos estaciones de microondas es Cárdenas.

2.11.7 TELEFONO

Existe una comunicación tan importante como el teléfono en la zona de estudio con 2,267 líneas telefónicas en servicio.

2.11.8 TELEGRAFO

Este servicio existe en el municipio de Cárdenas, en la ciudad de Cárdenas y en el poblado de Sánchez Magallanes. En el municipio de Parafso este servicio se presta en la ciudad de Parafso y en el poblado de puerto Ceiba. Finalmente en el municipio de Centla las oficinas de telégrafos se ubican en las localidades de Frontera y Vicente Guerrero.

2.11.9 CORREO

Se da en los tres municipios este servicio. En el municipio de Parafso en las localidades de Parafso, puerto Ceiba y Chiltepec. En el municipio de Cárdenas en las localidades de Cárdenas, y los poblados de Sánchez Magallanes y Benito Juárez. Y en el municipio de Centla se localiza una agencia de correos en la cabecera municipal y una agencia rural en el poblado de Ignacio de la Llave.

3. ANALISIS DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE Y SU PROBLEMÁTICA

Localizado en la margen derecha el puerto y ciudad de Frontera - sobre desembocadura del río Grijalva distribuido a lo largo de 2.5 kilómetros, es un puerto fluvial cuyas actividades principalmente son el comercio y la explotación de la pesca. Cuenta con dos obras exteriores inconclusas y fuera de servicio, con un acceso marítimo a través de un canal natural con una longitud total de 10.5 kilómetros.

En su desembocadura se tiene una barra submarina arenosa formada por los sedimentos del río Grijalva, en la barra se tienen profundidades del orden de 2.7 m a 3.6 m y rebasando ésta hacia el interior del puerto se tienen profundidades de hasta 10 m. Las instalaciones portuarias se pueden agrandar en forma marginal a lo largo de los 2.5 kilómetros, ya que esta franja no se encuentra saturada. Asimismo se cuenta con áreas de expansión adyacentes tanto aguas arriba como aguas abajo de la ciudad de Frontera.

A continuación se expondrá cada una de las instalaciones con que cuenta el puerto de Frontera.

3.1 OBRAS DE PROTECCION

Constituyen las obras exteriores del puerto, 2 estructuras de tablestaca metálica y piedra de protección en los taludes, denominadas escolleras Este y Oeste cuyas características son las siguientes:

- Escollera Este se localiza al Noroeste de la desembocadura del río Grijalva (margen derecha), la estructura fue construída en el año de 1952 tiene una longitud total de 520.24 m., con un ancho de corona de 8.80 m en su parte media y 12.40 m en su ex - -

tremo Norte, tiene una altura de 1.26 m. Esta construida a base de tablestacas metálica tipo Larssen formando cajones y en la corona losas de concreto reforzado de .25 m. de espesor, se encuentra totalmente azolvada por el transporte litoral procedente del Este.

Escollera Oeste localizada en la margen izquierda de la desembocadura del río Grijalva, se construyó en el año de 1954 tiene una longitud total de 168 m con un ancho de corona de 4.45 m. y una altura de 1.26 m., también tiene una estructura a base de tablestaca tipo Larssen con losas de concreto y piedra de protección en taludes (semidestruida).

Espolón para derivación de basura y vegetación flotante se localiza al sur del muelle fiscal, unido a la margen derecha del río Grijalva, formando con la otra punta del espolón la dársena frente al mercado público, se construyó en el año de 1959 tiene una longitud de 69.50 m., con un ancho de corona de 1.20 m. y una altura de 2.00 m., la estructura es de losa de concreto con nervaduras y pilotes de fierro.

3.2

AREAS DE AGUA

Canal de Acceso Exterior, se localiza de mar adentro hasta la boca tiene una longitud total de 1600 m., y un ancho de plantilla de 40 m., y una profundidad de 4.50 m.

Dársena de Ciaboga se localiza frente al muelle fiscal tiene 200 m., de ancho con una profundidad de 5.40 m., y un diámetro del círculo máximo de ciaboga de 200 m.

3.3 SEÑALAMIENTO MARITIMO

Faro se localiza en la barra del puerto cuyas coordenadas geográficas son 18 37' N y 92 41' O, el faro tiene un alcance geográfico de 16 millas con destellos blancos con un periodo de 3 segundos, la estructura es hierro pintado de blanco con una altura de 30 m., su fuente de energía es acetileno (gas), como servicios adicionales cuenta con una casa habitación para el guarda-faro.

2 Balizas de enfilación localizadas en el rancho Carlos Rovirosa tienen un alcance geográfico de 10 y 13 millas respectivamente con destellos blancos, las estructuras son torres metálicas de 9 m., y alturas de balizas de 12 m., y 17m., respectivamente su fuente de energía es un cargador solar.

7 Balizas de situación localizadas 3 en la margen izquierda del río Grijalva y 4 en la margen derecha, sus características luminosas son 4 destellos verdes y 3 con destellos rojos, el periodo es un destello cada 3 segundos, su fuente de energía es un cargador solar.

3.4 OBRAS DE ATRAQUE.

Muelle Fiscal de Cabotaje se localiza en la margen derecha del río Grijalva frente al mercado público (aproximadamente al centro de la zona portuaria), se construyó en el año se 1949 este muelle es de tipo marginal es propiedad federal tiene una longitud de 300 m., y un ancho de 15.50 m., tiene una longitud útil de atraque de 300 m., y altura de 2.49 m., la profundidad varía entre 4 y 8m. está construido a base de pilotes de concreto reforzado de 0.34 x 0.34 metros de sección, losa de concreto armado de 0.35m., de es-

pesor con una capacidad de carga de 5 toneladas/metro cuadrado, sobre su plataforma se tienen 13 bitas y 12 cornamusas de fierro fundido distribuidas entre todo su perímetro, sus defensas son de madera dura sujetas a la estructura de atraque con pernos de acero, tiene además servicio de agua potable y energía eléctrica, 2 tomas de agua alimentadas por tubería de fierro -- galvanizado de 1/2" y 3" de diámetro; 11 salidas de energía -- eléctrica de 125 volts y 11 lámpara mercuriales para la iluminación, de 400 volts cada una.

Muelle de Pemex se localiza en la margen derecha del río Grijalva al norte de la ciudad se construyó en el año de 1954 tipo espigón con una longitud total de 28.40 m., 6.20 m., de ancho, -- longitud útil de atraque de 6.20 m y profundidad de 2.50 m., -- cuenta con una altura de 1.95 m., la estructura está construida a base de pilotes de hierro fundido y plataforma de concreto. Es administrado por Pemex para dar servicio a la flota pesquera de Frontera y sobre él se localizan las tomas con medidores. En -- tierra, calles de por medio, existe un sistema de almacenamiento de la misma empresa, cuenta con un almacenamiento de -- -- 1,676,504 litros de diesel, 80,000 litros de nova y 69,641 litros de petróleo diáfano. El sistema de llenado es automático y tiene una capacidad de 760 litros por minuto, con lo cual una -- embarcación camaronera se surte en media hora.

Muelle pesquero se localiza contiguo al muelle de Armadores de Tabasco se construyó en los años de 1983-1984, es propiedad Federal el muelle es tipo marginal tiene una longitud total de -- 200 m., y ancho de 7.5 m. la estructura y 20 m., el relleno pos

terior, la longitud útil de atraque es de 200 m. cuenta con una altura de 1.70 m. y una profundidad de 7 m., la estructura está construída a base de concreto armado y tablestacado.

Atracadero San Pedro se localiza en la carretera circuito del Golfo en la margen izquierda del río San Pedro se construyó en el año de 1962 es propiedad Federal, la empresa que lo opera es Setra (S.C.T) se utiliza para el transporte de vehículos y pasaje a través del río, el muelle es tipo marginal con una longitud útil de atraque de 5.12 m. cuenta con una profundidad de 2.80 m. la estructura es un muro de concreto simple.

Atracadero Campechito se localiza en la carretera circuito del Golfo en la margen derecha del río San Pedro, se construyó en el año de 1962 es propiedad Federal la empresa que lo opera es Setra (S.C.T.) se utiliza para el transporte de vehículos y pasaje a través del río, es tipo marginal cuenta con una longitud útil de atraque de 5.12 m y cuenta con una profundidad de 2.80 m. la estructura es un muro de concreto simple.

Muelle Asociación Local de Productos de Coco, es una concesión Federal a particular se localiza a 48 m. de muelle fiscal se construyó en el año de 1977, se utiliza para el transporte de Copra (Cabotaje) el muelle es tipo espigón cuenta con una longitud de 15 m., y ancho de la estructura de 2.50 m. y una longitud útil de atraque de 25.40 m tiene una profundidad variable de 1.50 m. a 2.50 m. la estructura está construída a base de tubos de 6" y concreto armado.

Muelle Propanax (ex Zurita e hijos) se localiza a 400 m. al sur del muelle Fiscal, se construyó en el año de 1955 es propiedad Federal el muelle es tipo marginal tiene una longitud total de 32.50 m. tiene un ancho de 12.35 m. y longitud útil de atraque de 23 m. cuenta con una altura de 2.10 m. y profundidad variable de 2.70 m. a 3.00 m., la estructura está construída a base de madera de amargoso, el muelle presta los siguientes servicios: agua potable, energía eléctrica, iluminación , teléfono bitas, defensas y extinguidores se utiliza como muelle pesquero (mariscos en general).

Atracaderos San Román y Frontera (ex Héctor López de Llergo) se localizan a 500 m. al Sur del muelle Fiscal, márgenes derecha a izquierda respectivamente del río Grijalva se construyeron en el año de 1962, son propiedad Federal su disposición es del tipo marginal cuenta con una longitud útil de atraque de 8.10 m. c/u, cuentan con alturas de 2.16 m y profundidad de 2.80 m. la estructura es a base de concreto simple y rampa de acero, la empresa que los opera es Setra (S.C.T.) se utilizan para el movimiento de vehículos y pasaje a través del río, los servicios que prestan son: agua potable, electricidad, alumbrado, teléfono, argollones y defensas.

Muelle Casa Ochoa se localiza en la margen derecha del río Grijalva se construyó en el año de 1965, es una concesión Federal a particular la disposición es en espigón su longitud es de 25 m. y ancho de 4.70 m. su longitud útil de atraque es de 10.90 m. cuenta con una profundidad de 0.70 m., se utiliza para la carga de mariscos en general, la estructura es de concreto -

armado y los servicios que presta son: energía eléctrica, iluminación, teléfono, bitas, defensas y extinguidores.

Muelle Juan Chávez F. se localiza en la margen derecha del río Grijalva fue construido en el año de 1949 es una concesión Federal a particular su disposición es en forma de "T", con asfalta de acceso de 20 m. de longitud y 2.00 m. de ancho, y plataforma de atraque de 6.5 m. de longitud cuenta con una longitud útil de atraque de 6.30 m. y una profundidad variable de 0.50 m. a 1.30 m., es usado por pequeñas embarcaciones llamadas siete barberas (escameras) con esloras de 6 a 7 m. y capacidad de 1 a 3 toneladas, la estructura es de madera los servicios que presta son: agua potable, energía eléctrica, iluminación, teléfono, bitas y defensas.

Muelle Armadores de Tabasco se localiza en la margen derecha del río Grijalva fue construido en el año de 1971 es una concesión Federal a particular su disposición es en forma marginal y en espigón tiene una longitud total de 500 m. y ancho variable de 3 a 5 m. tiene una longitud útil de atraque de 400 m. cuenta con una altura de 2.37 m. y profundidad de 5.80 m. la estructura es de madera de mangle se utiliza para mariscos en general, los servicios que presta son: electricidad, bitas y defensas.

Muelle Agileo Arceo O. se localiza a 600 m. al Sur del muelle Fiscal, se construyó en el año de 1970 es una concesión Federal a particular su disposición es marginal, cuenta con una longitud útil de atraque de 46.30 m. posee una profundidad variable de 3 a 4 m. se utiliza para la carga de mariscos, la estructura - - - - -

ra es a base de pilotes y traveses de concreto en la cubierta ma-dera y amargoso, los servicios que presta son: iluminación y bitas.

Atracadero Especial llamado falca "Jalapita" se localiza 500 m. al sur del poblado de Jalapita, Tab., sobre la márgen derecha - del río González se construyó en el año de 1974, es una conce - sión Federal a Particular su disposición es del tipo marginal - tiene una longitud útil de atraque de 3.40 m. y profundidad de 2.80 m., la carga que mueve son vehículos atravezado el río - - González, la estructura está construída a base de muro de con - creto simple y rampa de fierro.

Malecón se localiza en la márgen izquierda del arroyo el trapiche en San Román es propiedad Federal, tiene una longitud total de 80 m., se construyó en el año de 1976 cuenta con una profun - didad de 2.40 m. la estructura es de concreto.

3.5 AREAS DE ALMACENAMIENTO

Bodega de Tránsito se localiza en las calles de Pino Suárez y - calle adyacente al muelle Fiscal es propiedad Federal tiene las siguientes dimensiones 100 m. de longitud, 15 m. de ancho y 7 m. de altura. Es de mampostería con piso y techo de concreto; cuenta con 16 puertas metálicas corredizas de 4.00 x 4.80 colocadas a 11.70 m. de centro a centro, el área total construída es de - 1,500 metro cuadrados, con una capacidad de carga de 5 tonela - das/metro cuadrado, los servicios que presta son: electricidad y ventilación natural.

3.6 RELACION DE FRIGORIFICOS

Pesquera Tabasqueña, S.A.

dos con capacidad de 50 toneladas (conservación) c/u

uno con capacidad de 50 toneladas (congelación).

Mariscos de Tabasco S. de R.L. de C.V.

uno con capacidad de 50 toneladas (conservación).

dos con capacidad de 10 toneladas (conservación) c/u

Soc. Coop. de Productos Pesqueros Gregorio Méndez SCL.

dos con capacidad de 15 toneladas (conservación) c/u

Juan Chávez López

uno con capacidad de 18 toneladas (conservación)

uno con capacidad de 2 toneladas (congelación).

Joaquín Arroyo.

Tres con capacidad de 700 kilogramos (conservación) c/u

uno con capacidad de 5 toneladas (congelación).

Casa Ochoa.

uno con capacidad de 10 toneladas (conservación).

Carlos Contreras S.

uno con capacidad de 2 toneladas (congelación).

Enrique Rivas.

uno con capacidad de 12 toneladas (conservación).

uno con capacidad de 12 toneladas (congelación).

Manuel Pinto

uno con capacidad de 5 toneladas (conservación).

uno con capacidad de 3 toneladas (refrigeración).

Enrique Zurita G.

dos con capacidad de 5 toneladas (congelación) c/u

uno con capacidad de 15 toneladas (conservación).

Miguel Hernández.

uno con capacidad de 8 toneladas (conservación)

dos con capacidad de 500 kg. (conservación) c/u

Luis Mújica.

uno con capacidad de 2 toneladas (conservación).

uno con capacidad de 2 toneladas (congelación).

El puerto de Frontera, Tabasco maneja casi en su totalidad productos pesqueros, el análisis de su infraestructura nos da como resultado que no tiene instalaciones propias para hacer de este lugar un puerto de altura.

En el análisis que se hizo de la producción pesquera vemos que este puerto a pesar de los problemas que afronta, la producción va en aumento, por lo tanto si se lograra romper la barra que existe en la desembocadura del río Grijalva podremos tener condiciones magníficas, que difícilmente en otro lugar de la costa de Tabasco podemos encontrar.

Cuando existan condiciones favorables como son profundidad al pie de los paramentos de atraque en los muelles y un acceso que

permita la entrada de grandes embarcaciones como son los atuneros o algunos barcos de carga general o barcos porta contenedores se podrá incrementar de una forma importante el movimiento de carga en este lugar y el desarrollo que esto trae como consecuencia, la industrialización en la región.

4. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS Y METEOROLÓGICAS PREVALECIENTES EN EL PUERTO.

4.1 VIENTOS

Viento es una corriente de aire producida en la atmósfera, de acuerdo a los meteorólogos el viento es el movimiento horizontal o paralelo a la superficie del terreno de una masa de aire. Se caracteriza por su dirección y velocidad. La primera es la dirección geográfica desde la cual se mueve la masa de aire, se designa empleando las abreviaturas convencionales de las direcciones cardinales y se representa en forma gráfica con una rosa de vientos.

Para estimar la intensidad del viento se utiliza la escala de Beaufort, las causas del viento son los gradientes de presión atmosférica. En realidad, el aire no circula en forma perpendicular a las isobaras, ya que la rotación terrestre obliga a las masas de aire en movimiento a desviarse hacia la derecha de su trayectoria en el hemisferio Norte y hacia la izquierda en el hemisferio Sur y debido a la aceleración de Coriolis.

Los factores principales que se combinan para producir las dis-

tribuciones estacionales de los vientos son:

a) En las zonas tropicales, el aire es calentado por el sol más intensamente que en las regiones árticas, por lo tanto este aire caliente de los trópicos es desplazado a las regiones altas de la atmósfera por el aire frío, más pesado, que se desliza sobre la superficie de la tierra desde las regiones polares.

b) En el verano, debido a que el mar absorbe más calor que el continente, el aire marítimo se desplaza hacia tierra, en donde asciende. En invierno, el proceso se efectúa a la inversa.

c) La tierra gira alrededor de su eje, de Oeste a Este e imprime a todos los puntos de su superficie una misma velocidad angular ω , mientras que la velocidad tangencial correspondiente V_t varía de cero en los polos a un valor máximo en el ecuador. Por tanto los vientos tropicales que se mueven hacia los polos Norte y Sur tienen unos componentes hacia el Este y Oeste, en el hemisferio Norte y Sur respectivamente, con referencia a los puntos de la tierra sobre los que pasan.

Reviste importancia el determinar las características de los vientos; dirección, intensidad y porcentaje de incidencia anual en una cierta zona, se debe principalmente a:

- conocer las épocas y porcentajes de vientos máximos, con el fin de establecer las limitaciones para la navegación en la región.
- Estimar las alturas de ola generadas por el viento que podrían incidir en la zona; es decir, estimar las características del oleaje "local".
- La combinación de los dos conceptos anteriores, ayuda a es-

timar el porcentaje de operación en un puerto por factores meteorológicos.

- En ciertas zonas costeras, se pueden presentar problemas de erosión y/o transporte por efecto del viento.

Por todo lo anteriormente citado, se muestran las principales características del viento durante el período 1979-1983, registrados en la estación, más cercana a Frontera (60 km. al Oeste).

En la tabla 4.1.1 se muestran las velocidades extremas registradas, observándose que la velocidad máxima se presentó el 2 de Enero de 1979 con una intensidad de 29.5 m/s., proveniente del Norte; asimismo, se aprecia que los vientos máximos provenientes del sector N-W, se presentan durante el último cuatrimestre de los años de registro, mientras que los vientos que provienen del sector S-O, inciden durante el mes de Septiembre, además los vientos provenientes del sector S-E, se presentan durante los meses de Julio a Agosto principalmente, en tanto que los vientos que provienen del sector N-E se presentan en diferentes épocas de año. En las tablas 4.1.2 a 4.1.13, se muestra la frecuencia con que se presenta el viento con períodos mensuales y 16 direcciones, correspondientes a los diferentes rangos de velocidad establecidos: de 0 a 4 m/s., de 4 a 8 m/s., de 8 a 12 m/s., de 12 a 16 m/s., de 16 a 20 m/s., de 20 a 24 m/s., de 24 a 30 m/s., y más de 30 m/s.

Con esta información se formó la tabla 4.1.14 que es el resumen anual para el período 1979-1983, observándose que la dirección que se presenta con mayor porcentaje, es la Estenoreste (ENE), con el 16.27%. Las direcciones que inciden en orden descen - -

dente, son: Nornoreste (NNE), con el 14.72%, Estesureste (ESE), con el 11.39%, Noreste (NE), con el 11.22%, Este (E) con el 7.23% etc., de lo que se aprecia que las direcciones del sector Norte-Este son las que ocurren con mayor frecuencia en el período mencionado.

Asimismo, las velocidades medias más altas, corresponden a la dirección Noreste (NE), con una intensidad de 6.36 m/s., la velocidad media correspondiente a la dirección Norte (N), es de 6.34 m/s., en tanto que la velocidad media de la dirección Nornoreste (NNE), es de 6.28 m/s., siendo estos los valores más altos durante el período mencionado.

A continuación, en el plano 4.1.1 se muestra la rosa de vientos resultante de la tabla 4.1.14.

TABLA 4.1.1

VELOCIDADES ESTREMAS REGISTRADAS.

VELOCIDADES EXTREMAS REGISTRADAS PERIODO 1979 - 1983 DOS BOCAS, TABASCO.																
DIRECCION	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
VELOCIDAD (M/S)	29.5	26.9	23.0	21.8	20.5	19.9	20.1	17.5	17.2	19.5	18.6	19.5	14.8	23.6	22.1	27.2
DIA	2	11	11	30	21/27	21	14	22	23	21	23	23	12	16	18	25
MES	ENE	FEB	AGO	JUN	JUL/ OCT	JUL	JUL	AGO	SEP	MAR	SEP	SEP	OCT	SEP	NOV	DIC
AÑO	1979	1981	1982	1983	1983 1981	1982	1981	1979	1980	1981	1980	1980	1983	1979	1980	1983

TABLA 4.1.2

PORCENTAJE DE OCURRENCIA ANUAL DE VIENTO, REGISTRADO EN DOS BOCAS, TABASCO

ENERO

FRECUENCIA DEL VIENTO %																		
DIRECCION VEL. M/S	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	CALMA	TOTAL
CALMA																	0.8	0.8
0 a 4	0.6	2.0	1.8	5.1	2.6	6.8	2.2	3.1	1.3	2.0	1.1	1.2	0.3	0.6	0.4	1.6		32.7
4 a 8	2.8	7.0	4.3	10.9	3.2	6.3	3.5	3.5	0.6	0.4	0.2	0.4	0.3	1.4	1.6	4.9		51.3
8 a 12	1.7	1.5	0.8	2.9	0.6	0.1	0.1	0.1		0.1		0.1	0.1	0.7	0.5	2.2		11.5
12 a 16	0.5	0.6	0.4	0.3						0.1				0.1	0.1	0.7		2.8
16 a 20	0.3	0.4														0.1		0.8
20 a 24		0.1																0.1
24 a 30																		
MAS DE 30																		
NUMERO DE OBSERVACIONES	199	393	248	649	218	445	196	226	65	89	43	60	22	93	89	321	28	3384
PORCENTAJE	5.9	11.6	7.3	19.2	6.4	13.2	5.8	6.7	1.9	2.6	1.3	1.7	0.7	2.8	2.6	9.5	0.8	100.0
VELOCIDADES MEDIAS M/S																		
VELOCIDADES	7.7	6.7	5.9	5.6	4.5	3.8	4.4	3.8	3.1	3.4	3.0	3.3	4.9	6.3	6.2	6.8		
VELOCIDADES MAXIMAS M/S																		
VELOCIDADES	29.5	23.2	18.9	15.1	17.5	11.3	12.0	10.7	15.0	15.0	7.2	13.4	12.7	15.1	19.1	21.3		

TABLA 4.1.3

PORCENTAJE DE OCURRENCIA ANUAL DE VIENTO, REGISTRADO EN DOS BOCAS, TABASCO

FEBRERO

FRECUCENCIA DEL VIENTO I.																		
DIRECCION	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	CALMA	TOTAL
VEL. M/S																		
CALMA																	2.3	2.3
0 a 4	1.5	2.2	1.4	3.4	2.1	6.5	2.2	2.4	0.9	1.3	0.9	0.9	0.3	0.8	1.2	1.9		29.9
4 a 8	3.4	10.5	5.3	8.2	2.1	4.1	2.9	2.9	0.2	0.4	0.6	0.3	0.3	1.1	1.5	4.3		48.1
8 a 12	1.2	3.1	2.1	3.4	0.6	0.2	0.1	0.1		0.1		0.1		0.6	1.0	2.6		15.2
12 a 16	0.6	1.7	0.4	0.4										0.1	0.2	0.6		4.0
16 a 20		0.3														0.1		0.4
20 a 24		0.1																0.1
24 a 30																		
MAS DE 30																		
NUMERO DE OBSERVACIONES	221	607	312	522	162	367	175	183	38	60	51	43	19	87	133	323	78	3385
PORCENTAJE	6.7	17.9	9.2	15.4	4.8	10.8	5.2	5.4	1.1	1.8	1.5	1.3	0.6	2.6	3.9	9.5	2.3	100.0
VELOCIDADES MEDIAS M/S																		
VELOCIDADES	8.4	7.1	6.7	6.0	4.7	3.7	4.4	4.2	2.9	2.9	3.7	3.2	3.6	5.9	6.0	6.7		
VELOCIDADES MAXIMAS M/S																		
VELOCIDADES	18.4	26.9	18.8	15.0	13.6	12.7	13.7	12.7	11.0	17.4	12.1	9.9	10.5	16.5	18.5	18.2		

TABLA 4.1.4

PORCENTAJE DE OCURRENCIA ANUAL DE VIENTO, REGISTRADO EN DOS BOCAS, TABASCO

FRECUCENCIA DEL VIENTO %																		MARZO	
DIRECCION VEL. M/S	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	CALMA	TOTAL	
CALMA																	0.6	0.6	
0 a 4	0.5	3.3	1.1	4.5	2.6	6.0	1.8	2.4	0.8	1.5	0.8	0.9	0.8	0.9	0.6	1.1		29.6	
4 a 8	2.6	10.7	5.2	8.2	3.3	7.5	3.9	2.5	0.5	1.2	0.5	0.7	0.7	2.7	1.9	4.7		55.8	
8 a 12	1.0	4.0	1.7	1.5	0.3	0.5	0.1	0.1		0.4	0.2	0.1	0.2	0.6	0.7	1.1		12.5	
12 a 16	0.4	0.5		0.1							0.1			0.2		0.1		1.4	
16 a 20	0.1																	0.1	
20 a 24																			
24 a 30																			
MAS DE 30																			
NUMERO DE OBSERVACIONES	170	688	259	529	229	520	215	186	48	114	60	63	63	164	118	261	22	3709	
PORCENTAJE	4.6	18.5	7.0	14.3	6.2	14.0	5.8	5.0	1.3	3.1	1.6	1.7	1.7	4.4	3.2	7.0	0.6	100.0	
VELOCIDADES MEDIAS M/S																			
VELOCIDADES	7.1	6.2	6.1	5.2	4.4	4.3	4.5	3.9	3.4	4.4	4.8	3.8	4.5	5.9	6.4	6.0			
VELOCIDADES MAXIMAS M/S																			
VELOCIDADES	20.3	20.0	16.9	15.0	13.9	13.0	12.8	12.4	11.7	19.5	14.6	14.1	12.4	19.0	16.4	16.5			

TABLA 1.5

PORCENTAJE DE OCURRENCIA ANUAL DE VIENTO, REGISTRADO EN DOS BOCAS, TABASCO

ABRIL

DIRECCION VEL. M/S	FRECUENCIA DEL VIENTO %																TOTAL	
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW		CALMA
CALMA																	0.3	0.3
0 a 4	0.5	1.3	1.5	2.2	1.3	3.4	3.1	3.3	0.7	1.2	0.8	0.6	0.6	1.1	0.3	0.9		22.8
4 a 8	3.9	9.0	9.2	11.3	3.1	5.4	5.4	3.6	0.3	0.7	0.2	0.4	0.5	2.0	2.4	4.0		61.4
8 a 12	1.4	1.8	2.4	3.0	0.6	0.5	0.7	0.3	0.2	0.1			0.1	0.5	1.1	1.6		14.3
12 a 16	0.1	0.3		0.2						0.1				0.2	0.2	0.1		1.2
16 a 20																		
20 a 24																		
24 a 30																		
MAS DE 30																		
NUMERO DE OBSERVACIONES	211	445	469	597	178	333	331	258	44	75	36	37	43	136	153	238	11	3585
PORCENTAJE	5.9	12.4	13.1	16.7	5.0	9.3	9.2	7.2	1.2	2.1	1.0	1.0	1.2	3.8	4.0	6.6	0.3	100.0

VELOCIDADES MEDIAS M/S

VELOCIDADES	6.6	6.0	6.2	6.2	5.4	4.6	4.9	4.3	4.2	4.2	3.3	3.6	4.5	5.5	7.0	6.6
-------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

VELOCIDADES MAXIMAS M/S

VELOCIDADES	17.5	17.0	14.1	15.9	13.4	12.7	13.2	12.6	12.4	16.1	10.1	7.9	13.0	15.3	16.0	22.7
-------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------

TABLA 4.1.6

PORCENTAJE DE OCURRENCIA ANUAL DE VIENTO, REGISTRADO EN DOS DOCAS, TABASCO

MAYO

FRECUENCIA DEL VIENTO %																		
DIRECCION VEL. M/S	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	CALMA	TOTAL
CALMA																	0.1	0.1
0 a 4	0.7	1.1	1.1	1.7	1.5	3.8	1.9	1.6	0.7	1.7	0.4	1.0	0.7	0.5	0.4	0.9		19.7
4 a 8	3.3	8.0	8.4	12.4	5.8	8.0	5.0	4.5	1.8	0.7	0.7	1.0	0.6	1.5	1.2	3.5		66.4
8 a 12	0.7	2.4	2.3	3.1	1.0	1.0	0.5	0.4	0.1		0.1			0.6	0.5	0.8		13.5
12 a 16				0.1				0.1						0.1				0.3
16 a 20																		
20 a 24																		
24 a 30																		
MAS DE 30																		
NUMERO DE OBSERVACIONES	176	428	440	641	310	475	276	245	95	89	44	74	50	101	77	192	4	3717
PORCENTAJE	4.7	11.5	11.8	17.3	8.3	12.8	7.4	6.6	2.6	2.4	1.2	2.0	1.3	2.7	2.1	5.2	0.1	100.0

VELOCIDADES MEDIAS M/S																
VELOCIDADES	5.9	6.3	6.3	6.2	5.7	5.0	5.1	5.1	4.4	4.1	3.9	4.1	4.1	6.2	5.8	5.6

VELOCIDADES MAXIMAS M/S																
VELOCIDADES	15.9	18.2	14.9	17.5	13.0	16.5	12.0	13.1	11.0	9.0	8.1	11.5	13.9	15.0	16.3	11.5

TABLA 4.1.7

PORCENTAJE DE OCURRENCIA ANUAL DE VIENTO. REGISTRADO EN DOS BOCAS, TABASCO

JUNIO

FRECUENCIA DEL VIENTO %																		
DIRECCION VEL. M/S	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	CALMA	TOTAL
CALMA																	0.7	0.7
0 a 4	0.8	1.3	1.9	2.3	2.1	3.0	2.0	2.4	1.6	2.0	1.3	1.6	0.6	0.8	0.7	1.0		25.4
4 a 8	2.7	8.3	7.7	0.1	6.2	6.2	4.5	4.2	1.4	0.7	0.8	0.3	0.3	1.2	1.5	2.3		58.4
8 a 12	0.8	3.9	3.6	2.7	0.8	0.8	0.6	0.2					0.1	0.2	0.5	1.0		15.2
12 a 16		0.1			0.1												0.1	0.3
16 a 20																		
20 a 24																		
24 a 30																		
MAS DE 30																		
NUMERO DE OBSERVACIONES	156	486	474	542	328	360	254	243	108	96	76	67	37	78	96	157	24	3582
PORCENTAJE	4.3	13.6	13.2	15.1	9.2	10.0	7.1	6.8	3.0	2.7	2.1	1.9	1.0	2.2	2.2	4.4	0.7	100.0
VELOCIDADES MEDIAS M/S																		
VELOCIDADES	5.8	6.6	6.5	6.0	5.4	5.2	5.3	4.7	3.8	3.2	3.4	2.7	3.5	5.0	5.4	6.1		
VELOCIDADES MAXIMAS M/S																		
VELOCIDADES	13.3	14.3	16.0	21.8	15.3	12.9	15.3	15.0	12.0	16.3	8.4	8.1	8.9	12.6	12.5	14.2		

TABLA 4.1.8

PORCENTAJE DE OCURRENCIA ANUAL DE VIENTO, REGISTRADO EN DOS BOCAS, TABASCO

FRECUCENCIA DEL VIENTO I.																	TOTAL	
DIRECCION VEL. M/S	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	CALMA	TOTAL
CALMA																	1.0	1.0
0 a 4	0.7	1.3	1.1	2.1	1.5	4.7	2.2	2.4	1.0	1.9	0.7	0.7	0.2	0.3	0.2	0.7		21.7
4 a 8	2.4	6.3	8.0	12.5	8.8	8.1	3.4	1.8	0.3	0.9	0.1	0.1	0.2	0.5	0.6	1.6		55.6
8 a 12	0.2	3.2	5.2	6.4	2.3	1.9	0.5	0.4		0.1	0.2	0.2		0.1		0.1		20.8
12 a 16		0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1											0.9
16 a 20																		
20 a 24																		
24 a 30																		
MAS DE 30																		
NUMERO DE OBSERVACIONES	124	405	540	790	47.4	551	229	171	50	105	37	37	16	32	30	91	37	3719
PORCENTAJE	3.3	10.9	14.5	21.2	12.8	14.8	6.2	4.6	1.3	2.9	1.0	1.0	0.4	0.9	0.8	2.4	1.0	100.0

VELOCIDADES MEDIAS M/S																		
VELOCIDADES	5.5	6.6	7.1	6.8	6.3	5.2	5.1	4.3	3.1	3.6	4.1	3.7	4.3	5.2	4.6	4.9		

VELOCIDADES MAXIMAS M/S																		
VELOCIDADES	11.8	22.2	20.4	21.2	20.5	19.9	20.1	16.6	13.0	14.8	12.9	10.0	8.6	8.5	7.5	10.0		

TABLA 4.1.9

PORCENTAJE DE OCURRENCIA ANUAL DE VIENTO. REGISTRADO EN DOS BOCAS, TABASCO

AGOSTO

DIRECCION VEL. M/S	FRECUENCIA DEL VIENTO %																CALMA	TOTAL	
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW			
CALMA																		1.0	1.0
0 a 4	1.0	2.3	1.2	5.6	2.1	4.7	1.4	3.1	0.8	1.8	0.5	0.8	0.1	0.6	0.7	1.1		27.60	
4 a 8	3.1	9.5	11.2	11.0	6.5	6.4	2.3	1.9	0.7	0.2	0.3	0.2	0.2	0.4	0.5	2.0		56.40	
8 a 12	0.7	2.2	4.5	2.2	1.2	0.6	0.3	0.1	0.1		0.1					0.3		12.30	
12 a 16		0.3	0.9	0.5	0.5	0.1	0.1											2.40	
16 a 20			0.1	0.2														0.30	
20 a 24																			
24 a 30																			
MAS DE 30																			
NUMERO DE OBSERVACIONES	178	526	660	719	382	434	151	188	59	66	32	37	13	38	44	126	36	3689	
PORCENTAJE	4.8	14.3	17.9	19.5	10.3	11.8	4.1	5.1	1.6	1.8	0.9	1.0	0.3	1.0	1.2	3.4	1.0	100.0	
VELOCIDADES MEDIAS M/S																			
VELOCIDADES	5.6	6.0	7.1	5.5	5.8	4.6	5.0	3.5	4.1	2.6	3.8	2.8	4.3	3.5	4.1	5.1			
VELOCIDADES MAXIMAS M/S																			
VELOCIDADES	13.2	16.8	23.0	21.1	17.3	19.0	16.8	17.5	10.3	7.6	8.0	17.0	8.2	8.2	7.0	11.7			

TABLA 4.1.10

PORCENTAJE DE OCURRENCIA ANUAL DE VIENTO, REGISTRADO EN DOS BOCAS, TABASCO

SEPTIEMBRE

FRECUENCIA DEL VIENTO %																		
DIRECCION VEL. M/S	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	CALMA	TOTAL
CALMA *																	2.6	2.6
0 a 4	1.6	2.5	2.2	3.1	2.6	5.2	3.1	5.0	2.9	4.5	1.7	1.4	0.3	0.7	1.3	1.4		39.5
4 a 8	3.3	9.7	7.6	7.6	1.9	1.6	2.0	2.2	0.5	0.8	0.2	0.2	0.4	1.4	3.7	3.9		47.0
8 a 12	0.3	1.7	1.9	0.8	0.2	0.1	0.1	0.1		0.2	0.1	0.2		0.5	1.7	1.2		9.10
12 a 16	0.1	0.2	0.1											0.4	0.2	0.5		1.50
16 a 20														0.2		0.1		0.30
20 a 24																		
24 a 30																		
MAS DE 30																		
NUMERO DE OBSERVACIONES	188	504	420	409	169	246	187	262	121	198	72	65	26	113	247	255	93	3575
PORCENTAJE	5.3	14.1	11.8	11.5	4.7	6.9	5.2	7.3	3.3	5.5	2.0	1.8	0.7	3.2	6.9	7.1	2.6	100.0

VELOCIDADES MEDIAS M/S																		
VELOCIDADES	5.1	5.7	5.9	5.0	4.0	3.1	3.6	3.3	2.6	2.9	2.9	3.5	4.1	7.1	6.4	6.5		

VELOCIDADES MAXIMAS M/S																		
VELOCIDADES	17.9	14.9	15.5	16.4	13.9	16.6	19.0	12.3	17.2	19.1	18.6	19.5	14.6	23.6	18.2	19.0		

..TABLA 4.1.11

PORCENTAJE DE OCURRENCIA ANUAL DE VIENTO. REGISTRADO EN DOS BOCAS, TABASCO

OCTUBRE

		FRECUENCIA DEL VIENTO %																	
DIRECCION	VEL. M/S	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	CALMA	TOTAL
CALMA																		0.5	0.5
0 a 4		0.9	2.5	1.2	3.2	2.1	4.4	2.1	2.8	2.7	4.1	2.0	1.8	0.5	0.9	0.7	1.7		33.6
4 a 8		5.5	13.0	7.7	9.3	2.9	3.7	1.3	1.1	0.4	0.3	0.2	0.5	0.4	1.3	1.9	4.8		54.3
8 a 12		1.1	2.0	1.7	2.1	0.7	0.1							0.1	0.6	0.3	0.9		9.6
12 a 16		0.2	0.1	0.1	0.1											0.1	1.2		1.8
16 a 20																		0.2	0.2
20 a 24																			
24 a 30																			
MAS DE 30																			
NUMERO DE OBSERVACIONES		287	652	397	547	212	303	126	146	113	163	83	86	36	103	112	328	18	3712
PORCENTAJE		7.7	17.6	10.7	14.7	5.7	8.2	3.4	3.9	3.1	4.4	2.2	2.3	1.0	2.8	3.0	8.8	0.5	100.0
VELOCIDADES MEDIAS M/S																			
VELOCIDADES		6.0	5.7	6.1	5.6	5.1	3.8	3.7	3.1	2.6	2.5	2.8	2.8	4.6	5.4	5.6	6.8		
VELOCIDADES MAXIMAS M/S																			
VELOCIDADES		21.6	15.9	15.6	17.7	20.5	16.5	12.5	13.5	12.5	10.5	9.6	12.0	14.8	16.0	20.4	21.2		

TABLA 4.1.12

PORCENTAJE DE OCURRENCIA ANUAL DE VIENTO, REGISTRADO EN DOS BOCAS, TABASCO

NOVIEMBRE

FRECUENCIA DEL VIENTO %																		
DIRECCION VEL. M/S	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	CALMA	TOTAL
CALMA																	0.5	0.50
0 a 4	1.1	3.5	1.2	4.3	2.1	6.8	1.7	2.7	1.0	3.1	0.7	1.3	0.5	1.6	0.7	2.6		34.90
4 a 8	2.1	9.2	6.4	9.9	2.2	3.4	1.2	0.7	0.3	1.5	0.2	0.3	0.3	2.4	1.4	4.4		45.90
8 a 12	2.1	5.0	1.4	1.4	0.1	0.1	0.1	0.1					0.1	0.7	0.6	3.4		15.10
12 a 16	0.6	0.4	0.1											0.2	0.3	1.4		3.00
16 a 20		0.1													0.2	0.3		0.60
20 a 24																		
24 a 30																		
MAS DE 30																		
NUMERO DE OBSERVACIONES	168	518	260	442	124	292	87	100	36	126	25	45	25	138	90	344	14	2834
PORCENTAJE	5.9	18.2	9.1	15.6	4.4	10.3	3.0	3.5	1.3	4.6	0.9	1.6	0.9	4.9	3.2	12.1	0.5	100.0
VELOCIDADES MEDIAS M/S																		
VELOCIDADES	7.4	6.4	6.1	5.1	4.1	3.4	4.0	3.1	3.0	2.8	2.8	2.4	3.6	5.3	7.3	7.3		
VELOCIDADES MAXIMAS M/S																		
VELOCIDADES	19.3	19.3	16.6	15.7	13.3	16.3	12.3	14.0	10.9	8.9	6.0	9.8	12.3	21.1	22.1	22.2		

TABLA 4.1.13

PORCENTAJE DE OCURRENCIA ANUAL DE VIENTO, REGISTRADO EN DOS BOCAS, TABASCO

DICIEMBRE

FRECUENCIA DEL VIENTO I.																		
DIRECCION VEL. M/S	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	CALMA	TOTAL
CALMA																	1.4	1.4
0 a 4	1.4	3.6	1.8	4.3	3.8	9.0	4.6	3.5	1.1	1.9	0.9	1.5	0.4	1.1	1.3	1.7		41.9
4 a 8	2.6	8.9	4.6	7.3	3.9	5.1	1.8	1.0	0.4	0.2	0.1		0.3	0.5	1.6	2.1		40.4
8 a 12	1.1	2.4	2.2	2.8	1.0	0.5								0.3	1.0	0.9		12.2
12 a 16	1.0	1.0	0.4	0.4	0.3										0.1	0.5		3.7
16 a 20															0.2	0.2		0.4
20 a 24																		
24 a 30																		
MAS DE 30																		
NUMERO DE OBSERVACIO NES.	142	369	210	344	209	340	148	103	34	49	23	34	16	44	98	126	33	2322
PORCENTAJE	6.1	15.9	9.0	14.8	9.0	14.6	6.4	4.5	1.5	2.1	1.0	1.5	0.7	1.9	4.2	5.4	1.4	100.0

VELOCIDADES MEDIAS M/S																
VELOCIDADES	7.0	6.1	6.3	5.5	4.8	3.5	3.1	2.7	2.6	2.0	1.7	1.3	3.4	4.3	6.2	6.4

VELOCIDADES M/S																
VELOCIDADES	24.2	22.1	17.8	17.5	17.5	16.8	12.6	13.3	9.2	10.3	13.2	16.3	12.1	14.3	21.3	27.2

4.2 REFRACCION DEL OLEAJE

Para el diseño y construcción de estructuras y obras marítimas generalmente se requiere conocer las alturas, períodos y direcciones del oleaje en la región costera. Para determinar dichos parámetros se requiere tomar en cuenta los efectos de refracción, cuyas bases teóricas son:

Conforme al oleaje se traslada de aguas profundas a aguas reducidas el cambio de profundidad causa una disminución en la celeridad y como consecuencia su longitud se disminuye y su altura aumenta y el frente de ese oleaje se reorienta conforme a las líneas batimétricas. Este efecto se llama refracción del oleaje, el cual depende de la relación entre la profundidad y la longitud de la onda -- (d/l).

Para el análisis de refracción se supone que cuando una ola avanza hacia la playa, no existe dispersión lateral de energía a lo largo de su frente, es decir, la energía transmitida permanece -- constante entre dos ortogonales (trazadas perpendicularmente al frente de las olas). La potencia o flujo de energía del oleaje -- transmitido hacia adelante entre dos ortogonales adyacentes, en -- aguas profundas se expresa por:

$$P_o = \frac{1}{2} \rho b E_o C_g \quad 4.2.1$$

Donde:

b es la separación entre dos ortogonales adyacentes.

E la energía del oleaje-

C_g la celeridad del grupo.

El subíndice o se refiere a la condición de aguas profundas

El flujo de energía transmitido hacia adelante entre las mismas dos ortogonales adyacentes en aguas reducidas es igual a:

$$P = nbDC = C_g b E^2 \quad 4.2.2$$

Aceptando que la energía se conserva entre dos ortogonales, al igualarse las ecuaciones 4.2.1 y 4.2.2 y sustituyendo el valor de $E = H^2/8$ y $C = L/T$, tenemos:

$$\frac{H}{H_0} = \left[\frac{L_0}{2nL} \left(\frac{b_0}{b} \right)^2 \right] = K_S K_R \quad 4.2.3$$

Donde:

K_S Coeficiente de propagación (coeficiente de propagación en aguas reducidas).

K_R Coeficiente de refracción

Ambos coeficientes están definidos por las siguientes ecuaciones:

$$K_S = \left(\frac{L_0}{2nL} \right)^{1/2} = \left(\frac{C_0}{C_g} \right)^{1/2} \quad 4.2.4$$

$$K_R = \left(\frac{b_0}{b} \right)^{1/2} \quad 4.2.5$$

La ecuación 4.2.3 permite valorar la altura del oleaje, tanto en aguas intermedias como en aguas reducidas a partir de las características del oleaje en aguas profundas, siempre y cuando se puedan determinar las separaciones entre ortogonales adyacentes. El valor de n está dado por:

$$n = \frac{1}{2} \left[\frac{1 + (4\pi d_0)/L}{\text{sen } h(4\pi d/1)} \right] \quad 4.2.6$$

Como puede observarse en la ecuación 4.2.3, son dos los efectos que produce el cambio de profundidad en el oleaje.

Si los frentes de ola son paralelos a la línea batimétrica se cumple que $(b_0/b) = 1$, y por lo tanto sólo se produce el primer efecto cuantificado por K_s .

El coeficiente K_s toma en cuenta la disminución de la longitud de onda producida por la disminución en profundidad y el cambio en su altura, ya que debe conservarse el flujo de energía a lo largo de áreas de ancho unitario y altura igual a la profundidad. El segundo efecto se produce cuando los frentes de onda forman un ángulo con las líneas batimétricas, debido a lo cual las ortogonales dejan de ser paralelas, lo cual es cuantificado por K_r . Este segundo efecto se produce generalmente acompañado del primero. De acuerdo con la teoría lineal, el coeficiente K_r depende del período de la ola, de la profundidad y de la dirección inicial del oleaje.

Para calcular los valores de b_0 y b se construye un plano o diagrama de refracción, en el que se aprecia que las ortogonales tienden a converger o diverger; para el primer caso, se tiene un incremento de la energía por unidad de área y como consecuencia de ello un aumento de la altura de la ola; para el segundo caso se tiene una disminución de la energía por unidad de área y por lo tanto una reducción en la altura de la ola.

Para nuestro estudio se analizaron 6 direcciones N60°E, N30°E, N, N30°W, N60° y W. Los períodos seleccionados para estudiar el efecto de la refracción, fueron: el resultado del análisis del -

oleaje ciclónico $T= 9.7$ s; el que se presenta con mayor frecuencia (21.43%), $T= 5.9$ s; y el porcentaje pesado de ellos, $T=8.3$ s. (ver planos 4.2.1 a 4.2.18)

Los resultados obtenidos fueron:

DIRECCION: $N30^{\circ}W$; $T= 5.9$ s. $\alpha = 182.86^{\circ}$

Se observa una dispersión del oleaje en general, con algunas zonas de concentración del oleaje; los valores máximo y mínimo del coeficiente de refracción son: 1.25 en el canal 8 y 0.88 en el canal 13, respectivamente.

DIRECCION: $N30^{\circ}W$; $T= 8.3$ s. $\alpha = 182.86^{\circ}$

Por ser esta una dirección casi perpendicular a la línea de costa, en general se presenta una dispersión del oleaje con algunas zonas de concentración; los valores máximo y mínimo del coeficiente de refracción son: 1.45 en el canal 4 y 0.88 en el canal 6, respectivamente.

DIRECCION: $N30^{\circ}W$; $T= 9.7$ s. $\alpha = 182.86^{\circ}$

En esta dirección y con el período más alto considerado en este estudio se observan zonas alternadas de dispersión y concentración del oleaje con valores máximo y mínimo para el coeficiente de refracción de: 1.52 En los canales 2 y 4 y de 0.71 en el canal 6 respectivamente.

DIRECCION: $N60^{\circ}W$; $T= 5.90$ s. $\alpha = 212.86^{\circ}$

Para esta dirección, se observa que los canales de energía tienden en general a la concentración, con valores máximo y mínimo -

para el coeficiente de refracción de 1.08 en el canal 2 y 0.83 - en el canal 3 respectivamente.

DIRECCION: N60°W; T= 8.30 s.; $\alpha = 212.86^\circ$

En esta dirección, el oleaje tiende en general a la dispersión de la energía con valores máximo y mínimo para el coeficiente de refracción son: 1.14 en el canal 1 y de 0.75 en el canal 4, respectivamente.

DIRECCION: N60°W; T= 9.70 s.; $\alpha = 212.86^\circ$

Para esta dirección y período, se observa una tendencia general a la concentración de la energía y los valores máximo y mínimo obtenidos fueron 1.18 en el canal 2 y de 0.74 en el canal 4, respectivamente.

DIRECCION: W; T= 5.90 s.; $\alpha = 242.86^\circ$

En esta dirección se observa que todos los canales de energía - tienden a dispersar la energía, los valores máximo y mínimo del coeficiente de refracción son: 0.96 para los canales 1 y 2 y 0.71 en los canales 4 y 7, respectivamente.

DIRECCION: W; T= 8.30 s.; $\alpha = 242.86^\circ$

Para la dirección considerada y ese período de ola, se observa - una zona inicial con concentración de la energía y la zona final con tendencia a la dispersión con valores máximo y mínimo para el coeficiente de refracción de 1.22 en el canal 1 y de 0.58 en el canal 7, respectivamente.

DIRECCION: W; T= 9.70 s.; $\alpha = 242.86^\circ$

En esta dirección y período se observaron que la zona inicial y final concentran la energía del oleaje, mientras que la zona intermedia el oleaje dispersa su energía; los valores máximo y mínimo para el coeficiente de refracción son: 1.67 en el canal 1 y de 0.74 en el canal 5.

DIRECCION: N; T= 5.90 s.; $\alpha = 152.86^\circ$

Para esta dirección, se observa una tendencia a la dispersión del oleaje para los 3 períodos, los valores máximo y mínimo para el coeficientes de refracción son: 1.45, canal 1, T=8.30 s., y 0.71 para el canal 3, T=8.30 s.

DIRECCION: N30°E; T= 5.90 s.; $\alpha = 152.86^\circ$

Para esta dirección y los tres períodos considerados, se observa una fuerte tendencia a la dispersión del oleaje, sobre todo en el período de 5.90 s., obteniendo valores máximo y mínimo para el coeficiente de refracción de 1.18 en el canal 2. T=9.70 s., y de 0.65 para el canal 2. T=8.30 s.

DIRECCION: N60°E: T= 7.90 s.; $\alpha = 92.86^\circ$

En esta dirección y para todos los períodos considerados el oleaje sufre una fuerte dispersión en su energía, sobre todo en el período más pequeño, que en este caso fue de 7.90 s., ya que el período de 5.90 s., sufre un fuerte efecto de refracción, generando prácticamente una corriente litoral paralela a la costa en sentido Este-Oeste.

4.3

MAREAS

La marea es un desplazamiento de masas líquidas por la acción gravitatoria de otro cuerpo celeste. En la tierra las mareas que se manifiestan por la oscilación del nivel del mar, se deben a la acción combinada de la Luna y el Sol.

Newton en 1687 en su estudio, demostró el proceso matemático del fenómeno de las mareas, relacionándolo con el principio de la atracción universal, conocida ahora como la "teoría estática".

Posteriormente, Laplace confirmó que las mareas se debían a la influencia de la Luna y el Sol sobre los océanos, teoría conocida como "dinámica" en la que este investigador estableció que las oscilaciones del nivel del mar en un punto determinado son consecuencia de:

- a) Oscilaciones Libres, en donde las características de la onda como período y amplitud son función de las dimensiones y forma del vaso o recipiente que constituyen los océanos.
- b) Oscilaciones Forzadas, producto de la acción de atracción o perturbadora de la Luna y el Sol.

La fuerza generatriz de las mareas es inversamente proporcional al cuadro de las distancias del astro que las produce y directamente proporcional a su masa. La intensidad de la acción de la Luna y el Sol está determinada por esta ley y como la acción de la distancia es preponderante por estar elevada al cuadrado, el efecto de la Luna es más intenso que el del Sol.

Cuando la Luna se encuentra en la vertical de un punto del océano, las aguas se elevan al experimentar la atracción de aquella; en las antípodas la atracción será menor y las masas de agua se desplazarán en sentido contrario. Se forman así dos protuberancias acuosas, una del lado de la Luna y la otra en el lado opuesto.

Como la tierra gira alrededor de su eje, las dos protuberancias líquidas cambian su posición en la superficie del globo terráqueo. Lo mismo puede decirse de la acción del Sol.

La fase de la marea correspondiente a la subida del nivel del mar, se denomina pleamar y la correspondiente al descenso, bajar. Durante 24 horas y 50 minutos, tiempo que emplea la tierra en dar una vuelta completa respecto a su satélite, se observan dos mareas altas o pleamares, correspondientes a los pasos de la Luna por el meridiano del lugar, y dos mareas bajas o bajamares, coincidiendo con la salida y puesta de aquella.

Cuando las acciones atractivas del Sol y la Luna se superponen, por encontrarse ambos astros en línea recta con la tierra, tiene lugar un máximo de la oscilación del nivel del mar, denominada marea viva; este máximo ocurre cada 15 días coincidiendo con las fases nuevas y llenas de la Luna. Entre dos máximos se intercala un mínimo o marea muerta, originada cuando la Luna y el Sol se encuentran en posición de cuadratura, es decir, formando un ángulo recto respecto a la tierra.

A las mareas anteriormente descritas, o sea las que tienen un período de 12 horas y 25 minutos, se les denomina mareas semidiur-

nas y además de éstas, existen otros dos tipos; mareas diurnas, las que tienen un período de 24 horas, 50 minutos, con una sola bajamar y una sola pleamar por día; y mareas mixtas, con dos pleamares y dos bajamares en un día y una pleamar y una bajamar en otro día. Explica: porqué en un cierto lugar de la tierra, se presenta uno de estos tres tipos, es muy complejo, ya que intervienen entre otros los siguientes fenómenos: las mareas generalmente entran a los océanos por el Sur y son parcialmente reflejadas por los continentes, además son amortiguadas por las zonas bajas, incrementadas cuando pasan a través de dos masas continentales y modificadas por las mareas que provienen del otro extremo del océano, etc..

A continuación hacemos una recapitulación de los aspectos esenciales de mareas:

- Diurna: una pleamar y una bajamar por ciclo, con un período aproximado de 24 horas y 50 minutos.
- Semidiurna: dos pleamares y dos bajamares durante dos ciclos sucesivos con período promedio de 12 horas y 25 minutos.
- Mixta: es la combinación de los dos tipos, mencionados anteriormente.
- La desigualdad diaria: para las mareas semidiurnas y mixtas, es la diferencia en altura entre los niveles de dos pleamares o bajamares sucesivas.
- Marea viva: es el máximo nivel que alcanza el agua en el mes, ocurriendo algún tiempo después (edad de la marea), de aparecer la Luna nueva o llena.
- Marea muerta: es el mínimo nivel que alcanza el agua en el mes, los cuales decrecen a partir de la marea viva. Ocurren algún tiempo después que han aparecido los cuartos crecientes y menguantes.

- Mareas de sicigias: es el máximo nivel alcanzado por el agua en un año.

4.3.1

DESCRIPCION MATEMATICA

Con base en lo establecido anteriormente, una marea no consisten de un movimiento armónico simple, sino que es una combinación de varias componentes.

Durante un periodo considerable se ha tratado de separar las diversas componentes de la marea, en primer lugar para entender más el mecanismo de ese fenómeno y en segundo lugar para predecir los niveles de marea.

Uno de los primeros métodos que funcionó satisfactoriamente fue el del análisis armónico, conocido también como "método del almirantazgo", desarrollado en Inglaterra por Doodson en los años treinta.

Este método describe la variación de los niveles de agua causado por las mareas, como la superposición lineal de una serie de términos armónicos se caracteriza por los siguientes factores:

- La amplitud h_j : La diferencia vertical en altura entre el nivel más alto o más bajo y el nivel promedio, en m.
- El periodo W_j : El tiempo requerido por el efecto de una componente para recurrir, en grados/hora.
- El ángulo fase ω_j : El tiempo transcurrido entre el paso de un astro, Luna o Sol, a través del meridiano del lugar considerado y el tiempo real de ocurrencia, en grados.

- j .

Tipo o clase del término armónico
o constituyente.

En general, se puede decir que la acción solar representa un 46% del ejercido por la Luna. Además, debido a las órbitas elípticas del Sol y la Luna y a que sus declinaciones no son constantes en un lugar en especial se tiene un tipo y magnitud de marea diferente que en otro.

Por ejemplo, las mareas en el Golfo de México son del tipo diurno o mixto diurno con amplitud media del orden de 0.45 m., mientras que en el Pacífico se encuentran mareas mixtas semi-diurnas con amplitud media de 1.10 m., y en el mar de Cortés aunque también son del tipo mixto semidiurno son bastante más amplias, superiores a los 4.00 m.

Los términos armónicos o constituyentes más frecuentes usados son los siguientes, aunque el total de ellos asciende a más de 200. La influencia de los restantes en la mayoría de los lugares del mundo es relativamente pequeña.

PRINCIPALES CONSTANTES ARMÓNICAS DE LAS MAREAS

COMPONENTE (Símbolo)	CAUSAS	VELOCIDAD W_j ($^{\circ}$ /hr)	($360^{\circ}/W_j$, en hr)
M_2	Marea Lunar principal	28.984	12.42
S_2	Marea Solar principal	30.000	12.00
N_2	Variación mensual de la distancia a la Luna	28.440	12.66
K_2	Cambio en la declinación de Sol y la Luna durante un ciclo orbital.	30.082	11.97
K_1	Declinación de la marea de Luna/Sol	15.041	23.93
O_1	Componente Lunar diurna.	13.943	25.82
P_1	Componente solar diurna.	14.959	24.07

Los valores de W_j y T expresados en la tabla 4.3.1 son los mismos para cualquier lugar del mundo, los valores de h_j y α_j son fijos para cada lugar determinado y se obtienen a partir de mediciones de campo.

Para el puerto de Frontera, Tab., el Instituto de Geofísica de la U.N.A.M. realizó el análisis de las mareas, obteniendo los siguientes valores:

PRINCIPALES CONSTANTES ARMONICAS

COMPONENTE	h_j		grados 90° W
M_2	0.287 pies	0.087 m	59.32
S_2	0.079 pies	0.024 m	57.35
N_2	0.076 pies	0.023 m	44.75
K_1	0.490 pies	0.149 m	286.69
O_1	0.487 pies	0.148 m	295.39
P_1	0.173 pies	0.053 m	290.48

Tipo de marca: Mixta Diurna.

De la misma fuente se obtienen las horas a las que ocurren las -pleamares y las bajamares, así como las alturas de ellas con relación a un plano de referencia que es el nivel medio del mar, - a partir del cual se generan los siguientes, con sus valores correspondientes en Frontera, Tabasco:

Pleamar máxima registrada: nivel más alto registrado en la estación debido al efecto de una marea de viento combinada con la marea astronómica: 2.814 pies = 0.857 m

Nivel de pleamar media superior (NPMS): promedio de la más alta de las dos pleamares diarias durante el periodo considerado en la estación. No estimada para el sitio.

Nivel de pleamar media (NPM): promedio de todas las pleamares durante el periodo considerado en la estación: 0.702 pies = 0.214 m

Nivel medio del mar (NMM): promedio de las alturas horarias, durante el período considerado en la estación= 0.000 ft.= 0.000m.

Nivel de media marea (Nmm): plano equivalente entre la pleamar media y la bajamar media; es decir, se obtiene promedio estos - dos valores: = - 0.119 pies = - 0.036 m

Nivel de bajamar media (NBM): promedio de todas las bajamares durante el período considerado en la estación: = - 0.940 pies = - 0.286 m.

Nivel de bajamar media inferior (NBMI): promedio de la más baja de las dos bajamares diarias, durante el período considerado en la estación. No estimado para el sitio.

Bajamar Mínima registrada: nivel más bajo registrado en la estación debido al efecto de un ciclón combinado con el de la marea astronómica: = - 2.286 pies = - 0.696 m.

A continuación, en el plano 4.3.1 se muestran las variaciones - de mareas estimadas para el puerto de Frontera, durante el año 1984.

4.4 OLEAJE

Conocer los parámetros oceanográficos en aguas profundas es de gran importancia, ya que a partir de dicho conocimiento se pueden estimar los efectos que ejerce el fondo sobre las características del oleaje: altura, longitud y celeridad conforme se aproxima a la costa. Todo ello permite calcular y conocer las características del oleaje en cualquier punto cercano a la costa, hasta la línea de rompiente.

En este punto se incluye el análisis de los resultados obtenidos de tres fuentes:

- A) Una campaña de registro con sensores autónomos colocados a una profundidad de 12 m., que se llevó a cabo de 1981 a 1983 frente al puerto de Dos Bocas.
 - B) Un análisis realizado por A. H. Glenn y Asociados para un punto situado frente al puerto de Dos Bocas y a una profundidad de 20 m.
 - C) Un análisis realizado por Dames & Moore también para el puerto de Dos Bocas, Tabasco.
- A) De la campaña de los registros con sensores, se obtuvo lo siguiente:

RESUMEN ANUAL:

La altura de la ola significativa que ocurrió con mayor frecuencia, correspondió al intervalo de 0.50 a 1.00 m., con un 38.69% mientras que las alturas significantes en el intervalo de 0.50 - m., o menos, se presentaron con una frecuencia de 37.30%. Las alturas significantes de 1.0 a 1.50 m., ocurrieron un 12.81%. Las alturas se presentaron en el rango de 4.00 m., o mayores, - ocurriendo solamente un 0.34%. El mayor valor registrado fue de 8.96 m.

La altura de la ola significativa promedio de las olas registradas fue de $H_s = 0.82$ m.; el promedio estadístico sobre el tercio superior fue de $(H_s)_{1/3} = 1.17$ m.

Los períodos espectrales de los oleajes más abundantes de presentaron en el intervalo de 5.0 a 6.0 s., ocurriendo un 21.43%; en el intervalo de 4.0 a 5.0 s., los períodos espectrales ocurrieron un 20.62% y los espectrales 7.0 a 8.0 s., se presentaron un 16.78%. El máximo valor registrado para período espectral fue de 14.22 s., lo cual está indicado en el intervalo de 12.0 ó más segundos con un valor de 0.07% de ocurrencia. El período espectral promedio fue de $T = 6.06$ s., y el promedio estadístico sobre el tercio superior fue de $(T)_{1/3} = 12$ s.

El análisis de las distribuciones de frecuencia relativas cruzadas de altura significativa y período espectral correspondientes a este resumen anual, indica que las olas que con más frecuencia se presentaron, correspondieron a la altura significativa de 0.50 m., o menos, con períodos espectrales de 4.0 a 5.0 s., ocurriendo un 12.91%, seguidas de las olas en el mismo intervalo de alturas significativas con períodos espectrales de 5.0 a 6.0 s., con un 10.30% de ocurrencia. Las olas con alturas significativas de 0.50 a 1.00 m., y períodos espectrales de 5.0 a 6.0 s., ocurrieron un 8.63%. Ver tablas 4.4.1 y 4.4.2.

B) De la segunda fuente, o sea los resultados obtenidos por A. H. Glenn, corresponden a la zona próxima a: $92^\circ 40' W$, profundidad de 20 m.; la zona se ubica dentro de una franja costera de 60 millas náuticas (111.18 Km) que tiene una configura-

ción uniforme y la acción del oleaje que incide en la zona no varía mucho de un lugar a otro.

En la tabla 4.4.2 aparecen los resultados del porcentaje de ocurrencia del período y altura de las olas significantes. En la tabla 4.4.3 se muestran los resultados de frecuencia de alturas de ola contra direcciones de incidencia. Estos datos se han procesado y graficado en papel probabilístico, figura 4.4.1, con objeto de extrapolar valores con mayor o menor probabilidad.

Las direcciones predominantes del oleaje en la zona son las provenientes de: NE (Noroeste), N (Norte), NW (Noroeste) y E (Este). El porcentaje anual promedio de ocurrencia de estas direcciones es:

NE,	42.1%
N,	26.3%
NW,	14.5%
E,	10.5%

Estas direcciones de oleaje suman un total de 93.40% del promedio anual. Por otra parte, las zonas costeras ubicadas en las longitudes $93^{\circ} 40'$ W próxima a Frontera y 93° y $10'$ W, están un poco más protegidas de la dirección Este debido a la configuración y orientación de la costa y al hecho de que ahí las aguas someras se extienden más hacia el mar. En las figuras 4.4.2, -- 4.4.3 y 4.4.4 se presentan las curvas obtenidas para los porcentajes de excedencia anual en alturas y períodos significantes y el porcentaje anual de ocurrencia para las diferentes direcciones. En la tabla 4.4.4 se muestra un resumen de alturas y períodos con diferentes períodos de retorno para las diferentes zo -

TABLA 4.4.3

DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE ALTURAS DE OLA SIGNIFICANTE
PARA TODAS LAS DIRECCIONES, EN LA LOCALIDAD 18° 30' N, ---
93° 10' W.

DIRECCION	ALTURA DE LA OLA SIGNIFICANTE (M).						
	0-0.58	0.61-1.19	1.22-1.80	1.83-2.41	2.44-3.02	3.05-4.57	4.57
N	4.22	10.1	5.92	3.15	1.61	1.22	0.18
NE	7.68	16.82	9.20	1.55	2.07	1.51	0.21
E	2.67	4.25	2.24	0.93	0.30	0.12	-
SE	0.73	0.11	-	-	-	-	-
S	0.24	-	-	-	-	-	-
SW	0.62	0.1	-	-	-	-	-
W	0.85	1.77	1.06	0.62	0.3	0.25	0.033
NW	1.81	5.20	3.29	1.95	1.14	0.93	0.16
TOTAL	18.82	38.35	21.71	10.2	5.45	4.03	0.58

C) de la tercera fuente de información consultada, o sea -
Dames & Moore, se tiene:

condiciones de oleaje normal.

Los datos utilizados por Dames & Moore corresponden a la zona -
comprendida entre los puertos de Veracruz y Campeche, y se ba -
san principalmente en:

- Literatura que contiene la estadística de oleaje para áreas regionalizadas.
- Observaciones de barcos correspondientes a 100 años obtenidos por la Summary of Synoptic Meteorological Observation (S.S.M.O.).
- Información recabada por la National Oceanic and Atmospheric Administration (N.O.A.A.) y la National Climatic Center (N.C.C.).

La metodología aplicada a la información antes citada consistió en formar la estadística del oleaje de aguas profundas a condiciones de aguas intermedias que corresponden a una profundidad de aproximadamente 12 metros S.N.B.M. Con esto se determinó la altura de ola significativa para intervalos de retorno seleccionados, en esa zona y a esa profundidad.

Del proceso anterior, en las figuras 4.4.5 y 4.4.6 se muestran los resultados obtenidos, en la figura 4.4.7 se representan los regímenes de oleaje procedente de las direcciones N 60° E a N 60° W, en sectores a cada 30°. En la figura 4.4.6 se muestran los porcentajes de excedencias de altura de ola significativa, procedentes de todas las direcciones, en aguas profundas.

En la tabla 4.4.5 se resumen los porcentajes para los diferentes rangos de altura de ola y los porcentajes acumulados que representan alturas de olas mayores de los valores indicados, para cada dirección.

Como puede apreciarse, los oleajes más frecuentes proceden del sector N 60° E y N 30° E; las mayores alturas proceden de la dirección N 30° W. ver plano 4.4.1

En la figura 4.4.5 se presentan obtenidos para estas direcciones y en la tabla 4.4.6 se muestra la altura de ola significativa de diseño a 12 m., de profundidad con su período de retorno y período de ola correspondiente.

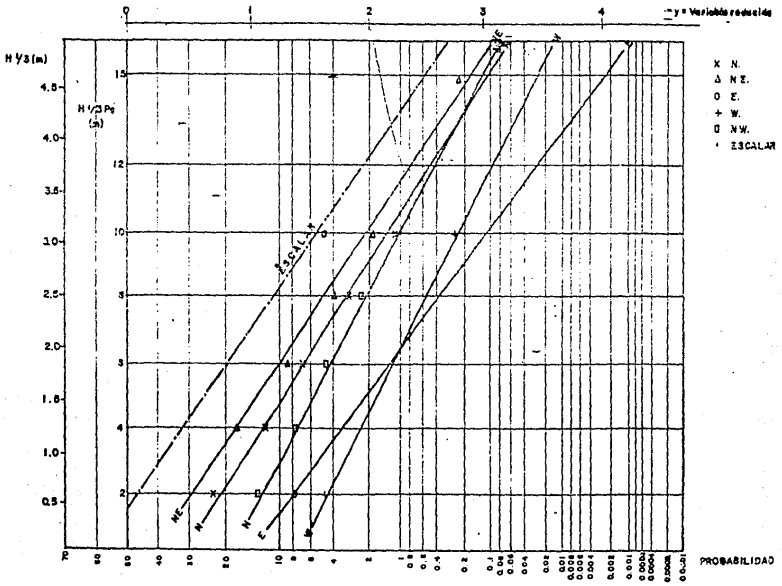
De acuerdo con lo antes expuesto de las tres fuentes consultadas, la que presenta valores de altura de ola, períodos de retorno y períodos de ola más congruente y aceptable, es Dames & Moore, ya que los resultados obtenidos provienen de diversas fuentes de información y las alturas de olas que obtiene, son menos conservadoras que las de Glenn.

En relación a los datos recabados durante la campaña de registro con sensores autónomos frente al puerto de Dos Bocas, Tabasco de 1981 a 1983 se considera como un período no representativo, ya que los valores obtenidos para la altura de ola significativa es un valor muy reducido, posiblemente generado por el lapso de tiempo relativamente corto para el registro de los parámetros oceanográficos que inciden en la zona.

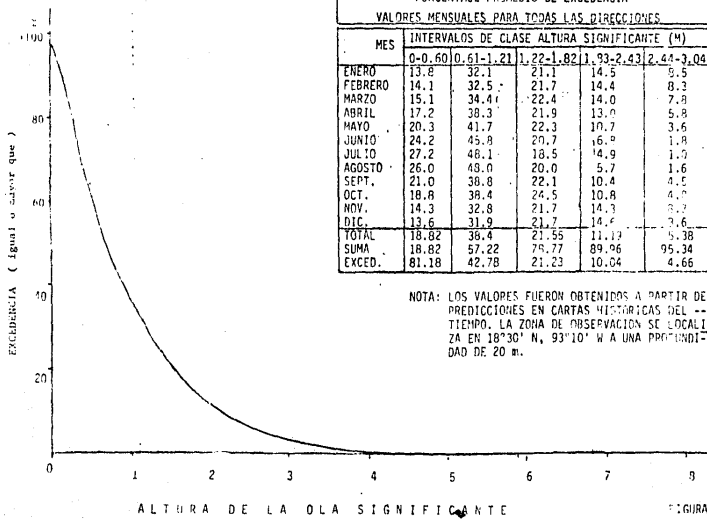
A. H. Glenn obtiene valores considerados muy altos para los parámetros oceanográficos que inciden en la región en estudio.

En conclusión la información obtenida en el estudio de Dames & Moore será la utilizada en este trabajo para la cuantificación y el transporte litoral en la franja costera del Puerto de Frontera.

FIGURA 4.4.1. REGIMEN MEDIO ANUAL (18°30'N-93°10'W) FUENTE: GLENN



PORCIENTO DE EXCEDENCIA ANUAL DE ALTURA
SIGNIFICANTE. REPORTE DE A. H. GLENN 23 DE SEPTIEMBRE DE 1977.



PORCENTAJE PROMEDIO DE EXCEDENCIA									
VALORES MENSUALES PARA TODAS LAS DIRECCIONES									
MES	INTERVALOS DE CLASE ALTURA SIGNIFICANTE (M)								
	0-0.60	0.61-1.21	1.22-1.82	1.93-2.43	2.44-3.04	3.05-4.56	4.56		
ENERO	13.8	32.1	21.1	14.5	9.5	7.9	1.5		
FEBRERO	14.1	32.5	21.7	14.4	8.3	7.7	1.3		
MARZO	15.1	34.4	22.4	14.0	7.8	5.6	0.7		
ABRIL	17.2	38.3	21.9	13.0	5.8	3.4	0.2		
MAYO	20.3	41.7	22.3	10.7	3.6	1.4	0.0		
JUNIO	24.2	45.8	20.7	16.9	1.8	0.7	0.0		
JULIO	27.2	48.1	18.5	14.9	1.7	0.3	0.0		
AGOSTO	26.0	49.0	20.0	5.7	1.6	0.7	0.0		
SEPT.	21.0	36.8	22.1	10.4	4.5	2.7	0.3		
OCT.	18.8	38.4	24.5	10.8	4.0	2.5	0.2		
NOV.	14.3	32.8	21.7	14.3	6.2	7.4	1.2		
DIC.	13.6	31.9	21.7	14.6	3.6	8.0	1.6		
TOTAL	18.82	36.4	21.55	11.19	5.38	4.03	0.58		
SUMA	18.82	57.22	75.77	89.96	95.34	99.37	99.95		
EXCED.	81.18	42.78	21.23	10.04	4.66	0.63	0.05		

NOTA: LOS VALORES FUERON OBTENIDOS A PARTIR DE
PREDICCIONES EN CARTAS HISTORICAS DEL --
TIEMPO. LA ZONA DE OBSERVACION SE LOCALI-
ZA EN 18°30' N, 93°10' W A UNA PROFUNDI-
DAD DE 20 m.

FIGURA 4.4.2.

TABLA 4.4.3

POPCIENTO DE EXCEDENCIA ANUAL PARA PERIODO
SIGNIFICANTE REPORTE DE A. H. GLENN 23 DE SEPTIEMBRE
DE 1977.

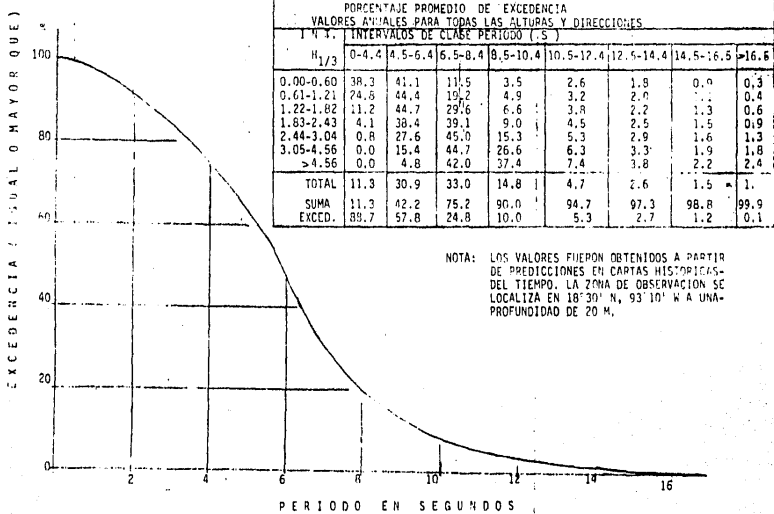
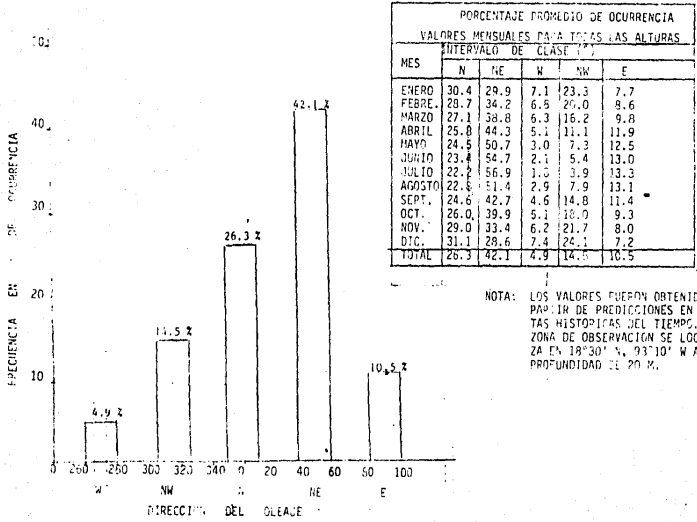


FIGURA 4.4.4

PORCIENTO ANUAL DE OCURRENCIA PARA DIRECCION DE ALFAJE REPORTE DE A. H. GLENN 23 DE SEPTIEMBRE DE 1977



MES	PORCENTAJE PROMEDIO DE OCURRENCIA				
	VALORES MENSUALES PARA TODAS LAS ALTURAS				
	INTERVALO DE CLASE (%)				
	N	NE	NW	W	E
ENERO	30.4	29.9	7.1	23.3	7.7
FEBRE.	29.7	34.2	6.5	27.0	9.6
MARZO	27.1	38.8	6.3	16.2	9.8
ABRIL	25.8	44.3	5.1	11.1	11.9
MAYO	24.5	50.7	3.0	7.3	12.5
JUNIO	23.4	54.7	2.1	5.4	13.0
JULIO	22.2	56.9	1.5	3.9	13.3
AGOSTO	22.5	51.4	2.9	7.9	13.1
SEPT.	24.6	42.7	4.6	14.8	11.4
OCT.	26.0	39.9	5.1	10.0	9.3
NOV.	29.0	33.4	6.2	21.7	8.0
DIC.	31.1	28.6	7.4	24.1	7.2
TOTAL	26.3	42.1	4.9	14.6	10.5

NOTA: LOS VALORES FUERON OBTENIDOS A PARTIR DE PREDICCIONES EN CARTAS HISTORICAS DEL TIEMPO. LA ZONA DE OBSERVACION SE LOCALIZA EN 18°30' N, 93°10' W A UNA PROFUNDIDAD DE 20 M.

FIGURA 4.4.5 REGIMEN DE OLEAJE

FUENTE: DAMES & MOORE

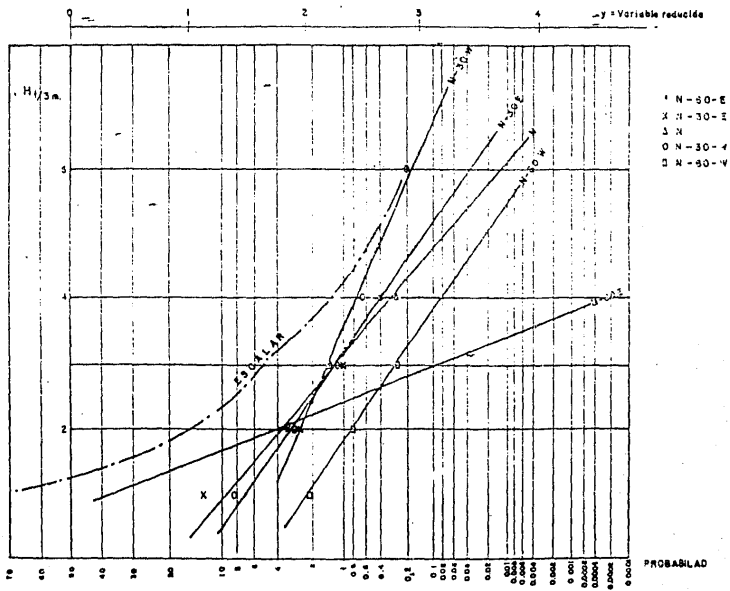
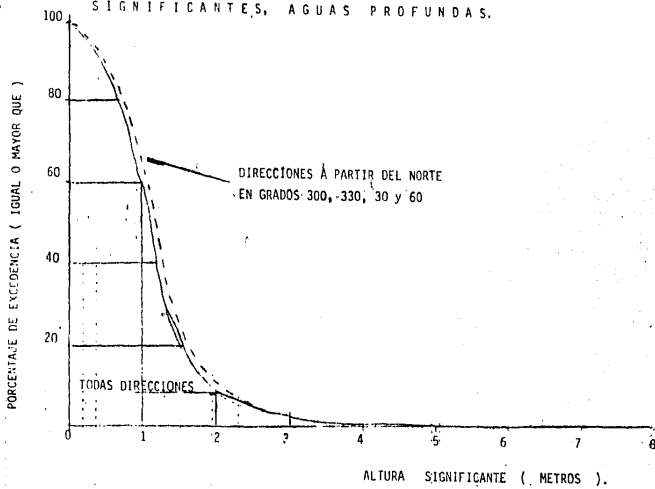


FIGURA 4.4.6
PORCENTAJE ANUAL DE EXCEDENCIAS DE LAS ALTURAS SIGNIFICANTES, AGUAS PROFUNDAS.



FUENTE: DAMES & MOORE.

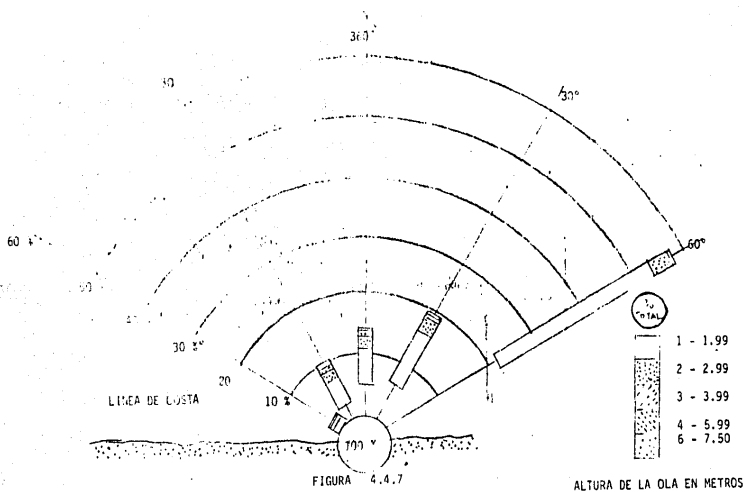


FIGURA 4.4.7

PORCENTAJE DE OCURRENCIA ANUAL DE LA ALTURA DE OLA
 FUENTE: DAMES & MOORE.

TABLA 4.4. 1

REFERENCIAS CRUZADAS DE OLEAJE ALTURA SIGNIFICANTE CONTRA PERIODO ESPECTRAL.
 PERIODO 1981-1983 OLOGRAFO DOS BOCAS, TABASCO. RESUMEN ANUAL.

PERIODOS ALTURAS (M) (S)	← 4.00	4.0 5.0	5.0 6.0	6.0 7.0	7.0 8.0	8.0 9.0	9.0 10.0	10.0 11.0	11.0 12.0	> 12.0	S U M A	TOTAL ACUMULADO
← 0.50	181 6.15	380 12.91	316 10.73	127 4.31	82 2.79	7 0.24	5 0.17	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1098 37.30	1098 37.30
0.50 1.00	129 4.38	205 6.96	276 9.37	254 8.63	212 7.20	33 1.12	28 0.95	0 0.00	1 0.03	1 0.03	1139 38.67	2237 75.99
1.00 1.50	16 0.54	21 0.71	37 1.26	65 2.21	145 4.93	51 1.73	40 1.36	2 0.07	0 0.00	0 0.00	377 12.81	2614 88.79
1.50 2.00	7 0.24	1 0.03	1 0.03	15 0.51	37 1.26	34 1.26	34 1.63	48 0.31	9 0.07	2 0.00	154 5.33	2768 94.12
2.00 2.50	2 0.07	0 0.00	1 0.03	3 0.10	14 0.48	14 0.14	38 1.29	12 0.41	3 0.10	0 0.00	87 2.62	2855 96.74
2.50 3.00	1 0.03	0 0.00	0 0.00	1 0.03	3 0.10	4 0.14	27 0.92	17 0.58	1 0.03	0 0.00	54 1.83	2909 98.57
3.00 3.50	2 0.07	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.03	0 0.00	10 0.34	9 0.31	0 0.00	0 0.00	22 0.75	2931 99.32
3.50 4.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	3 0.10	0 0.07	1 0.03	0 0.00	8 0.34	2939 99.66
> 4.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.03	1 0.03	1 0.03	2 0.07	1 0.04	10 0.34	2949 100.00
S U M A PORCENTAJE	346 11.48	607 20.62	631 21.43	465 15.79	494 16.78	144 4.65	200 6.79	50 1.77	10 0.34	2 0.07	2949 100.00	
TOTALES ACUMULADOS	346 11.48	953 32.37	1584 53.80	2049 69.60	2543 86.38	2687 91.03	2887 97.83	2937 99.59	2947 99.93	2949 100.00		

TABLA 4.4.2

REFERENCIAS CRUZADAS DE OLEAJE. ALTURA SIGNIFICATIVA CONTRA PERIODO ESPECTRAL. PERIODO 1981-1983. RESUMEN ANUAL.

PERIODOS ALTURAS (M) / (S)	<	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	>	S U M A	T O T A L ACUMULADO
	4.00	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0			
< 0.50	6.15	12.91	10.73	4.31	2.79	0.24	0.17	0.00	0.00	0.00	37.30	37.30
0.50 1.00	4.38	6.96	9.37	8.63	7.20	1.12	0.95	0.00	0.03	0.03	38.67	75.99
1.00 1.50	0.54	0.71	1.26	2.21	4.93	1.73	1.36	0.07	0.00	0.00	12.81	88.79
1.50 2.00	0.24	0.03	0.03	0.51	1.26	1.26	1.63	0.31	0.07	0.00	5.33	94.12
2.00 2.50	0.07	0.00	0.03	0.10	0.48	0.14	1.29	0.41	0.10	0.00	2.62	96.74
2.50 3.00	0.03	0.00	0.00	0.03	0.10	0.14	0.92	0.58	0.03	0.00	1.83	98.57
3.00 3.50	0.07	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.34	0.31	0.00	0.00	0.75	99.32
3.50 4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.07	0.03	0.00	0.34	99.66
> 4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.03	0.07	0.04	0.34	100.00
S U M A	11.48	20.62	21.43	15.79	16.78	4.65	6.79	1.77	0.34	0.07	100.00	
TOTAL ACUMULADO	11.48	32.37	53.80	69.60	86.38	91.03	97.83	99.59	99.93	100.00		

TABLA 4.4.4 ALTURAS Y PERIODOS DE DISEÑO

LOCALIZACION	PROF. (M)	PERIODO DE CURRENCIA (AÑOS)	ALTURA		PERIODO	
			MAXIMA (M)	SIG. (M)	MAXIMA (S)	SIG. (S)
19° 47' N 92° 18' W	183	1	13.7	7.4	11.0	5.9
19° 47' N 92° 18' W	183	10	15.5	8.4	13.0	7.0
18° 55' 08" N 91° 41' 52" W	13	100	12.0	6.5	15.3	8.2
19° 22' 56" N 91° 58' 55" W	40	100	16.7	9.0	16.0	8.6
19° 34' 33" N 92° 05' 39" W	64	100	17.1	9.2	16.0	8.6

FUENTE: A. Giern y Asociados.

TABLA 4.4.5
 RESUMEN ANUAL DE PORCENTAJES DE OCURRENCIA DE OLAJE PARA DIFERENTES
 RANGOS DE ALTURA Y TODAS LAS DIRECCIONES POSIBLES EN LA ZONA DE:
 FRONTERA, TABASCO.

ALTURA DE DIRECCION \ OLA	1.0-1.99m.	2.00-2.99 m.	3.00-3.99 m.	4.00-5.99 m.	6.00-7.50 m	TOTAL
N 60° E	36.2	4.2	0.8	-	-	41.2
N 30° E	13.7	3.7	1.2	0.5	-	19.1
N	9.6	3.6	1.6	0.3	-	15.1
N 30° W	8.2	3.2	1.4	0.7	0.2	13.7
N 60° W	2.1	0.8	0.3	-	-	3.2
TOTAL	69.8	15.5	5.3	1.5	0.2	92.3
ACUMULADO	69.8	85.3	90.6	92.1	92.3	92.3

FUENTE: Dames & Moore.

4.5

HURACANES

Ciclón tropical es aquel cuya velocidad supera los 120 km/h., es frecuente en las regiones calmas, donde convergen los vientos alisios del hemisferio Norte con los del Sur. En las zonas bajas el aire converge hacia el centro de baja presión en forma de torbellino ligeramente asimétrico, con un momento angular considerable debido a la aceleración de Coriolis; en las regiones altas ascienden y diverge. Es de núcleo caliente a causa de la humedad del aire ascendente. Lo acompañan sistemas de nimbostratos que producen copiosas lluvias.

Por sus características los huracanes provocan graves daños en los sitios por los que pasan, sobre todo si inciden en la banda costera debido a los fuertes vientos que generan olas de gran magnitud y poder destructivo.

De la información recabada se aprecia que el régimen ciclónico en el litoral del Golfo tiene una incidencia baja de estos fenómenos meteorológicos, ya que en el período 1960-1980 se presentaron un total de 38, haciendo un promedio de 1.90 por año; mientras que en el litoral del Pacífico, en ese mismo período ocurrieron 84 ciclones con un promedio de 4.2 ciclones por año. Durante los años de 1962 y 1976 no se presentó ciclón alguno en el Golfo, mientras que en 1961 y 1980 se presentaron 4 ciclones. En la zona del Golfo, las trayectorias ciclónicas van del "SE al NW" es decir, del mar Caribe hacia el Estado de Tamaulipas, observándose que los meses en que se presenta la mayoría de huracanes son en los meses de -

Agosto, Septiembre y Octubre; ocasionalmente ocurren en Julio y Noviembre. En la tabla 4.5.1 se muestran los ciclones que --- afectaron al litoral del Golfo durante el periodo de 1960 a - 1980.

Analizando todas las trayectorias ciclónicas para el periodo - anterior, y teniendo en cuenta los vientos máximos generados, así como la distancia entre el ciclón y la zona en estudio, se seleccionaron los siguientes tres ciclones:

EDITH, con duración del 6 al 15 de Septiembre de 1971, BRENDA que se presentó entre el 18 y 22 de Agosto de 1973 y por último HERMINE, que ocurrió entre el 21 y 25 de Septiembre de 1980; los detalles de sus desplazamientos desde su origen hasta su - disipación, se muestran en las tablas 4.5.2, 4.5.3 y 4.5.4, --- respectivamente, las trayectorias se muestran en el plano 4.5.1

TABLA 4.5.1

HURACANES QUE AFECTARON EL LITORAL DEL GOLFO DE 1960 A 1980

AÑO	NOMBRE	FECHA DE OCURRENCIA.
1960	ABBY	12-16-VII
1961	ANNA	21-24-VII
	CARLA	5-12-IX
	HATTIE	27-31-X
	INGA	5-8-XI
	---	---
1962	---	---
1963	CINDY	16-17-IX
1964	HILDA	30-IX-3-X
	ISABEL	13-15-X

1965	DEBBIE	24-29-IX
1966	ALMA	6-13-VI
	HALIE	16-21-IX
	INEZ	27-IX-10-X
1967	BEULAH	8-23-IX
	FERN	2- 4-X
1968	CANDY	22-23-VI
	GLADYS	14-19-X
1969	CAMILLE	14-22-VIII
	FRANCELIA	30-VIII-4-IX
	LAURIE	17-24-X
1970	BECKY	20-22-VII
	ETJA	10-22-IX
	GRETA	27-IX-3-X
1971	CHLOE	18-25-VIII
	EDITH	6-15-IX
	FERN	8-12-IX
1972	AGNES	16-25-VI
1973	BRENDA	18-22-VIII
	DELIA	1-6-IX
1974	CARMEN	29-VIII-8-IX
	FIFI	16-20-IX
1975	CAROLINE	26-VIII-1-IX
	ELOISE	14-23-IX
1976	- -	- -

1977	ANITA	29-VIII-2-IX
	FIEDA	17-19-X
1978	AMELIA	30-31-VIII
	BESS	6-8-VIII
	GRETA	14-19-IX
1979	HENRI	15-24-IX
1980	ALLEN	1-11-VIII
	DANIEL	4-6-IX
	HERMINE	21-29-IX
	JEANNE	9-16-IX

TABLA 4.5.2

TRAYECTORIA CICLONICA.

NOMBRE: EDITH, del 6 al 15 de Septiembre de 1971.						
DENOMINACION: HURACAN.						
FECHA	HORA MERIDIANO DE GREENWICH	LATITUD DEL CENTRO N	LONGITUD W	VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO (KM/H)	VELOCIDAD MAXIMA DEL VIENTO (KM/H)	DISTANCIA MAS PROXI MA A FRON- TERA (KM).
6-1X-71		12.7°	64.8°	10	55	
7-1X-71		12.6°	68.7°	12	80	
8-1X-71		13.6°	75.0°	15	90	
9-1X-71		14.9°	83.4°			
10-1X-71		16.8°	87.5°	10	100	250 Km al SE de CHETUMAL
11-1X-71		19.8°	89.7°	20	55	158.7
12-1X-71		21.3°	94.1°	20	70	343.9
13-1X-71		23°	95.7°	10	70	
14-1X-71		24.6°	97.4°	Muy baja	75	
15-1X-71		32°	92°	En disipación.		

TABLA 4.5.3.
TRAYECTORIA CICLONICA.

NOMBRE: BRENDA, del 18 al 22 de Agosto de 1973.						
DENOMINACION: HURACAN.						
FECHA	HORA	LATITUD	LONGITUD	VELOCIDAD	VELOCIDAD	DISTANCIA MAS
	MERIDIANO	DEL CENTRO		DE DESPLA	MAXIMA DEL	PROXIMA A
	GREENWICH	N	W	ZAMIENTO	VIENTO.	FRONTERA
				(Km/h)	(Km/h)	(Km).
18-V111-73		20.5°	83.5°		55	
19-V111-73		21.3°	86°	20	70	
20-V111-73		21.1°	89°	18	100	Cerca de Mérida.
21-V111-73	0.00	19.3°	91.9°	12	130	105.82
21-V111-73	13.00	Entre Villahermosa y Cd. del Carmen			80	52.90
22-V111-73	0.00	17°	91.5°	10	70	(En Tierra).

TABLA 4.5.4:

TRAYECTORIA CICLONICA.

NOMBRE: HERMINE, del 21 al 25 de Septiembre de 1980						
DENOMINACION: TORMENTA TROPICAL.						
FECHA	HORA	LATITUD	LONGITUD	VELOCIDAD DE	VELOCIDAD	DISTANCIA
	MERIDIANO	DEL CENTRO		DESPLAZAMIENTO	MAXIMA DEL	MAS PROXI
	GREENWICH	N	W	(Km/h)	VIENTO	MA A FRON-
					(Km/h)	TERA (Km)
21-IX-80	4.00	15°	81.5°	25	55	
	10.00	15°	82°	18	55	
	16.00	16°	84.5°	22	83	
	22.00	16.3°	85.5°	22	93	
22-IX-80	4.00	16.5°	82°	26	93	
	10.00	17.6°	87.3°	24	110	150 Km. al SE de Chetumal.
	16.00	18.1°	88.2°	24	110	50 Km. al S de Chetumal.
	22.00	18.7°	89.6°	24	80	(En Tierra).
23-IX-80	4.00	19.1°	91.1°	24	75	158.4
	10.00	19.4°	91.5°	19	75	105.8
	16.00	19.3°	93.5°	23	85	158.7
24-IX-80	4.00	18.9°	94.1°	12	110	238.1
	10.00	18.5°	94.7°	12	110	251.3
	16.00	18.2°	95°	Estacionario	93	
	22.00			Estacionario	100	
25-IX-80	4.00	18.2°	95.1°		83	
	10.00	18°	95.5°		83	50 Km. al W de Acayucan.
	16.00	Mismo lugar con tendencia a disiparse.				

4.5.1 ANALISIS DE OLEAJE GENERADO POR CICLONES

En este punto se describirán tres diferentes métodos indirectos de análisis de oleaje ciclónico, con el objeto de comparar los resultados que se obtienen con la aplicación de los mismos y recomendar la metodología más apropiada de acuerdo con las características de la zona y los ciclones que inciden en la misma, considerando la situación más crítica. Los métodos que se aplican son:

- 1.- Método tradicional de Sverdrup y Munk modificado por Bretschneider (SMB).
- 2.- Método de Donelan, aplicado en Canadá para determinar el oleaje y el período generado por tormentas en el Lago Ontario en 1982.
- 3.- Método propuesto por Fuentes en la publicación "Diseño optimo de las Escolleras del puerto de Altamira, Tamps.". - Del Instituto de Ingeniería, UNAM. Julio 1984.

4.5.1.1 METODO DE SVERDRUP-MUNK Y BRETSCHNEIDER (SMB).

Estos autores elaboraron una teoría que ya tradicionalmente se utiliza en cualquier región para predecir el oleaje en aguas profundas, en la cual se supone que el viento actúa con velocidad constante. Los principales parámetros a tener en cuenta en este método son: velocidad del viento formativo (V), y su duración (t), longitud del Fetch (F) y la aceleración de la gravedad (g).

Aplicando este método se obtiene una altura de ola H_g y período T_g llamados significantes, que representan el oleaje -

real. El método originalmente es gráfico, y posteriormente se derivaron las expresiones para calcular la altura y el período, las cuales a su vez se ajustaron para finalmente quedar expresadas de la siguiente manera:

a) Para la altura de ola significativa

por Fetch

$$\frac{g H_s}{U^2} = 0.2525 \tan h \left[0.01 \left[\frac{g F}{U^2} \right]^{0.49} \right] \quad 4.5.1.1$$

Por duración

$$\frac{g H_s}{U^2} = 12.3174 \tan h \left[0.0004345 \left[\frac{g t}{U} \right]^{0.33} \right] \quad 4.5.1.2$$

b) Para el período significativo

por Fetch

$$g \left(\frac{T_s}{U} \right) = 0.358 \left[\frac{g F}{U^2} \right]^{0.28} \quad 4.5.1.3$$

Por duración

$$\frac{g T_s}{U} = 50.721 \tan h \left[0.015 \left[\frac{g t}{U} \right]^{0.2} \right] \quad 4.5.1.4$$

La metodología es la siguiente:

- Se determinan los parámetros (gF/U^2) y (gt/U) .
- Empleando las ecuaciones 4.5.1.1 y 4.5.1.2, se calcula $(g H_s/U^2)$ para cada parámetro determinado en el inciso a) y se escoge el de menor valor, lo que indica si el oleaje está limitado por el Fetch o por la duración.

c) Se utiliza la ecuación 4.5.1.3 ó 4.5.1.4 para obtener el período T_s ; para ello se emplea el parámetro F ó t que genere el de menor valor de $(g H_s/U^2)$.

Aplicando el método SMB a los tres cilones seleccionados en el punto 4.5, se tiene:

HURACAN	VELOCIDAD MAXIMA DEL VIENTO m/s	FETCH Km	$\frac{g F}{V^2}$	$\frac{g H_s}{V^2}$	$\frac{g T_s}{V}$	H_s m	T_s s
EDITH	27.28	158.7	2091.9	0.10	3.5	7.58	9.73
BRENDA	36.11	52.9	397.9	0.04	2.1	5.31	7.72
HERMINE	30.56	105.8	1111.3	0.07	2.9	6.66	9.03

4.5.1.2 METODO DE DONELAN.

Este método fue desarrollado en el Instituto de Investigaciones hidráulicas del Canadá y es un modelo relativamente simple que puede predecir la dirección del oleaje, en cuerpos de agua en que se conoce la distribución del Fetch.

El modelo se basa en las siguientes consideraciones; Velocidad constante del viento, dirección constante del viento, por lo tanto Fetch constante y duración del viento suficiente para generar olas con Fetch limitado.

Los datos meteorológicos y del oleaje que sirvieron de base para la generación del modelo, se recabaron en el lago Onta -

rio en 1972, con intervalos de 20 minutos cada 3 horas, con una frecuencia de muestreo de 1 Hertz. La altura de ola característica, el período y la densidad-frecuencia de la variancia del espectro, se almacenaron en cinta magnética. -- Las ecuaciones deducidas son:

$$H_c = 0.00366 g^{-0.62} U^{1.24} F^{0.38} (\cos\theta)^{1.24} \quad 4.5.1.5$$

$$T_p = 0.54 g^{-0.77} U^{0.54} F^{0.23} (\cos\theta)^{0.54} \quad 4.5.1.6$$

Donde:

- H_c Altura de ola característica en pies.
- g Aceleración de la gravedad en pies/s^2 .
- U Velocidad del viento medido a 33 pies de altura, - sobre el nivel medio del mar.
- F Fetch, en pies
- θ Angulo entre las direcciones del viento y el oleaje, en grados. En este estudio en ángulo se igualó a cero por falta de información y para tener - la condición más crítica.

Aplicando el método de Donelan, se obtuvieron los siguientes resultados:

HURACAN	U ft/s	F ft	H_c m *	T_p s
EDITH	91.14	520 694.7	5.24	6.73
BRENDA	118.47	173 564.9	4.78	7.81
HERMINE	100.25	347 129.8	5.06	8.37

* Resultados obtenidos con el factor de conversión correspondiente.

4.5.1.3 METODO DE FUENTES.

Este método predice el oleaje significativo generado por ciclones en el Golfo de México y está basado en la ecuación siguiente:

$$P_{B\phi} (IP_H) = P_{B\phi} (IP_O) P (H)_s \quad 4.5.1.7$$

Donde:

$P_{B\phi} (IP_H)$	Probabilidad de que se presente en una zona de Latitud ϕ una baja presión capaz de producir un ciclón que origine un oleaje significativo $h_{1/3} \geq H$.
$P (H)_s$	Probabilidad de que el ciclón produzca un oleaje de altura significativa $h_{1/3} > H$.
$P_{B\phi} (IP_O)$	Probabilidad de que se presente un ciclón.
IP_H	Indice de presión que produce un ciclón que origina un oleaje de altura significativa $h_{1/3} \geq H$. (En el Golfo de México $IP_O = 1013.25$ mb).

En ella, $P (H)_s$ depende del periodo de retorno de interés y se resuelve para IP_H , conocida esta última, se considera una serie de ecuaciones deducidas por Springall y se llega a determinar la altura y el periodo significativo del oleaje asociado a un periodo de retorno.

Las siguientes ecuaciones se utilizan para estimar la altura y periodo significantes del oleaje en aguas profundas al final de la zona de generación del oleaje.

$$IP = 1024.18 - 1.6884 \phi \quad 4.5.1.8$$

$$\overline{SIP} = 54.03 - 1.013 \phi \quad 4.5.1.9$$

$$P(H) s = 1 - \left[\frac{T_{m-1}}{T_m} \right]^{1/rs} \quad 4.5.1.10$$

$$R = 0.0006574 e^{0.01122 IP_H} \quad 4.5.1.11$$

$$E = 962.7097 (1013.25 - IP_H)^{7/6} R^{2/3} (\text{SEN } \phi)^{-1/3} \left[1 + 0.418 \frac{Vd}{(1013.25 - IP_H)^{0.5}} \right] \quad 4.5.1.12$$

$$H_o \cong 0.0051 E^{0.518} \quad 4.5.1.13$$

$$T = 0.2768 E^{0.261} \quad 4.5.1.14$$

Adicionalmente para la identificación de la dirección del oleaje y el efecto de decaimiento se consideran:

$$F = 0.12189 E^{0.553} \quad 4.5.1.15$$

$$r = (1.4134 - 0.01 R) R \quad 4.5.1.16$$

En las figuras 4.5.1.3a y 4.5.1.3b se muestran el número de ciclones por año y la velocidad de desplazamiento del ciclón para diferentes áreas del Golfo de México. En las ecuaciones 4.5.1.7 a 4.5.1.16, el significado de las variables es el siguiente:

- \emptyset Latitud media del lugar en estudio, grados.
 E Índice de energía máxima, $\text{Km}^3/\text{hora}^2$
 F Longitud del Fetch, Km
 $h_{1/3}$ Altura significativa de ola en aguas reducidas, m.
 H_0 Altura significativa de ola en aguas profundas, m.
 H Altura de ola significativa en aguas bajas, m.
 IP Índice de presión central, milibares, mb.
 r Distancia de la línea de máxima energía del ciclón, Km.
 r_g Número de ciclones por año en zona C.
 R Radio de máximo viento de ciclón, km.
 S Índice usado para denotar el número de zona en el Golfo de México.
 $\frac{\text{---}}{3IP}$ Desviación estandar de los índices de presión, mb.
 T Periodo de la ola significativa al final de la zona de generación del oleaje.
 T_m Periodo de retorno de un ciclón en la zona S capaz de producir oleaje de altura significativa mayor o igual a H_0 .
 V_d Velocidad de desplazamiento de ciclón, m/s.

La aplicación del método para predecir el oleaje generado por ciclones en el golfo de México, se resume en los siguientes - pasos:

- 1.- Se localiza el sitio en estudio.

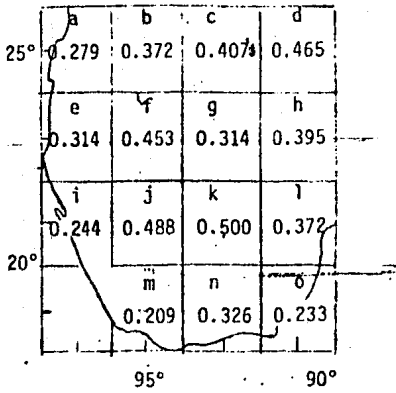


FIG. 4.5.1.3a NUMERO DE CICLONES
POR AÑO

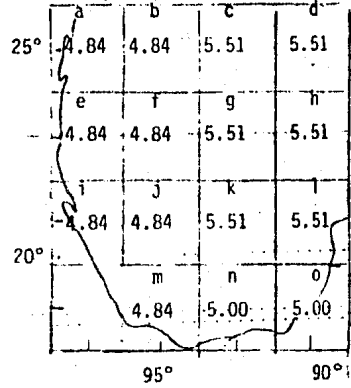


FIG. 4.5.1.3b VELOCIDAD DE DESPLA-
ZAMIENTO DEL CICLON,
EN M/S.

Se ubica el punto de interés en las figuras 4.5.1.3a y 4.5.1.3b, con lo cual se obtiene el número de ciclones por año r_s y la velocidad del ciclón Vd . Para ϕ se escoge el valor de la latitud del centro de la zona en la que se ubica el punto en estudio.

2.- Se calcula la media y la desviación estandar de los índices de presión, utilizando las ecs. 4.5.1.8 y 4.5.1.9

3.- Se estima la probabilidad de que se presente un ciclón $P_{B\phi}$ (IPo). como en el Golfo de México IPo = 1013.25 mb, se obtiene:

$$\alpha_o = \frac{1013.25 - \overline{IP}}{SIP} \quad 4.5.1.17$$

$vd = 5.0$ m/s, velocidad de desplazamiento de ciclón.

Ciclón EDITH, $\phi =$ (latitud) = 20°

$$\overline{IP} = 1024.18 - 1.6884 \phi = 990.41 \text{ m}$$

$$\overline{SIP} = 54.03 - 1.013 \phi = 33.77 \text{ mb}$$

$$\alpha_o = \frac{1013.25 - \overline{IP}}{SIP} = 0.6763 \quad P_{B\phi} (\text{IPo}) = 0.2518$$

$$P(H)_s = 1 - \left(\frac{19}{20}\right)^{1/0.326} = 0.1456 \quad T_m = 20$$

$$P_{B\phi}(IP_H) = P_{B\phi}(\text{IPo}) P(H)_s = 0.2518 \times 0.1456 = 0.037$$

$$\alpha_H = 0.09$$

$$IP_H = \overline{IP} + \alpha_H \overline{SIP} = 990.41 + 0.09 (33.77) = 993.45$$

$$R = 0.0006574 e^{0.011551 P_H} = 63.25 \text{ km.}$$

$$E = 962.7097 (1013.25 - 99.45)^{7/6} 63.25^{2/3} (\text{SEN } 20^\circ) - 0.383$$

$$1 + 0.418 \frac{5}{(1013.25 - 998.25)^{0.5}} = 1\ 045\ 848 \text{ km}^3/\text{hora}^2$$

$$H_0 = 0.0051 (1\ 045\ 848)^{0.518} = 6.69 \text{ m.}$$

$$T = 0.2768 E^{0.261} = 10.30 \text{ s.}$$

En seguida, de una tabla de distribución normal se encuentra - la probabilidad de tener valores menores o iguales a α_0 . Tal probabilidad corresponde a P_{B0} (IP₀).

4.- Se obtiene la probabilidad de que un ciclón produzca un - oleaje de altura significante mayor que cero, $P(H)_0$.

Se sustituye el período de retorno en la ecuación 4.5.1.10

5.- Se calcula la probabilidad de que el ciclón produzca un - oleaje mayor que H_1 , P_{B1} (IP_H).

Los resultados obtenidos en los pasos 3 y 4, se sustituyen en la ecuación 4.5.1.7.

6.- Se encuentra el índice de presión IP_H.

Con el valor de P_{B1} (IP_H), de una tabla de distribución normal, se encuentra la variable estandarizada α_H . A conti -- nuación se estima IP_H mediante la ecuación.

$$IP_H = \bar{IP} + \alpha_H SIP \quad 4.5.1.18$$

7.- Se estima el radio de máximo viento y el índice de energía máxima de ciclón. Se utilizan las ecs. 4.5.1.11 y 4.5.1.12.

8.- Se calculan la altura de ola y su período en aguas profundas

al final de la zona de generación del oleaje. Se utilizan las ecs. 4.5.1.13 y 4.5.1.14.

9.- Se considera la dirección y el decaimiento del oleaje mediante la utilización de las ecs. 4.5.1.15 y 4.5.1.16

Utilizando este método para el puerto de Frontera ubicado en latitud $18^{\circ} 31.8'$ y Long. $92^{\circ} 39'$, se obtiene: para el ciclón Edith, zona n, con $r_g = 0.326$ (número de ciclones por año).

Para el ciclón Brenda, se obtienen los siguientes valores:

$$\phi = 19^{\circ}$$

$$H_0 = 6.47 \text{ m.}$$

$$T = 10.13 \text{ s.}$$

Asimismo, para la tormenta tropical Hermine, resulta:

$$\phi = 19.5^{\circ}$$

$$H_0 = 6.59 \text{ m.}$$

$$T = 10.22 \text{ s.}$$

De acuerdo con los resultados obtenidos con los tres métodos, se forma la siguiente tabla:

CICLON	S.M.B.		DONELAN		FUENTES	
	ALTURA DE PERIODO OLA (M)	(S)	ALTURA DE PERIODO OLA (M)	(S)	ALTURA DE PERIODO OLA (M)	(S)
EDITH	7.28	9.73	5.24	8.73	6.69	10.30
BRENDA	5.31	7.72	4.78	7.81	6.47	10.13
HERMINE	6.66	9.03	5.06	8.37	6.59	10.22

En la cual se observa que el método de S.M.B. es muy sensible a los valores de la velocidad del viento (puesto que está elevada al cuadrado) y del Fetch, por lo que se tienen valores muy altos o muy bajos que la altura de ola y el periodo de acuerdo con los valores utilizados en los cálculos.

Aplicando el método de Donelan, se tienen los valores más bajos en relación con los otros dos métodos, aún considerando que el ángulo formado entre la dirección de desplazamiento del viento y la del oleaje es igual a cero, la cual es una característica del método (o sea, indica la dirección de propagación del oleaje). Los valores así obtenidos se consideran como los más apropiados para la zona en estudio.

Por último, el método propuesto por Fuentes genera valores relativamente altos y muy similares, no importando que el Fetch y la velocidad del viento formativo tengan valores muy altos, es decir, este método no mostró mucha sensibilidad a la velocidad del viento ni al Fetch, ya que está basado en una regionalización del Golfo de México, en la que se tiene ya estimado el número de ciclones que inciden en cada región, así como la velocidad promedio del viento. Los valores obtenidos por este método se considerarán conservadores.

De acuerdo con las características de la zona en estudio, las alturas de ola generadas en aguas profundas por efecto ciclónico - obtenidas mediante los criterios antes mencionados, se puede decir que el S.M.B. y el de Fuentes generan valores conservadores, mientras que el de Donelan genera los valores más bajos posiblemente debido a las características del lugar en que se hicie-

ron las mediaciones de oleaje (Lago Ontario), por lo que en este caso en particular, los dos primeros se consideran válidos para la zona en estudio.

4.6 DESCRIPCION GENERAL DE LA CUENCA DEL SISTEMA GRIJALVA - USUMACINTA.

La región hidrológica N° 30 constituye una de las más importantes del país y está ubicada en la zona que generalmente se conoce como Sureste y corresponde a la vertiente del Golfo de México. El sistema está constituido por los ríos Grijalva y Usumacinta adicionado con el río de Santa Ana (Tabasco), hacia el occidente y el río Palizada (Campeche), hacia el Oriente, de la amplia zona en que el mencionado sistema desemboca en el Golfo de México. La forma que podría asemejarse es la de un polígono de ocho lados con las colindancias siguientes:

- Al Suroeste: Con el territorio de Guatemala, la región hidrológica N° 23, costa de Chiapas y una pequeña porción de la región hidrológica N° 22.
- Hacia el Occidente: en dos tramos orientados uno hacia el Noroeste y otro hacia el Suroeste, con la región hidrológica N° 29, Coatzacoalcos.
- Al Norte: con el Golfo de México y Laguna de Términos.
- Al Este: con la región hidrológica N° 31, Yucatán Oeste (Cuenca del río Champán).
- Al Noreste: sucesivamente con la región hidrológica N° 31, con territorio de Guatemala y una pequeña porción de Belice.
- Al Sureste: Con otra pequeña porción de Belice y una línea si-

nuosa con territorio de Guatemala.

- Finalmente, al Sur: con territorio de Guatemala.

Dentro de México el límite quedaría definido entre los linderos de México y Guatemala, descritos de Sur a Norte como sigue: al Este el río Suchiate, al Sureste, límite político entre Chiapas y Guatemala (1a. línea geodésica), al Sur, límite político entre Chiapas y Guatemala (1er. paralelo), al Noreste lindero natural entre Chiapas y Guatemala, constituido por el río Usumacinta, al Sur límite político entre Tabasco y Guatemala (2do. paralelo), y al Este, límite político entre Tabasco y Guatemala (2da. línea geodésica).

Aproximadamente el área total de la región es de 128 098 Km²., de los cuales 37 839 Km² quedan dentro de Guatemala y 90 259 Km² en México. El desarrollo de los parteaguas que limitan la región es verdaderamente importante respecto al del litoral: 1 600 Km contra 280 Km. Esto da una idea de la amplitud de las cuencas de los ríos que la constituyen, contrariamente a lo que ocurre en otras regiones, en las que prácticamente el desarrollo del litoral y el del parteaguas limítrofe son comparables. En su mayor anchura en sentido Este - Oeste, abarca 563 km y en el sentido de la Latitud, su dimensión máxima es de 467 km. Se desarrolla desde los 14° 32' a los 18° 43' de Latitud Norte y entre los 89° 02' y los 94° 19' de longitud Oeste G.

4.6.1 HIDROGRAFIA-ESTACIONES HIDROMETRICAS.

En un sentido estricto puede decirse que toda la región hidrológica N° 30 está consagrada al sistema Grijalva - Usumacinta, ya

que aún cuando existen dentro de ella algunas otras corrientes - bien definidas, el hecho de que su desembocadura ocurra a través de la planicie costera del Estado de Tabasco obliga a dichas corrientes a convertirse de algún modo en subsidiarias del sistema Grijalva Usumacinta. En efecto, a la salida de la meseta central de Chiapas, las corrientes que se originan en la sierra, vienen ya con muy poca altitud (por debajo de los 1 200 m.s.n.m.), y - que entran a una zona de pendiente muy suave en la cual aún tienen que recorrer, suponiendo una trayectoria en línea recta unos- 160 km para poder llegar a su desembocadura en el Golfo de México. Lo que ocurre que esta planicie pluvial los ríos siguen trayectorias muy sinuosas, sufren desbordamientos, se subdividen en dos o más brazos, abandonan a veces cauces, forman otros nuevos, se intercomunican entre sí, etc.

4.6.2 RIO GRIJALVA

Posiblemente el punto más alto de la cuenca del río Grijalva se encuentra en las cumbres de la sierra del Soconusco, en territorio guatemalteco cercano al volcán Tacaná; al menos es el origen al que corresponde una mayor longitud de desarrollo de todas las corrientes formadoras del grijalva, el cual se llama así hacia - su tramo superior, después se conoce como río Grande de Chiapa, luego como Mezcalapa y finalmente recupera su nombre original de río Grijalva.

Esta corriente dentro de Guatemala, se conoce con el nombre de - Cuilco y tiene un recorrido inicial de Oeste a Este, pasa por Si pacapa y Cuilco en Guatemala y describe un arco de círculo en -- sentido retrogrado para invertir en dirección, ahora hacia el --

Occidente y entrar a territorio mexicano por Aratenango, Chiapas, algunos kilómetros aguas abajo, el río se llama San Miguel. La corriente continúa con dirección general Norte y recibe a algunos afluentes como el Tapizalá, que por ser tributario por margen derecha, aún tiene parte de su cuenca en Guatemala. En cambio por margen izquierda, las corrientes formadoras ya son mexicanas y fluyen en dirección Suroeste-Noreste, las dos principales son el río Yahuyaita, que queda hacia la rama superior de una "Y" y el río Zacualapa, que constituye la otra rama, las cuales se unen en Chicomuselo, Chis. Estas dos corrientes ya unidas desembocan por la margen izquierda del río San Miguel después de 9 kilómetros de haberse unido. En este punto la corriente principal continúa hacia el Norte por 20 kilómetros más hasta su confluencia con el río San Gregorio, por la margen izquierda de éste.

A continuación se enlistan los ríos tributarios del río Grijalva, los cuales aparecen en el plano 4.6.2 junto con las estaciones hidrométricas correspondientes.

Río San Gregorio, río Salinas Grande, río La Concordia, río Blanco, río el Dorado, Presa la Angostura, río Santo Domingo, río Sabinal, río Hondo, Presa Chicoasén, río Boghil ó Chicoasén, río Yamonho, río de la Venta, Presa Netzahualcoyotl, río Tzinbacno, río Sayula, río Platanar, río Camoapa, río Pichucalco, río de la Sierra y río Chilapa.

4.6.3 RIO USUMACINTA

Importantísima es la corriente del río Usumacinta cuya cuenca arriba de su zona deltaica se estima en 63 942 km² es la más oriental de la región hidrológica N° 30 si se considera que el -

río San Pedro es un afluente por margen derecha de ella.

Se desarrolla políticamente en tres países, que son: Guatemala, México y Belice, aunque a este último le corresponda una parte mínima.

Hay dos corrientes principales que forman el río Usumacinta: el río Chixoy y el río Lacantón, que presentan algunas diferencias interesantes entre sí. Por ejemplo, la mayor parte de la cuenca del Chixoy se desarrolla en Guatemala; en cambio, tiene la mayor porción en México. Por su parte el Chixoy y sus afluentes en general tienen una dirección acorde con el destino final del Usumacinta, que en última instancia va hacia el Norte a su desembocadura en el Golfo de México.

En cambio el río Lacantón y sus afluentes no tienen acceso directo al cauce principal al Usumacinta, debido a una serie de cordilleras orientadas de SE a NW; finalmente si logran llegar al cauce, pero sólo a través de un recorrido complicado que originalmente es hacia el Sureste y que después invierte por completo su dirección.

A continuación, se enlistan los diferentes ríos tributarios del Usumacinta desde aguas arriba hacia aguas abajo, las cuales aparecen en el plano 5.1.1 junto con las estaciones hidrométricas correspondientes:

Río Chixoy, río de la Pasión, río Lacantón, río Chicoljah, río San Pedro, río Chacamax, río Palizada, río San Pedro y San Pablo.

4.6.4 SUELOS, VEGETACION

Si se tiene en consideración que la región hidrológica N° 30 ocupa aproximadamente el 5% de la superficie total del país, es evidente de que en ella existen una gran diversidad de condiciones, que originan a su vez tipos muy diversos de suelos y cobertura -- vegetal.

Frontera, pertenece a la provincia fisiográfica denominada planicie costera del Golfo de México. Las rocas que afloran varían del Mioceno al Reciente. El Mioceno está representado por arenisca inmadura compuesta de Feldespatos, cuarzo y micas depositadas en un ambiente de plataforma; sobreyaciendo discordantemente a la arenisca- se encuentran sedimentos arenosos y limo-arcillosos del Reciente depositados en medios ambientales lacustres, palustres y - de litoral.

Estos sedimentos cubren a depósitos cretácicos y terciarios, los cuales afloran en las montañas del Norte que comprenden una amplia faja desde Ixtacomitán hasta Tuxtla Gutiérrez, Chiapas los suelos están compuestos en su mayor parte de material arcilloso - expansivo (Lateritas y Bauxitas) altamente saturada e impermeable, salvo algunas áreas locales donde la profundidad somera se - presentan paleocanales y antiguas terrazas fluviales de material permeable.

Analizando cortes litológicos de los aprovechamientos hidráulicos, así como los niveles estáticos, se concluye que los acuíferos de mayor importancia son libres y se ubican en la porción centro- -- occidental en el área denominada "Plan Chontalpa" en terrenos -- aluviales, formados de materiales de relleno tales como arcilla,

limos y gravas que subyacen a una barrera constituida por lutitas a más de 3 000 m., las aportaciones al acuífero son por flujo horizontal, provenientes de las partes altas de la sierra, infiltrándose a través del medio poroso que constituye la planicie costera del Golfo de México.

4.7 CLIMATOLOGIA

4.7.1 LLUVIA

En relación a la precipitación pluvial, los datos de la tabla 4.7.1 confirman varias conclusiones ya conocidas, propias de la zona, a saber: En general, trata de una región de alta precipitación pluvial en la que el promedio anual, por lo general excede de 1 m. Las excepciones de lo anterior, ocurren al Suroeste de Tuxtla Gutiérrez, en la cuenca del río Suchiapa y en la zona más austral de la región, en los alrededores de Motozintla.

Contrariamente hay algunas áreas en que la lámina anual llovida oscila cerca de los 4 m., como en Teapa y Puyatengo en el Estado de Tabasco y Pichucalco y el Escalón en el Estado de Chiapas. La distribución de la lluvia durante el año queda concentrada en los meses de mayo a octubre, en la mayor parte de la región, pero también hay lluvias significativas en todos los demás meses del año.

así conforme a la clasificación de Thornthwaite le corresponde a la mayor parte de la región la categoría de "húmeda sin estación seca bien definida" y otra bastante extensa que es "muy húmeda" sin estación seca bien definida. Hacia la parte Sur existe también una zona "semiseca con otoño y/o inviernos secos.

4.7.2 TEMPERATURA

Se observa que no se encontraron registradas temperaturas mínimas inferiores a 2° C en las estaciones seleccionadas; este valor mínimo ha ocurrido en varias ocasiones en Motozintla. Chis., que -- esta situada en una región montañosa, a una altitud aproximada de 1 300 m.s.n.m.

El máximo registrado, conforme a los datos de esas estaciones típicas incluidos en la tabla 4.7.2 es de 48° C en Ocozingo, Chis. La temperatura media muestra una sensible uniformidad con tendencia a un valor de 24.6° C.

Una confrontación más minuciosa de los datos de temperatura en toda la región permite clasificarla, según Thornthwaite, como "cálida sin estación invernal bien definida" en su mayor parte, -- aunque hay también una porción menor, hacia el Sur, que es "templada sin estación invernal bien definida".

4.7.3 EVAPORACION

No obstante la diversidad de condiciones geográficas y la amplitud de la región, la evaporación parece estar confinada dentro de límites relativamente estrechos, con un mínimo de 916 mm. en Villahermosa, Tab., y un máximo de 2022 mm. en Argelia, Chis. -- Ver tabla 4.7.3.

TABLA 4.7.1

DATOS PLUVIOMETRICOS DE ALGUNAS ESTACIONES CLIMATOLOGICAS DE LA REGION HIDROLOGICA N° 30.

NOMBRE DE LA ESTACION Y ESTADO.	PERIODO OBSERVADO	LLUVIA (LAMINAS ANUALES EN MM.)			OPERADA POR	NOTAS
		MIN (año)	MAX. (año)	MEDIA		
LA PROVIDENCIA	CHIS.	1924 - 1977	613.9 (64)	1672.3 (32)	1075.0	SMM-SRH
FINCA OCOTLAN	CHIS.	1953 - 1977	379.2 (60)	1271.8 (58)	731.6	SRH
FINCA CUSTEPEQUES	CHIS.	1951 - 1977	1336.8 (63)	2214.5 (62)	2062.5	SRH
MOTOZINTLA	CHIS.	1922 - 1977	572.6 (26)	1095.7 (31)	769.3	SMM
MALPASO	CHIS.	1958 - 1977	1862.1 (62)	2705.7 (59)	2206.5	SRH
TUXTLA GUTIERREZ	CHIS.	1923 - 1977	634.2 (25)	1347.0 (28)	952.2	SMM-SRH
OCOZINGO	CHIS.	1927 - 1977	1057.5 (34)	3003.0 (54) *	1748.5	SMM-CFE (a)
BONAMPAK	CHIS.	1965 - 1977	2537.0 (67)	2826.5 (66)	2715.1	SRH
CARDENAS	TAB.	1927 - 1977	1458.4 (62)	2891.0 (27)	2042.6	SMM-SRH
FRONTERA	TAB.	1921 - 1977	1029.5 (34)	2215.6 (63)	1459.1	SMM
VILLAHERMOSA	TAB.	1921 - 1977	1406.4 (49)	3076.6 (47)	1936.6	SMM-SRH
CD. DEL CARMEN	CAMP.	1912 - 1977	1015.9 (68)	2757.5 (32)	1589.8	SMM-SRH
TEAPA	TAB.	1923 - 1977	2524.1 (49)	5297.5 (36)	3866.9	SMM-SRH
PUYACATENGO	TAB.	1957 - 1977	3778.0 (58)	4392.5 (59) *	4044.0	SMM (b)
PICHUCALCO	CHIS.	1943 - 1977	2928.2 (44)	4833.2 (47)	3988.8	SMM-SRH
EL ESCALON	CHIS.	1943 - 1977	3175.2 (49)	*5394.6 (51) *	4374.3	SMM

* Completado por promedios.

(a) En Bol. 18, año de 54 tiene valor deducido de: (2,744.7).- Valor máximo inmediato: 2812,5 (55).

(b) Suspendida dos años completos solamente.

TRABA 4.7.2

DATOS DE TEMPERATURA DE ALGUNAS ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS DE LA REGIÓN HIDROLÓGICA N° 30.

NOMBRE DE LA ESTACION Y ESTADO	PERIODO OBSERVADO	TEMPERATURA EN °C			OPERADA POR
		MIN (mes y año)	MAX (mes y año)	MEDIA	
LA PROVIDENCIA	CHIS. 1924-1977	3.0 (XII-63)	40.5 (V-65)	23.1	SMM-SRH
FINCA OCOTLAN	CHIS. 1953-1977	4.0 (II-54)	39.0 (Vs.años)	24.9	SRH
FINCA CUSTEPEQUES	CHIS. 1952-1977	4.0 (I-53)	42.0 (Vs.años)	21.3	SRH
MOTOZINTLA	CHIS. 1922-1977	2.0 (Vs.años)	38.0 (VIII-25)	21.5	SMM
MALPASO	CHIS. 1958-1977	10.0 (II-60)	41.5 (Vs.años)	25.8	SRH
TUXTLA GUTIERREZ	CHIS. 1923-1977	4.0 (Vs.años)	45.5 (II-52)	24.7	SMM-SRH
OCOZINGO	CHIS. 1927-1977	3.0 (I-52)	48.0 (Vs.-63)	24.2	SMM-CFE
BONAMPAK	CHIS. 1965-1977	9.0 (I-66)	39.5 (Vs.años)	24.3	SRH
CARDENAS	TAB. 1955-1977	9.0 (XII-63)	42.0 (Vs.años)	26.1	SRH
FRONTERA	TAB. 1921-1977	10.0 (Vs.años)	44.5 (IV-35)	25.9	SMM
VILLAHERMOSA	TAB. 1921-1977	10.0 (III-35)	42.5 (VI-45)	26.7	SMM-SRH
CD. DEL CARMEN	CAMP. 1922-1977	* 7.3 (VIII-49)	45.0 (III-46)	26.7	SMM-SRH

* Completada por promedios.

TABLA 4.7.3

DATOS DE EVAPORACION DE ALGUNAS ESTACIONES CLIMATOLOGICAS DE LA REGION HIDROLOGICA N° 30.

NOMBRE DE LA ESTACION Y ESTADO	PERIODO OBSERVADO	EVAPORACION ANUAL EN MM.			OPERADA POR
		MIN (AÑO)	MAX (AÑO)	MEDIA	
LA CONCORDIA CHIS.	1959-1977	1742.4 (65)	1936.8 (67)	1835.8	SRH
SAN PEDRO BUENAVISTACHIS.	1953-1977	1668.1 (61)	1791.1 (59)	1774.6	SRH
ARCO DE PIEDRA CHIS.	1949-1977	1516.7 (66)	1928.6 (55)	1777.5	SRH
ARGELIA CHIS.	1949-1977	1813.1 (66)	2021.7 (65)	1963.0	SRH
MALPASO CHIS.	1958-1977	1096.2 (59)	1374.4 (62)	1238.4	SRH
TUXTLA GUTIERREZ CHIS.	1949-1977	1477.7 (67)	1787.2 (53)	1606.9	SRH
LA CABAÑA CHIS.	1956-1977	1159.8 (60)	1469.6 (64)	1341.9	SRH
SIMOJOVEL CHIS.	1942-1977	973.6 (66)	1598.6 (44)	1278.9	SMM-SRH
CARDENAS TAB.	1955-1977	1258.6 (66)	1506.4 (61)	1347.1	SRH
VILLAHERMOSA TAB.	1926-1977	916.0 (31)	1898.8 (29)	1518.0	SMM-SRH
CD. DEL CARMEN CAMP.	1956-1977	1385.7 (58)	1684.8 (65)	1542.0	SRH
PALIZADA CAMP.	1952-1977	1264.4 (68)	1683.1 (57)	1438.3	SRH

Sin embargo, los valores medios son todavía más uniformes y en ningún caso exceden de 2 m. Ver tabla 4.7.3

Como ya se mencionó anteriormente, la cuenca del sistema Grijalva-Usumacinta, localizada en el Suroeste de México, aporta el 30% de los recursos hidráulicos del país y cubre un área de 131, 157 km², de los cuales, 52 600 km² corresponden al río Grijalva. La Comisión Federal de Electricidad inició desde el año de 1958 los estudios en la cuenca para determinar su potencialidad hidroeléctrica y realizar una planeación integral. El sistema hidroeléctrico del río Grijalva está constituido por cuatro presas y sus correspondientes plantas hidroeléctricas. Estas presas son - partiendo de aguas arriba, La Angostura cuyo inicio de operaciones fue en 1974, Chicoasén cuyo inicio de operaciones fue en 1981, Netzahualcoyotl en 1964 y Peñitas en construcción y cuya fecha de entrada en operación se tiene contemplada para Septiembre de 1986. ver tabla 4.7.4

Desde el punto de vista de regulación y control de avenidas solo tienen importancia las presas de la Angostura y Netzahualcoyotl ya que las otras dos tienen una capacidad mucho muy reducida. -- Las principales características de las dos presas indicadas son:

	LA ANGOSTURA	NETZAHUALCOYOTL
Capacidad total (m ³)	18 500 x 10 ⁶	12 960 x 10 ⁶
Capacidad útil (m ³)	8 500 x 10 ⁶	7 300 x 10 ⁶
Capacidad de control (m ³)	8 500 x 10 ⁶	3 800 x 10 ⁶
Superalmacenamiento (m ³)	-	860 x 10 ⁶
Capacidad de azolves (m ³)	1 500 x 10 ⁶	1 000 x 10 ⁶
Area de la cuenca (Km ²)	18 099	33 740
Gasto medio anual (m ³ /s)	375	600
Gasto máximo registrado (m ³ /s)	3 820	7 200
Capacidad del vertedor de control (m ³ /s)	3 450	10 650
Capacidad del vertedor de excedencias (m ³ /s)	3 450	11 110
Caudal obra de toma (m ³ /s)	1 170	1 200
Gasto máximo probable (m ³ /s)	23 000	20 000

Debido a su gran capacidad en el vaso y a la potencia instalada en ambas presas se ha reducido la probabilidad de descarga por sus -- vertedores, por lo que en años normales, el agua que sale de esas presas es únicamente utilizada en la generación de energía eléc -- trica. En época de lluvias el factor de planta diario puede aumentar y tender a uno con objeto de no derramar.

Toda el agua turbinada en la Angostura genera posteriormente en -- Chicoasén y la utilizada en Netzahualcoyotl prácticamente es la -- que generará en Peñitas. Por tanto aguas abajo de esta última pre -- sa el caudal regulado en el río Grijalva tendrá un gasto máximo -- del orden de 1 000 a 1 300 m³/s., mientras no vierta la presa Net -- zahualcoyotl. El gran efecto regulador de las cuatro presas men -- cionadas tiene efectos sobre el río Mezcalapa, río Viejo, río Ca --

rrizal y río Samaría; sin embargo por no estar regulados el río de la sierra y el río Usumacinta grandes áreas sufren inundaciones actualmente, además del efecto de la lluvia local que se deja sentir en las zonas de la planicie con escaso drenaje. Los volúmenes de agua que llegan a la planicie se pueden contabilizar utilizando las estaciones: ver tablas 4.7.4 y 4.7.5

ESTACION	CORRIENTE
Samaría	Samaría
Reforma	Mezcalapa
Pichucalco	Pichucalco
Pueblo Nuevo	De la Sierra
Macuspana	Macuspana
Salto de Agua	Tulija
Boca del Cerro	Usumacinta
San Pedro Tabasco	San Pedro.

Además de los volúmenes llovidos y no infiltrados o evaporados que caen en la planicie, entre dichas estaciones y el Golfo de México.

Los volúmenes que escurren por la barra de Frontera no pueden conocerse con precisión, ya que todos los escurrimientos antes señalados llegan al mar por cuatro lugares principales, el río González en el barrio de Chiltepec, el río Grijalva-Usumacinta en Frontera, el río San Pedro y San Pablo y el río Palizada. Los tres primeros llegan al Golfo de México y el cuarto a la Laguna de Tér

minos. Infortunadamente no existen estaciones de aforo sobre los ríos Palizada, San Pedro y San Pablo, ni el río Usumacinta antes de confluir con el río Grijalva.

Si durante la época de "secas", no es posible conocer el gasto que escurre frente a Frontera, por lo explicado anteriormente, durante la época de lluvias e inundaciones es mucho más difícil debido a los grandes volúmenes que se desbordan, a los intercambios de agua entre los diversos ríos y al efecto regulador que tienen las inundaciones.

Con objeto de estimar los gastos que pueden escurrir frente a Frontera se ha pensado en seguir un procedimiento diferente, no basado en los registros de los escurrimientos en las estaciones de aforo. Dicho procedimiento consiste en estimar el gasto formativo del tramo en estudio a partir de las características geométricas de la sección, es decir, de su ancho y su tirante cuando el cauce principal está lleno. Es importante señalar que aún este procedimiento se complica, al aplicarlo a la zona en estudio, ya que él está sujeto al efecto diario de las mareas. Sin embargo, aunque el resultado obtenido difiera del real, es de utilidad, ya que ese mismo resultado se utilizará para predecir la respuesta del cauce en caso de que la sección sea alterada con obras de defensa.

TABLA 4.7.4
 RENDIMIENTO DE LAS CUENCAS CORRESPONDIENTES A LA REGION HIDROLOGICA N° 30.
 CUENCA DE LOS RIOS GRIJALVA Y USUMACINTA.

ESTACION	CORRIENTE	CUENCA GENERAL	ARSA DE LA CUENCA EN Km ²	ESCURRIMIENTO MEDIO ANUAL MILLONES DE m ³	RENDIMIENTO MEDIO ANUAL MILES M ³ /Km ²
Aquespala	Río Rincón Tigre	Río Grijalva	1 668	6 405.2	3 840.0
El Salvador	Río San Gregorio	Río Grijalva	4 609	3 110.5	674.9
Argelia	Río San Miguel	Río Grijalva	5 189	3 814.5	735.1
Los Vados	Río Paso Padres	Río Grijalva	1 346	1 185.7	880.5
La Mesilla	Río San Vicente	Río Grijalva	297	99.3	334.3
San Francisco I.	Río Custepeques	Río Grijalva	1 033	620.3	600.5
Concepción	Arr. Concepción	Río Grijalva	36	38.8	1 077.8
San Francisco II.	Río Custepeques	Río Grijalva	1 103	565.3	512.5
La Concordia	Río La Concordia	Río Grijalva	1 268	1 038.8	819.2
Arco de Piedra	Río Grijalva	Río Grijalva	15 094	9 000.1	566.3
San Pedro Chiapas I.	Río San Pedro	Río Grijalva	73	445.3	6 100.0
San Pedro Chiapas II.	Río San Pedro	Río Grijalva	45	39.7	882.2
Santa Isabel	Río El Dorado	Río Grijalva	1 873	1 003.1	535.6
La Reforma	Río La Reforma	Río Grijalva	25	15.7	628.0
La Escalera	Río Santo Domingo	Río Grijalva	1 808	646.0	357.3
El Boquerón	Río Suchiapa	Río Grijalva	1 870	556.7	297.7
Pte Colgante I.	Río Grijalva	Río Grijalva	24 402	12 122.0	496.8
Pte Colgante II.	Río Grijalva	Río Grijalva	24 415	12 807.4	524.6
Puente Parque Madero	Río Sabinal	Río Grijalva	330	11.1	33.6
El Burrero	Río Hondo	Río Grijalva	160	84.0	525.0
Grijalva	Río Grijalva	Río Grijalva	26 538	14 293.4	538.6
Yamonho	Río Yamonho	Río Grijalva	208	295.7	1 421.6
Las Flores II.	Río Zoyatenco	Río Grijalva	2 551	424.8	166.5
Santa María	Río Encajonado	Río Grijalva	1 958	1 028.5	525.3

TABLA 4.7.4

RENDIMIENTO DE LAS CUENCAS CORRESPONDIENTES A LA REGION HIDROLOGICA N° 30.
CUENCA DE LOS RIOS GRIJALVA Y USUMACINTA.

ESTACION	CORRIENTE	CUENCA GENERAL	AREA DE LA CUENCA KM ²	ESCURRIMIENTO MEDIO ANUAL MILLONES DE M ³	RENDIMIENTO MEDIO ANUAL MILES M ³ /Km ²
El Toro	Río La Venta	Río Grijalva	6 300	2 970.7	472.8
Malpaso I.	Río Grijalva	Río Grijalva	34 960	17 866.6	511.1
Malpaso II.	Río Grijalva	Río Grijalva	34 985	17 194.9	491.5
Tzimbaó	Río Tzimacno	Río Grijalva	200	436.2	2 181.0
Sayula	Río Sayula	Río Grijalva	410	1 474.7	3 596.8
Las Peñitas	Río Mezcalapa	Río Grijalva	36 362	22 809.0	627.3
Platanar	Río Platanar	Río Grijalva	216	1 032.6	4 780.6
Paredón	Río Comapa	Río Grijalva	330	733.7	2 223.3
El Dorado	Río Mezcalapa	Río Grijalva	37 666	22 575.4	599.4
Pichucalco	Río Pichucalco	Río Grijalva	411	1 227.8	2 987.3
Oxolotán	Río Oxolotán	Río Grijalva	2 901	2 594.7	894.7
Tapijulapa	Río Grijalva	Río Grijalva	3 219	3 523.7	1 094.7
Teapa	Río Teapa	Río Grijalva	476	1 386.3	2 912.4
Puyacatenco	Río Puyacatenco	Río Grijalva	169	804.1	4 758.0
Pueblo Nuevo	Río de la Sierra	Río Grijalva	4 749	5 837.1	1 221.4
Salto de Agua	Río Tulijá	Río Grijalva	2 876	6 509.3	2 263.3
Macuspana	Río Macuspana	Río Grijalva	1 739	7 221.8	4 152.8
Pte. Concordia	Río San Gregorio	Río Grijalva	4 335	2 414.2	556.9
Tzimol Caídas	Río Tzimol	Río Grijalva	171	77.2	451.5
El Salado	Río Salado	Río Grijalva	124	52.1	420.2
La Angostura	Río Grijalva	Río Grijalva	18 203	10 218.0	561.3
Río Blanco	Río Blanco	Río Grijalva	1 848	448.4	242.6

TABLA 4.7.4

RENDIMIENTO DE LAS CUENCAS CORRESPONDIENTES A LA REGION HIDROLOGICA N° 30.
CUENCA DE LOS RIOS GRIJALVA Y USUMACINTA.

ESTACION	CORRIENTE	CUENCA GENERAL	AREA DE LA CUENCA EN KM ²	ESCURRIMIENTO MEDIO ANUAL -3 MILLONES DE M ³	RENDIMIENTO MEDIO ANUAL ₂ MILES M ³ /KM ²
Plan de Ayala	Río Blanco	Río Grijalva	185	129.9	685.9
Las Lajas	Río Lajas	Río Grijalva	108	77.1	713.9
Bombaná	Río Bombaná	Río Grijalva	35	112.6	3 217.1
Chicoasán	Río Grijalva	Río Grijalva	25 557	12 564.7	491.6
Almandro	Río Almandro	Río Grijalva	2 443	2 416.0	988.9
Paseo del Coyuco	Río Yasha	Río Grijalva	545	1 617.3	2 967.5
El Cedro	Río Chixoy	Río Usamacinta	12 685	19 226.2	1 515.7
Yola	Río Huixtán	Río Usamacinta	30	---	---
Ixcán	Río Ixcán	Río Usamacinta	2 003	5 969.5	2 980.3
Chajúl	Río Chajúl	Río Usamacinta	1 258	3 089.1	2 455.6
Agua Verde	Río Lacantún	Río Usamacinta	17 483	29 405.6	1 682.0
El Tigre	Río Usamacinta	Río Usamacinta	41 852	60 489.7	1 445.3
Boca de Cerro	Río Usamacinta	Río Usamacinta	47 697	55 606.8	1 165.8
San Pedro Tabasco	Río San Pedro	Río Usamacinta	10 138	2 466.1	243.5
Altamirano	Río Tzaconejá	Río Usamacinta	1 092	776.9	711.4
Livingstone	Río Tzaconejá	Río Usamacinta	1 845	1 296.0	703.5
El Rosario	Río Jataté	Río Usamacinta	1 226	579.9	473.0
Las Tazas	Río Jataté	Río Usamacinta	2 167	1 697.0	775.9
San Quintín	Río Jetuté	Río Usamacinta	4 843	3 731.9	770.6
Perlas	Río Perlas	Río Usamacinta	746	631.1	111.1
Pte. Santuario	Río Ma. Auxiliadora	Cuenca Cerrada		5.1	
San Diego	Arr. San Diego	Cuenca Cerrada		26.8	
Pte. San Nicolás	Río Fogotico	Cuenca Cerrada		187.00	

TABLA 4.7.4

RENDIMIENTO DE LAS CUENCAS CORRESPONDIENTES A LA REGION HIDROLOGICA N° 30.
CUENCA DE LOS RIOS GRIJALVA Y USUMACINTA

ESTACION	CORRIENTE	CUENCA GENERAL	AREA DE LA CUENCA KM ²	ESCURRIMIENTO MEDIO ANUAL MILLONES DE M ³	RENDIMIENTO MEDIO ANUAL MILES M ³ /KM ²
Pte. Morelos	Río Amarillo	Cuenca Cerrada		117.0	
Pte. Saavedra	Río Amarillo	Cuenca Cerrada		62.0	
Peje de Oro	Río Amarillo	Cuenca Cerrada		43.9	

TABLA 4.7.5

INDICE DE ESTACIONES HIDROMETRICAS LOCALIZADAS EN LA REGION HIDROLOGICA N° 30.
CUENCA DE LOS RIOS GRIJALVA Y USUSMACINTA, OPERADAS POR LA SRH.

CUENCA	CORRIENTE	ESTACION	ESTADO	AREA DE LA CUENCA EN KM ²
Río Grijalva	Río San Miguel	Argelia	Chiapas	5 189
Río Grijalva	Río Grijalva	Arco de Piedra	Chiapas	15 894
Río Grijalva	Río Grijalva	Pte. Colgante I.	Chiapas	24 402
Río Grijalva	Río Grijalva	Pte. Colgante II.	Chiapas	24 415
Río Grijalva	Río Grijalva	Grijalva	Chiapas	26 538
Río Grijalva	Río Grijalva	San Juan	Chiapas	29 612
Río Grijalva	Río Grijalva	Malpaso I	Chiapas	34 960
Río Grijalva	Río Grijalva	Malpaso II.	Chiapas	34 985
Río Grijalva	Río Mezcalapa	Las Peñitas	Chiapas	36 362
Río Grijalva	Río Mezcalapa	El Dorado	Tabasco	37 666
Río Mezcalapa	Río Samaría	Samaría	Tabasco	----
Río Grijalva	Río Mezcalapa	El Marín	Tabasco	----
Río Grijalva	Río Mezcalapa	Reforma	Tabasco	----
Río Grijalva	Río Viejo Mezcalapa	Las Mercedes	Tabasco	----
Río Grijalva	Río Viejo Mezcalapa	Pte. la Majahua	Tabasco	----
Río Grijalva	Río Grijalva	Gaviotas I.	Tabasco	----
Río Grijalva	Río Grijalva	Gaviotas II.	Tabasco	----
Río Grijalva	Río Grijalva	El Muelle	Tabasco	----
Río Grijalva	Río Carrizal	González	Tabasco	----
Río Grijalva	Río Carrizal	San Lorenzo	Tabasco	----
Río Grijalva	Río Carrizal	Palmitas	Tabasco	----
Río Grijalva	Río Carrizal	Peso del Carrizal	Tabasco	----
Río Carrizal	Río la Pigüa	La pigüa	Tabasco	----
Río Grijalva	Laguna de Mazaltepec	Paso del Cuatope	Tabasco	----

TABLA 4.7.6

INDICE DE ESTACIONES HIDROMETRICAS LOCALIZADAS EN LA REGION HIDROLOGICA N° 30.
CUENCA DE LOS RIOS GRIJALVA Y USUMACINTA, OPERADAS POR LA SHH.

CUENCA	CORRIENTE	ESTACION	ESTADO	AREA DE LA CUENCA EN KM ²
Río San Gregorio	Río Rincón Tigre	Aquespala	Chiapas	1 668
Río Grijalva	Río San Gregorio	El Salvador	Chiapas	14 609
Río Grijalva	Río Paso Padres	Los Vados	Chiapas	1 346
Río La Concordia	Río Custepeques	San Francisco I.	Chiapas	1 033
Río La Concordia	Río Custepeques	San Francisco II.	Chiapas	1 103
Río Grijalva	Río la Concordia	La Concordia	Chiapas	1 268
Río Custepeques	Arroyo Concepción	Concepción	Chiapas	36
Río Blanco	Río San Vicente	La Mesilla	Chiapas	297
Río de la Mesa	Arroyo Corral Agua	La Unión	Chiapas	---
Río San Vicente	Río de la Mesa	La Mesa	Chiapas	---
Río Grijalva	Río El Dorado	Santa Isabel	Chiapas	1 873
Río El Dorado	Río San Pedro	San Pedro Chiapas I.	Chiapas	73
Río El Dorado	Río San Pedro	San Pedro Chiapas II.	Chiapas	45
Río Grijalva	Río Santo Domingo	La Escalera	Chiapas	1 808
Río Santo Domingo	Río la Reforma	La Reforma	Chiapas	25
Río Santo Domingo	Río Suchiapa	El Boquetón	Chiapas	1 870
Río Grijalva	Río Sabinal	Pte. Parque Madero	Chiapas	330
Río Sabinal	Manantial Sn. Agustín	San Agustín	Chiapas	---
Río Sabinal	Manantial La Chacana	Vertedor Chacana	Chiapas	---
Río Sabinal	Manantial La Chacana	Canal Chacana	Chiapas	---
Río Grijalva	Río Hondo	El Burrero	Chiapas	160
Arroyo el Próspero	Salidas Manantiales	Los Berros	Chiapas	---

TABLA 4.7.5

INDICE DE ESTACIONES HIDROMETRICAS LOCALIZADAS EN LA REGION HIDROLOGICA N° 30.
CUENCA DE LOS RIOS GRIJALVA Y USUMACINTA.

CUENCA	CORRIENTE	ESTACION	ESTADO	AREA DE LA CUENCA EN KM ²
Río Grijalva	Río Yamanho	Yamanho	Chiapas	208
Río de la Venta	Río Zoyatenco	Las Flores II.	Chiapas	2 551
Río Grijalva	Río de la Venta	El Toro	Chiapas	6 300
Río de la Venta	Río Encajonado	Santa María	Chiapas	1 958
Río Grijalva	Río Zimacnho	Tzimacnho	Chiapas	200
Río Mezcalapa	Río Sayula	Sayula	Chiapas	410
Río Mezcalapa	Río Platanar	Platanar	Chiapas	216
Río Mezcalapa	Río Camoapa	Paredón	Tabasco	330
Río Viejo Mezcalapa	Río Pichucalco	Pichucalco	Chiapas	411
Río Tapijulapa	Río Oxolotón	Oxolotón	Tabasco	2 901
Río Tacotalpa	Río Tapijulapa	Tapijulapa	Tabasco	3 219
Río Viejo Mezcalapa	Río de la Sierra	Pueblo Nuevo	Tabasco	4 779
Río de la Sierra	Río Teapa	Teapa	Tabasco	476
Río de la Sierra	Río Puyacatengo	Puyacatengo	Tabasco	169
Río Tepetitlán	Río Tulijá	Salto de Agua	Chiapas	2 876
Río Tulijá	Río Macuspana	Macuspana	Tabasco	1 739

TABLA 4.7.5

INDICE DE ESTACIONES HIDROMETRICAS LOCALIZADAS EN LA REGION HIDROLOGICA N° 30.
CUENCA DE LOS RIOS GRIJALVA Y USUMACINTA. OPERADAS POR SRH.

CUENCA	CORRIENTE	ESTACION	ESTADO	AREA DE LA CUENCA EN KM ²
CUENCA CERRADA DEL VALLE DE SAN CRISTOBAL				
Río Amarillo	Río Fogotico	Pte. San Nicolás	Chiapas	
Río Fogotico	Arr. San Diego	San Diego	Chiapas	
Sumidero Sta. Rosa	Río Amarillo	Pte. Morelos	Chiapas	
Sumidero Sta. Rosa	Sumidero Sta. Rosa	Sumidero Sta. Rosa	Chiapas	
Sumidero Sta. Rosa	Río Amarillo	Peje de Oro	Chiapas	
Río Amarillo	Río Amarillo	Puente Saavedra	Chiapas	
Río Amarillo	Río Ma. Auxiliadora	Puente Santuario	Chiapas	
CUENCA CERRADA DEL RIO MARGARITAS				
Río Margaritas	Zanja-Dren Margaritas	Zanja Margaritas	Chiapas	
Río Margaritas	Zanja-Dren Hidalgo	Zanja Hidalgo	Chiapas	
Río Margaritas	Zanja-Dren Yerbabuena	Zanja Yerbabuena	Chiapas	
Río Margaritas	Río San José	San José	Chiapas	

4.8 REGIMEN DE SEDIMENTOS EN EL SISTEMA DE LA DESEMBOCADURA

4.8.1 GASTO FORMATIVO - CRITERIO DE CALCULO

Algunos tramos de los ríos de la planicie de Tabasco y en especial al cerca de la desembocadura, no se cuenta con estaciones de aforo, y como existen intercomunicaciones entre ellas o bien se bifurcan, no es posible conocer el gasto que ocurre por ellas a lo largo del año. Por ello no es posible conocer el gasto formativo a partir de sus hidrogramas anuales. Además, como las pendientes no son conocidas en muchos de los tramos, tampoco es posible conocer el gasto formativo calculando el que puede conducir la sección principal antes de desbordar. La mejor forma de hacerlo - consiste en medir la velocidad media del escurrimiento cuando la sección está ocupada completamente por el agua, lo cual obliga a hacer la medición bajo esta condición.

Debido a todo lo anterior, el gasto formativo o dominante se obtendrá a partir de las características geométricas de la sección media estable de los tramos en estudio.

A partir del conocimiento del gasto formativo y por ende de la velocidad media y gasto unitario asociados a él, se determinará analíticamente el transporte de sedimentos del material del fondo. El gasto anual de lavado no es posible conocerlo ya que para ello se requiere medirlo directamente todos los días. El método de -- cálculo aquí propuesto tiene la ventaja de que al conocer el gasto formativo y el transporte de sedimentos en la forma señalada, se puede conocer la respuesta del río en caso de que protejan las márgenes con espigones, ya que estos datos se tomarán como base -

para calcular el comportamiento futuro del río con sólo dos grados de libertad.

Para la aplicación se requiere del conocimiento de la sección transversal del tramo en estudio, de donde se obtendrá el área, perímetro mojado, ancho de la superficie libre y tirante medio de la sección completamente llena.

4.8.2 ESTABILIDAD DE LA BOCA DE FRONTERA

Para estudiar la condición de estabilidad del tramo común de los ríos Grijalva y Usumacinta, en la zona de la desembocadura, se obtuvieron cuatro secciones transversales: A-A, B-B, C-C y D-D que se muestran en el plano 4.8.2 en lugar de trabajar con cada una de las secciones, se ha optado por seguir la recomendación de Einstein y estudiar una sola sección promedio de las anteriores. Para obtener esta sección promedio pueden seguirse dos procedimientos o dibujarla y posteriormente obtener sus características; o bien, obtener un promedio aritmético de cada una de las características geométricas de cada sección, cuidando que los resultados sean congruentes entre sí. En este trabajo se siguió el segundo procedimiento. El primer parámetro promediado fué el área la cual vale:

$$\bar{A} = 4\,227 \text{ m}^2$$

Posteriormente se obtuvo el perímetro mojado promedio

$$\bar{P} = 1\,067 \text{ m.}$$

Por tanto, el radio hidráulico promedio, vale

$$\bar{R} = 3.96 \text{ m.}$$

Debe tenerse en cuenta que los métodos de estabilidad que se utilizarán a continuación sirven para estudiar canales y ríos, en los que el escurrimiento y el transporte de sedimentos son unidireccionales. En el tramo en estudio hay inversión del sentido del escurrimiento y del transporte, debido a la acción de las mareas, por lo que los resultados deberán tomarse como aproximados y para señalar tendencias de carácter general.

4.8.3 CONSIDERACIONES SOBRE EL GASTO FORMATIVO.

Se requiere del conocimiento del gasto formativo para el estudio de la estabilidad de un tramo de río. Esto no siempre es posible ya que en ocasiones los tramos por estudiar se encuentran muy alejados de las estaciones hidrométricas instaladas en esas corrientes. Lo anterior se agrava, al grado de imposibilitar el conocimiento de ese gasto, al menos por métodos convencionales, cuando entre las estaciones hidrométricas y el tramo bajo análisis existen numerosos afluentes y afluentes tal es el caso del tramo del río Grijalva-Usumacinta frente a Frontera. Los mayores escurrimientos frente a ese tramo provienen del río Usumacinta, en el que la estación hidrométrica más cercana al sitio en estudio es Boca del Cerro. Aguas abajo de ella llega el río San Pedro y además se desvían gastos importantes por los ríos Palizada y San Pedro y San Pablo. Los escurrimientos en el río Grijalva son menores y para obtener el gasto formativo se analizaron los datos de las estaciones: Las Gaviotas y Pueblo Nuevo. Para -

obtener el gasto formativo se obtuvo el gasto cuyo periodo de retorno es de 1.4 años aplicando los métodos de Levediev, Gumbel y Nash.

Los resultados de dichos análisis son los siguientes:

ESTACION	M E T O D O S		
	LEVEDIEV	GUMBEL	NASH
Boca del Cerro	4 752	5 187	4 953
San Pedro	226	337	279
Pueblo Nuevo	-	830	806
Las Gaviotas	808	922	854
Peñitas	Descarga de Malpaso = $900\text{m}^3/\text{s}$.		

Conservadoramente se escogerá el método de Gumbel para los cálculos subsecuentes.

El gasto formativo en Boca del Cerro se ve incrementado en $337\text{m}^3/\text{s}$, que provienen del río San Pedro, pero se tienen que disminuir por las derivaciones hacia los ríos Palizada y San Pedro y San Pablo. La cual se estima en $1200\text{m}^3/\text{s}$, correspondiendo $700\text{m}^3/\text{s}$, al río San Pedro y San Pablo y $500\text{m}^3/\text{s}$, al río Palizada. Para obtener el gasto formativo de los dos ríos antes mencionados se aplicaron los criterios de estabilidad tal como se muestran adelante, ya que se logró conseguir secciones transversales de esos ríos y obtener su área. No se consiguieron las propiedades físicas del material del fondo y orillas, pero se estimaron de los datos conocidos en el río Usumacinta y en el sitio en Estudio.

Por lo indicado, el gasto formativo aportado por el rfo Usama - cinta, al tramo en estudio, es del orden de $4\ 324\ \text{m}^3/\text{s}$., ya que:

$$Q_{fv} = 5187 + 337 - 700 - 500 = 4\ 324\ \text{m}^3/\text{s}.$$

Por otra parte hay que considerar el gasto formativo del rfo - Grijalva. Aquí sólo conviene utilizar el de una estación que es Caviotas, cuyo gasto es ligeramente superior al de Pueblo Nuevo. Las aportaciones de otras comunicaciones del Grijalva o las de cuenca propia entre estaciones, no se deben considerar en su totalidad, pero si debe tomarse una parte de ella, que en la época de lluvias, se estimó en $300\ \text{m}^3/\text{s}$.

Por tanto el gasto formativo del río Grijalva frente a Frontera es:

$$Q_{ff} = 4\,323 + 922 + 309 \approx 5\,500 \text{ m}^3/\text{s}.$$

4.8.4 APLICACION DE LOS METODOS

Si se utilizan los métodos de Lacey, Simons-Albertson y Maza -- Cruickshank, el gasto formativo se puede obtener de las siguientes expresiones:

a) Según Lacey:

El área de la sección en función del radio hidráulico y perímetro mojado está dado por la expresión:

$$A = RP$$

$$P = 4.838 Q^{1/2}$$

$$r = 0.4725 (Q/f)^{0.333}$$

por tanto:

$$A = 4.838 Q^{1/2} \cdot 0.4725 (Q/f)^{1/3}$$

$$A = 2.286 \frac{Q^{5/6}}{f^{1/3}}$$

y despejando el gasto se llega a:

$$Q = \frac{A f^{1/3}}{2.286}^{6/5}$$

$$Q = 0.371 A^{1/2} f^{0.4}$$

en que $f = 55/66 \text{ Dm}^{1.2}$, siendo el diámetro medio de las partículas expresado en m.

b) Según Simons y Albertson.

$$\Lambda = bd$$

152

$$A = 1.31 k_1 Q^{\frac{1}{2}} (0.61 + 1.023 k_2 Q^{0.36})$$

Ecuación que puede resolverse por tanteos para obtener Q.

c) Según Maza y Cruickshank

Relacionando el área y el gasto líquido, si se considera un transporte de sedimentos muy pequeño, se obtiene a partir de:

$$A = bd$$

$$A = \frac{b \cdot b^m}{k} = \frac{b^{1+m}}{k}$$

y por tanto

$$A = \frac{1}{k} \left[21.276 N K^{2.583} \left(\frac{Q}{\alpha} \right)^{2.193} \right] \frac{1+m}{2.583 m + 2.193}$$

$$\left(\frac{Q}{\alpha} \right)^{2.193} = \frac{1}{21.286 N K^{2.583}} (A K) \frac{2.583 m + 2.193}{1+m}$$

y finalmente:

$$Q = \frac{0.234 \alpha}{N^{0.456} K^{1.173}} (A K) \frac{1.178 m + 1}{1+m}$$

en que:

$$m = 0.72 (AD_{50}/ds)^{0.1}$$

$$1 = 7.58 W_{50}/D_{84}^{0.634}$$

$$N = \frac{N^{1.5}/AD_m}{N}$$

$$K = 10$$

Aplicación de los criterios expuestos.

A) Según Lacey

El diámetro medio del material del fondo obtenido de todas las muestras tomadas es: $D_m = 0.00022$ m.

el factor de sedimentación, f , vale:

$$f = 55.66 \times 0.00022^{\frac{1}{2}}$$

$$f = 0.826$$

Por tanto, el gasto dominante es igual a

$$Q = 0.371 \times 4 \times 227^{\frac{1}{2}} \times 0.826^{0.4}$$

$$Q = 7\,716 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Este valor teórico del gasto es mayor que los gastos máximos - anuales registrados en las estaciones Boca del Cerro sobre el - río Usumacinta y sobre el río Grijalva.

Referente al gasto formativo teórico es mayor que el deducido - de $5\,500 \text{ m}^3/\text{s}$., y este método no permite ningún ajuste por efecto de orillas cohesivas o sueltas.

B) Según Simons y Albertson.

Si se considera que el material de las márgenes tiene cohesión y el fondo está formado con material fino suelto, K_1 y K_2 valen - 2.6 y 0.44 respectivamente. En cambio para material arenoso en - orillas y márgenes vales $K_1 = 3.5$ y $K_2 = 0.5$. Como condición in-termedia se puede considerar $K_1 = 3.0$ y $K_2 = 0.48$. Se obtendrá el valor del gasto formativo para las tres combinaciones.

Para la primera combinación la ecuación toma la forma

$$4\ 227 = 1.63 \times 2.6 Q^{1/2} (0.61 + 1.023 \times 0.44 Q^{0.36})$$

o bien:

$$997.4 = Q^{1/2} (0.61 + 0.45 Q^{0.36})$$

Para la segunda combinación se obtiene la expresión

$$759 = Q^{1/2} (0.61 + 0.532 Q^{0.36})$$

y para la tercera combinación de K_1 y K_2 , se obtiene:

$$864.4 = Q^{1/2} (0.61 + 0.491 Q^{0.36})$$

Por tanto los gastos teóricos obtenidos vales:

$$Q_1 = 7\ 300\ \text{m}^3/\text{s.}$$

$$Q_2 = 4\ 300\ \text{m}^3/\text{s.}$$

$$Q_3 = 5\ 580\ \text{m}^3/\text{s.}$$

El tercer resultado es el que más se apega a los datos disponibles, es decir: material suelto en el fondo y orillas con algo de cohesión, y conduce a un resultado idéntico al deducido. El primero conduce a un cauce con fondo arenoso y orillas cohesivas y es semejante al obtenido con el método de Lacey. El segundo - corresponde a un cauce arenoso.

C) Según Maza y Cruickshank.

Los parámetros requeridos para aplicar este método valen:

$$D_m = 0.22 \text{ mm}$$

$$D_{50} = 0.20 \text{ mm.}$$

$$D_{84} = 0.30 \text{ mm.}$$

$$W_{50} = 2.2. \text{ cm/s}$$

$$A = 1.66$$

$$m = 0.7$$

$$k = 6.3$$

$$\alpha = 22.65$$

$$N = 968$$

Por lo que al aplicar la fórmula se obtiene:

$$Q = 1\,496 \text{ m}^3/\text{s.}$$

Pero hay que recordar que este gasto corresponde a un transporte de sedimentos, nulo o casi nulo.

Si se acepta transporte de sedimentos se puede utilizar la ecuación siguiente que para los datos del tramo frente a Frontera se reduce a:

$$Q = \left[\frac{1}{(A K) \frac{1+m}{1.786} Q_{RT}^{0.119}} \right]^{1.587}$$

En la ecuación anterior hay dos variables desconocidas por lo que hay que suponer una y es el gasto líquido. Si se consideran los siguientes valores para A y Q.

$$A = 4 \ 277$$

156

$$Q_1 = 7 \ 716 \text{ m}^3/\text{s.}, \text{ según Lacey.}$$

$$Q_2 = 5 \ 550 \text{ (deducido y según Simons y Albertson)}.$$

El gasto sólido total del fondo vale:

$$Q_{BT1} = 5.63 \text{ m}^3/\text{s.}$$

$$Q_{BT2} = 1.16 \text{ m}^3/\text{s.}$$

Por otra parte Díaz y Maza mostraron que la relación entre el - transporte total y el transporte en la capa de fondo depende -- del valor:

$$\tau_* = \frac{ds}{Dm}$$

Cuyo valor promedio para el tramo de río frente a Frontera vale:

$$\tau_* = 6.85$$

Para ese valor y considerando las fórmulas de Engelum y de Meyer Peter y Müller se tiene que:

$$\frac{G_{BT}}{G_B} = 137$$

Por tanto, la mayor cantidad de transporte tiene lugar en suspensión y en el fondo sólo se transporta:

$$Q_{B1} = 0.0411 \text{ m}^3/\text{s.}$$

$$Q_{B2} = 0.0085 \text{ m}^3/\text{s.}$$

y en suspensión:

$$Q_{BS1} = 5.63 - 0.0411 = 5.5889 \text{ m}^3/\text{s.}$$

$$Q_{BS2} = 1.16 - 0.0085 = 1.1515 \text{ m}^3/\text{s.}$$

Al cabo de un año el volumen teórico transportado en el fondo, es igual a:

$$V_{S1} = 1\ 296\ 129\ m^3$$

$$V_{S2} = 268\ 056\ m^3$$

Y los volúmenes teóricos transportados en suspensión, sin considerar el transporte de lavado son:

$$V_{BS1} = 176 \times 10^6\ m^3$$

$$V_{BS2} = 36 \times 10^6\ m^3$$

4.9 ANALISIS BATIMETRICO Y VOLUMENES DE DRAGADO.

4.9.1 BREVES APUNTES HISTORICOS DE LAS MODIFICACIONES QUE HA SUFRIDO LA DESEMBARCADURA DEL RIO GRIJALVA.

Se ve casi impreceptible en el antiguo plano "Andrade" una pequeña mancha, confundible con cualquier imperfección del grabado. Es sin embargo, el primer documento que deja ver la posibilidad de la existencia, en tiempos remotos, de una Isla en la desembocadura del río Grijalva, la cual no se hubiera considerado como tal, si en otro documento, prácticamente contemporáneo, aunque un poco posterior, no dejara ver también esa posibilidad.

Una versión inglesa al plano del libro escrito en 1718, por el piloto mayor de la armada Domingo González Carranza, que fue impreso en Londres en 1740 con el título de "A Geographical Description of the Coast of West Indies, etc.", puede verse en las costas de Tabas

co, frente a la desembocadura de un río, una pequeña Isla con el nombre de Beef Island. Esta es la más antigua consignación, aunque en lengua extranjera, de el nombre de el Buey tan comunmente encontrado en documentos posteriores, para denominar diversos accidentes geográficos en esa desembocadura. Así, en el derrotero de las Islas Antillas, de la costa de Tierra firme y de las del derrotero Mexicano, mandado a reimprimir por el Presidente Guadalupe Victoria en 1825, se lee, después de la descripción de las barras de Dos Bocas, Chiltepec, etc.

... Tabasco, que es la más contable forma de Dos Bocas separadas por la Isla del Buey, en la del Este hay ocho pies y en la Poniente diez; nada podemos decir de los canales de estas barras pues son mudables...

Es decir, el canal del poniente tenía la misma profundidad que el descrito por Melchor Alfaro más de 200 años después, y el canal del Este tenía tres pies más. Esta diferencia se explica si se tiene en cuenta que entre ambos canales había una Isla, en vez del simple bajo, con cuatro pies de profundidad existente en 1579, y una concentración mayor del caudal del río en los canales producido por la Isla.

Consignan las crónicas de Tabasco documentos en los cuales parece entenderse que en 1765 se llevaron a cabo ciertas obras en el río Mezcalapa, para derivar hacia el Grijalva, las aguas anteriormente llevadas al mar por el cauce hoy llamado río Seco. Este río está citado en la memoria de Melchor Alfaro con el nombre de río de Dos Bocas.

No existen en la actualidad huellas de estas obras, pero no puede negarse que fueron ejecutadas. Los planos de 1579 y 1704 demuestran que la desviación existía entonces, por la cual esas obras deber haberse limitado tan sólo a ayudar al río en la tarea de obstruir su cauce principal con sus propios sedimentos. Su importancia no deber haber sido muy grande ya que no llegaron a reforzar el caudal del Grijalva suficientemente como para desaparecer la Isla de la desembocadura, la cual existía aún en 1825. La característica de la barra que fueron consignadas en el derrotero de 1825, subsistían en 1861 cuando el Cap. José D. Payán presentó la primera información gráfica de ella, detallada con algunos sondeos.

Aunque la falta de proporcionalidad entre las distancias que separaran algunos puntos fijos, mostradas en ese documento y las que se indican en los planos modernos, da idea de que se trata más bien de un croquis que de un plano.

El testimonio es suficiente para demostrar que, no obstante el caudal aportado por el brazo del Mezcalapa, e incrementados por las obras 1765, el río Grijalva no era capaz de luchar con ventaja contra una influencia marítima en su desembocadura, que tendría que desviarla hacia el Poniente y por tanto a bifurcarla. En efecto, se observa en ese croquis un gran bajo, con menos de un metro de profundidad, en baja mar que se extiende frente a la desembocadura formando dos canales: uno inmediato al lado Oriental con seis o siete pies de profundidad y otro al Noroeste, el principal, con poco menos de diez pies. La semejanza de estas condiciones son las descritas por Mel Alfaro en 1579, es todavía mayor que el de 1825, pues las profundidades en los canales son casi las mismas.

A continuación, se hará referencia a la última de las modificaciones interiores, que ha podido influir en los cambios de la barra durante la época anterior al primer estudio formal hecho en esa desembocadura. En la última década del siglo pasado, fue excavada una zanja (canal de la pigua) entre el río González y el río Grijalva a unos cuantos kilómetros abajo de Villahermosa. Las corrientes encauzadas por esta zanja en el sentido González - Grijalva fueron ensanchandola y profundizándola al grado de que en pocos años, dicho canal se había convertido en un brazo del río, y aportaba al Grijalva un gasto importante. Este incremento del caudal, fue probablemente, el que proporcionó la energía que necesitaba la desembocadura para vencer definitivamente sobre la influencia marítima, -- que todavía en 1861, desviaba hacia el Oeste el canal principal y mantenía un bajo frente a la desembocadura, separando el canal principal del secundario. Quizá este nuevo gasto introducido en el Grijalva fué la causa que llevó el canal de la barra a la posición encontrada en 1909 por la comisión de Ingenieros y pasante, que bajo las órdenes del Ingeniero Miramón tomaron parte en la formación del primer estudio topohidrográfico de esa barra. Esta posición mostraba como prolongación del último tramo del río, un único canal ancho con nueve pies de profundidad en marca baja.

Ver planos 4.9.1 y 4.9.2.

4.9.2 TRABAJOS EJECUTADOS PARA MEJORAR LA ENTRADA AL PUERTO DE FRONTERA

El mejoramiento de la desembocadura del río Grijalva fue iniciado por el Gobierno Federal en el año de 1911. La North American Dredging Co., presentó dos proyectos a consideración del Gobierno Fe -

deral. Uno con la idea de mejorar la barra, construyendo dos escolleras convergentes, y otro sobre la idea de excavar un canal lateral con desembocadura en la ensenada Oeste. La compañía recomendaba este último, debido a que la pendiente del fondo del mar, a partir de la barra natural, era muy pequeña y en consecuencia las grandes profundidades estaban a una distancia mayor.

Se estableció el proyecto del canal lateral sobre la base de que -- por el no circularía más que corrientes de marea, excepto en la época de avenidas. Los autores del proyecto esperaban que esto se lograría con un espigón construido en la extremidad del canal del lado del río, espigón que arrancando de la orilla Sur del Canal se internaría en el cauce, formando con la corriente un ángulo obtuso hacia el lado de aguas arriba. Con esto se consideró que serían insignificantes los sedimentos. En su desembocadura al mar el canal lateral debería estar protegido por una escollera del lado Norte, la cual evitaría la invasión de las arenas marítimas.

El dragado para la apertura del canal ya estaba terminado así como el espigón en el río, cuando los acontecimientos políticos de 1913 y 1914 paralizaron la construcción de la escollera marítima que debería protegerlo. Sólo se habían construido unos 300 metros.

Abandonado el canal a las influencias de la corriente litoral y -- las marejadas, quedó inutilizado para la navegación prácticamente desde su apertura. El canal no llegó a obstruirse completamente debido a la influencia autodragable de las corrientes fluviales y de marea y conservó sobre su barra profundidades, no mayores de 1.5 metros. Permaneciendo en este estado, hasta que disminuyó la tensión política y en 1921, el Gobierno Federal volvió a poner interés en --

este problema. En esa época se contrató el dragado del canal con la misma compañía que lo había abierto aunque ya había cambiado su nombre a United Dredging , Co. El canal se dragó durante los años de 1922 y 1923. A mediados de 1924 quedó nuevamente abierto al tráfico y se conservó mediante un dragado constante, durante dos años, mediante contrato realizado por la misma compañía.

Después se dragó nuevamente, pero con un nuevo contratista E. K. Smoot el que fue poco eficiente debido a los frecuentes paros del equipo, que ya era muy viejo. Estas circunstancias se prolongaron hasta 1929 en que se suspendió nuevamente el dragado, quedando por tercera vez abandonado en canal lateral.

Fue hasta 1931 cuando volvió a hablarse nuevamente del asunto, en vista de las gestiones hechas por las agrupaciones productoras y exportadoras del plátano en Tabasco. Por cuenta de éstas, se reanudó el dragado, con la draga "Velazco", con mucho más éxito que con E. K. Smoot, pues prácticamente sin interrupción mantuvieron profundidades que variaron entre 17 y 20 pies. Con ello se originó un incremento tal del tráfico, que el número de racimos de plátano exportados se elevó de un millon a siete millones anuales. Este dragado eficiente persistió hasta 1937, en que volvió a suspenderse por la decadencia de las plantaciones y ciertas dificultades con los obreros, y conservó el canal hasta con 20 pies de profundidad tuvo gran influencia en el régimen hidráulico de la desembocadura ya que se considera que dió lugar a la formación de la Isla Azteca.

posteriormente se volvió a dragar el canal lateral, por cuenta del Gobierno Federal, con la draga "Ciudad del Carmen", la cual operó de 1943 a 1945 en que comenzó a trabajar la draga "Veracruz" que solamente se mantuvo allí siete meses. Al retirarse esta draga a mediados de 1945, volvió a trabajar la "Ciudad del Carmen" hasta el año de 1947 en que se incendió. En los años de 1948 a 1949 la draga "Tuxpan" trabajó nuevamente en el canal lateral, y lo mantuvo con profundidad de 18 pies por algunos periodos de tiempo. Desde tiempo. Desde 1943 hasta 1951 se dragó por última vez el canal lateral con la draga "Tampico", la cual logró profundizarlo a 20 pies, pero en la primera temporada de nortes, quedó cerrado e inútil para la navegación y desde esta vez no se ha vuelto a dragar. El volumen total dragado en el canal lateral asciende a: 11' 836,397 m³. Este dragado se efectuó parcialmente en la siguiente forma: -
 2' 633,856 m³ en su apertura en los años de 1911 a 1914; - - -
 2' 100,000 m³ en la conservación durante 1923 y 1924; de 1924 a -
 1936: 6' 017,218 m³ y finalmente de 1943 a 1951 1' 085,323 m³ (cifras aproximadas).

Por último en 1985, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, a través de la Dirección General de Obras Marítimas en coordinación con el Gobierno del Estado de Tabasco, decidieron reiniciar las actividades de Frontera como puerto de cabotaje y dragó un canal con profundidad de 5 metros entre el 25 de Enero y el 26 de Abril de 1985, con un volumen estimado de 122,295 m³, utilizando la draga "Presidente Cárdenas".

4.10 GASTO SOLIDO DEL RIO GRIJALVA

Normalmente los métodos que se utilizan para estimar el transporte de sedimentos, toman en cuenta las propiedades hidráulicas de los ríos, las características de los sedimentos que constituyen las márgenes y el fondo de cauce y los gastos líquidos que escurren durante un ciclo hidráulico completo. En el problema en estudio, la solución debe involucrar las variaciones de los niveles provocados por las mareas y las variaciones de la densidad del agua correspondientes a las fases de un ciclo completo de marea, añadiendo además, el efecto de las corrientes de densidad generadas por la diferencia del peso específico del agua del mar y el correspondiente al del agua del río, además de las variaciones en la vertical del contenido de sólidos en suspensión. A continuación se hace una descripción de los métodos recomendables para la cuantificación del volumen de material en suspensión que se depositaría en un estuario.

Son muy complejos los fenómenos que se presentan en el delta de un río, por los cambios de salinidad del agua originados por las mareas y las reacciones físico-químicas provocadas en los sedimentos en suspensión, agregando a esto una geometría muy irregular de los cambios en planta, en perfil y de sus secciones transversales; la combinación de estos elementos, hace que los cálculos teóricos sean muy complicados y requieran de mucho tiempo, para obtener valores significativos. Por esta razón con frecuencia se utilizan modelos a escala para la solución de este tipo de problemas.

Una segunda solución al problema, es desarrollar una metodología

semi-empírica para el intercambio de volúmenes de agua, basadas en las experiencias acumuladas en puertos existentes, siendo esta la siguiente:

Se define un coeficiente α , que es la relación del volumen total de intercambio de agua al volumen del puerto. Como existen dos factores involucrados, o sea la corriente de llenado (pleamar) y la corriente de densidad, α se divide en dos componentes:

$$\alpha = \alpha_f + \alpha_D \quad 4.10.1$$

Donde:

α es la relación del volumen de agua que entra al puerto por ciclo de marea la de volumen del puerto.

α_f Es la porción de volumen aportada por la corriente de llenado, o pleamar.

α_D Es provocada por la influencia de la corriente densidad.

α_f Se puede estimar dividiendo el prisma de mareas del puerto entre el volumen total del puerto.

$$\alpha_f = \frac{P}{V_H} \cdot \frac{\Delta h}{h} \quad 4.10.2$$

Donde:

h es la profundidad promedio en el puerto.

Δh Es la diferencia entre los niveles de pleamar y la bajamar.

- V_H Es el volúmen total del puerto.
- P Es el prisma de mareas del recinto - portuario.
- D Depende de la corriente de llenado y de la corriente de densidad.
- * El tercer término de la ecuación es válido si las márgenes del puerto - son verticales.

$$\alpha_D = \frac{(V_D - V_f) T_D}{2 L} \quad 4.10.3$$

Donde:

- V_D Es la velocidad de la corriente de densidad.
- V_f Es la velocidad de la corriente de llenado.
- L Es la longitud del puerto.
- T_D Es el intervalo de tiempo en el que se genera la diferencia de densidades.

Debemos obtener la longitud del puerto de una esquematización de la configuración del mismo y generalmente es la distancia máxima medida desde la boca al extremo del puerto.

- T_D Es el tiempo durante el cual se tiene una diferencia de densidades y - está relacionada directamente con la curva de tiempo densidades para el estuario y no está relacionada necesariamente con el nivel de la marea.

Difícil es estimar el valor apropiado de V_D para lo cual se sugiere lo siguiente:

- a) Calcular V_D con base en δ correspondiente a los valores extremos en la densidad en el río, utilizando la expresión:

$$V_D = 0.35 \sqrt{\delta g h}$$

- b) Utilizando este valor de V_D , calcular α_D y después α .
- c) Si $\alpha < 1$, la densidad máxima del agua en el puerto será menor que la densidad máxima del río y la suposición del punto A se ve violada; en este caso repetir los pasos a y b utilizando un nuevo valor de δ , 50% mayor que el anterior. Por otro lado, el valor de V_f a utilizar se determina a partir de la variación de la marea en el río.

$$V_f = \frac{A_H}{A_E} \cdot \frac{dh}{dt} \quad 4.10.4$$

Donde:

A_H Es el área superficial del puerto

A_E Es el área de la sección transversal en la boca del río.

Para aplicar la ecuación 4.10.3, se debe satisfacer la siguiente desigualdad.

$$0 \leq \alpha_D \leq 1$$

Así el valor de la corriente de densidad no puede ser negativa, - aunque puede ser cero. El valor de α_D se puede corregir por el - hecho de que la configuración del puerto ha sido esquematizada, - multiplicandolo por la relación de las áreas superficiales de la configuración esquematizada a la de la real. El volumen de agua - que entra al puerto durante un ciclo completo de marea, se puede determinar por la suma de sus componentes. Contribuye la corriente de llenado del puerto con el volumen de agua igual a α_F veces el volumen del puerto. Este mismo volumen de agua sale cuando el nivel del agua desciende. Durante el periodo de tiempo en que la densidad del agua del río es α_D * veces el volumen del puerto, entra al recinto portuario; por el contrario cuando la densidad - del agua del río es baja sale un volumen igual a α_D * veces el volumen del puerto.

* Obviamente, estos valores son diferentes.

4.10.1 SEDIMENTACION EN EL PUERTO DE FRONTERA

Se estima la sedimentación en el puerto de Frontera, multiplicando el volumen de agua intercambiada en un ciclo de marea en el - recinto portuario, por la diferencia de concentración de sólidos entre el volumen de agua que entra en pleamar y el volumen que - sale en bajamar. En este caso el puerto se ubica, en un río en - el que el promedio de las concentraciones de sólidos en suspensión, es de 52.9 mg/l; el puerto tiene una longitud de 10 400 m² metros y una sección transversal natural con un área de 4 521.5 m² el rango de mareas es de 0.50 m; la profundidad promedio en baja mar es de 5.59 m; de una campaña de mediciones llevada a cabo es pecíficamente para aplicar este criterio, la salinidad mínima en

el río es de 1.88‰ y con una salinidad máxima de 22.62‰, con una temperatura de 28.91° C, se encuentra que la densidad máxima en el río es de 1 015.40 y la densidad mínima es de 1 000.75, de lo que se obtiene:

$$\frac{1\ 015.40 - 1\ 000.75}{1\ 008.8} = 14.53 \times 10^{-3}$$

La profundidad promedio en el puerto es de:

$$\bar{h} = 5.65\ \text{m}$$

con un ancho de superficie libre del agua de 855 m.

El área promedio en la entrada es de:

$$A_E = 4\ 107.5\ \text{m}^2.$$

el prisma de mareas P del puerto, es el volúmen de agua introducido por un ciclo de marea por la corriente de llenado.

$$P = (1091) (10\ 400) (0.50) = 5.67 \times 10^6\ \text{m}^3.$$

Cada litro de agua, transporta 52.9 mg. de sedimentos seco hacia el puerto. Probablemente no todo este material se sedimentará en el limitado tiempo de retención. La concentración de sedimento - en el agua descargada, se puede estimar a partir de pruebas de Laboratorio o de experiencias en puertos similares. En este caso, se puede decir que el agua de reflujo (bajar) transporta un promedio de 26 mg/l de sedimento seco; de esta manera, 26.9 m/l quedan retenidos en el puerto.

La cantidad de sedimento transportado hacia el puerto por la corriente de llenado*, resulta ser de:

$$S_f = (5.67 \times 10^6) (26.9) (10^{-3}) = 1.53 \times 10^5 \text{ kg/marea.}$$

* Debido a que la componente de la corriente de densidad domina en el perfil de velocidades; esta corriente se concentra en el estrato inferior del puerto.

La influencia de la corriente se calcula utilizando la ecuación

$v_D = G A_E \sqrt{S} h$. El volumen total de agua intercambiada por la corriente densidad durante un ciclo de marea es:

$$V = (8000) (4 107.5) \sqrt{14.57 \times 10^{-3} (5.65)} = 9.42 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{marea.}$$

La mitad de este volumen de agua $4.71 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{marea}$ entra por el fondo del río con la intrusión de la cuña salina y transporta:

$$S_{DI} = (4.71 \times 10^6) (26.9) (10^{-3}) = 1.27 \times 10^5 \text{ Kg marea.}$$

de sedimento con ella.

La otra mitad del agua de intercambio, entra al puerto por la superficie conforme se retira la cuña salina. Como la superficie de un río por lo general contiene menos sedimentos en suspensión, - esta parte (la superficie) transporta relativamente menos sedimentos hacia el puerto. En ríos como el Rhin, el Elba, se ha comprobado que la corriente superficial transporta aproximadamente - el 35% del sedimento acarreado por las otras corrientes hacia - el interior del puerto; como este material es más fino que el promedio de todo el sedimento, este se sedimentará más lentamente, -

de esta manera se puede suponer todavía que 26 mg/l salen del --
puerto más atarde. Estas consideraciones conducen a:

$$S_{D2} = (4.71 \times 10^6) (0.35) (52.9) - 26 (10^{-3}) = - 35.3 \times 10^3 \text{ Kg/marea.}$$

el signo indica que no hay sedimentación

A continuación se comparan los volúmenes de sedimentación en la
tabla 4.10.1, en la que se observa que más de la mitad de la se-
dimentación del puerto es provocada por la corriente de llenado.

TABLA 4.10.1

VOLUMENES DE SEDIMENTACION EN FRONTERA, TAB.

COMPONENTES	CANTIDAD (KG/MAREA)	% DEL TOTAL
Corriente de llenado	1.53×10^5	54.6
Intrusión salina	1.27×10^5	45.4
Extrusión salina (Bajamar)	-	0.0
Subtotal por diferencia de densidades.	1.27×10^5	
Gran total	2.80×10^5	100.0

Para el mantenimiento del puerto, queda todavía una pregunta, por
contestar, "Cuánto se reducirá la profundidad como resultado de -
la sedimentación en el curso de un año". Esto se puede estimar si
se conocen la densidad de las partículas de sedimento seco y la
del sedimento in situ. Los valores para esto son: $2\ 620 \text{ kg/m}^3$ y
 900 kg/m^3 respectivamente. Si v_v es el volumen de agua en 1 m^3 se
dimentos, se tiene:

$$900 = 2\,620 (1 - V_v) + 1\,000 (V_v)$$

en el que $V_v = 0,94$ por lo tanto 1 m^3 de sedimento contiene

$$(1 - 0,94) (2\,620) = 152,33 \text{ Kg.}$$

De partículas de sedimento seco; $2,80 \times 10^5$ Kg. de sedimento ocupan un volumen de:

$$\frac{2,80 \times 10^5}{152,33} = 1838,11 \text{ m}^3$$

Este volumen de sedimento se acumula durante el ciclo de marea.

Pero hay:

$$\frac{(365,25) (24)}{12,42} = 706$$

Mareas por año, de manera que en un año la acumulación de sedimento en el puerto es:

$$(1\,838,11) (706) = 1,298 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{año}$$

Este volumen se dispersa sobre el fondo del río en una capa de:

$$\frac{1,298 \times 10^6}{10,4 \times 10^3 \times 220} = 0,57 \text{ m. de espesor}$$

Por lo general, no resulta económico dragar una capa de sedimento menor de: 2,5.m.

La disminución de profundidad de 0,57 m. obtenida técnicamente es la máxima que puede lograrse con los datos iniciales utilizados.

Si se repite el cálculo con esta disminución ya tomada en cuenta, la nueva capa de depósitos tendrá un espesor mayor y así sucede

sivamente. No debe olvidarse el poder de autodragado que tiene el río durante grandes avenidas. El espesor de sedimento obtenido en este apartado se obtuvo considerando que las corrientes se desplazan uniformemente a lo largo de los 10.4 km. de longitud del puerto. Lo cual no ocurre en la naturaleza, ya que el canal se ha mantenido con promedio de 10 metros de profundidad del lado de la -
márgen derecha del río, mientras que por la márgen izquierda, la profundidad se ha venido disminuyendo paulativamente, siendo la zona más crítica, la de la boca hasta la batimétrica -2m. aproximadamente, la cual debe dragarse continuamente para mantener la -
profundidad del canal, o construir escolleras que rebasen esta -
zona crítica.

5. EVALUACION DEL TRANSPORTE LITORAL Y SU CONTROL

5.1 TRANSPORTE LITORAL

Uno de los fenómenos que más afectan los accesos a los canales de navegación ubicados en zonas costeras, es el transporte litoral - ya que tienden a reducir el ancho y la profundidad de los mismos, requiriéndose un dragado continuo o la construcción de obras, que funcionen más eficientemente, con el fin de mantener la profundidad que garantice la navegación.

Para estimar el transporte litoral se requiere conocer previamente las condiciones oceanográficas prevaletientes en la zona, la configuración batimétrica y las características del material que constituye la playa. En relación a las condiciones oceanográficas de la zona, se tomó como base la información recabada por Dames & Moore, la cual se muestra en la tabla 5.1.1, en la cual se incluyó la dirección Oeste y se desglosó el porcentaje correspondiente a calmas.

Con la información anterior, se procedió a programar una rutina de cálculo para las características de la ola rompiente de acuerdo con lo siguiente:

$$C_0 = \frac{GT}{2\pi} = 1.56 T$$

$$d_B = \frac{H_b}{0.79}$$

$$C_b = g d_b$$

$$K_s = 0.50 \frac{C_0}{C_b}$$

$$K_{rb} = \frac{\cos \phi_0}{\cos \phi_b}$$

$$\phi_b = \text{ARC SEN} \left(\frac{C_b}{C_0} \phi_0 \right)$$

$$H_b = H_0 K_r K_s$$

Donde:

- g Aceleración debida a la gravedad, en m/s^2 .
- C_0 Celeridad de la ola en aguas profundas, en m/s .
- H_0 Altura de la ola en aguas profundas, en m .
- T período de la ola, en s .
- d_b Profundidad en la rompiente. en m .
- H_b Altura de la ola en rompiente, en m . la cual se supone en la primera interacción. El coeficiente $G = 0.79$, resulta de considerar la teoría de la onda solitaria y una ola rompiente tipo "plunging", $G = 0.33 p + 0.46$, siendo $p = 1$.
- C_b Celeridad de la ola en la rompiente, en m/s .
- K_s Coeficiente de fondo, adimensional.
- θ_b Angulo de incidencia del oleaje en la rompiente, en grados.
- θ_0 Angulo de incidencia del oleaje en aguas profundas, en grados.
- K_{rb} Coeficiente de refracción en la rompiente, en m .

Una vez obtenidas las características de la ola en la zona de rompiente se seleccionaron tres métodos para el cálculo del transporte litoral, para su aplicación se tomaron en cuenta las características geométricas de la zona en estudio, así como los parámetros marítimos considerados y los antecedentes de los mismos. A continuación se muestran los tres métodos empleados.

A) METODO DE LARRAS. La fórmula de este autor establece que

$$Q_s = 0.118 \times 10^{-5} D_{50}^{-1/4} \left(\frac{L_o}{H_o} \right) g H_s^2 T \text{ sen} \left(\frac{7}{4} \phi_b \right) \quad 5.1.1$$

Donde:

Q_s Gasto sólido, en m^3/s .

D_{50} Diámetro cincuenta de la muestra de partículas.

H_s Altura de la ola, en m.

B) METODO DE CERC (Coastal Engineering Research Center): La fórmula propuesta por esta institución establece que:

$$Q_s = 0.25 \times 10^6 H_s^2 C_o K_{rb}^2 \text{ SEN } \phi_b \text{ COS } \phi_b \quad 5.1.2$$

Para diámetros medios de granos 0.175 a 1.0 mm.

en que:

Q_s = es el transporte litoral expresado en $m^3/año$.

C) METODO DE IWAGAKI Y SAWARAGI. Estos autores proponen la siguiente ecuación.

$$\frac{Q_s}{M} = 31.7 \left(\frac{Ex}{N} \right)^{1/2} S \quad 5.1.3$$

Donde:

$$M = g^{1/2} \left(\frac{H_o}{K_s L_o} \right)^{1/6} \left(\frac{H_o}{K_s} \right)^{3/2} S^{1/3} D_m (\text{SEN } \phi_b)^{1/3} \text{ COS } \phi_b$$

$$Ex = \frac{\gamma_b H_b^2}{16 T} \text{ SEN } \phi_b$$

$$N = (\gamma_s - \gamma) g^{1/2} D_m \left(\frac{H_o}{K_s} \right)^{1/2} L_b \left(\frac{H_o}{K_s L_o} \right)^{1/6} (\text{SEN } 2 \phi_b)^{1/3}$$

$$K_s = \left(\frac{C_{go}}{C_{gb}} \right)^{1/2}$$

$$L_b = \frac{g T^2}{2 \pi} \text{ Tan h} \left(\frac{2 \pi d}{L_b} \right)$$

Donde:

Q_s Gasto sólido, en m^3/s .

S Pendiente de la playa

D_m Diámetro medio de las partículas, en m.

L_b Longitud de la ola en la zona de rompientes

Cg_b Celeridad de grupo a la profundidad de la -
rompiente.

γ_s Peso específico de las partículas, en Kgf/m^3

γ Peso específico del agua de mar, en Kgf/m^3 .

Establecidos los métodos por aplicar, se elaboraron los programas de cómputo correspondientes, de los cuales se obtuvieron los resultados indicados en la tabla 5.1.2. Los tres métodos indicaron que el transporte litoral neto anual es de Este a Oeste y sus valores son los siguientes:

Método de Iarras: $Q_s = 333.7 \times 10^3$

Método de Cerc: $Q_s = 350.9 \times 10^3$

Método de Iwagaki
y Sawaragi: $Q_s = 15.24 \times 10^3$

De estos resultados, se observa que los métodos de Iarras y el de Cerc, generan valores más consistentes y reales que el otro método para este caso en especial, por lo que se consideró el valor del transporte litoral obtenido con esos criterios para el cálculo de las obras de protección del canal de navegación. Los resultados se muestran en el plano 5.1.1.

Para el control del transporte litoral se proponen dos escolleras con el fin de desaparecer la barra que se forma y así poder mantener una profundidad adecuada a la navegación en este lugar. A la construcción de las escolleras estaremos interrumpiendo el transporte que por muchos años se ha mantenido constante y por lo tanto estaremos cambiando la playa de este lugar.

Tomando en cuenta todas las características descritas en los temas anteriores se proponen cuatro alternativas diferentes para la rehabilitación del puerto de Frontera, Tabasco.

TABLA 5.1.1.
RESUMEN ANUAL DE PORCENTAJES DE OCURRENCIA DE OLEAJE CON DIFERENTES
RANGOS DE ALTURA Y TODAS LAS DIRECCIONES POSIBLES, EN LA ZONA DE --
FRONTERA, TABASCO.

PERIODOS (S).	4	6	7	8	10	12	
ALTURA DE DIRECCION OLA (H)	0.0 - 1.00	1.01 - 1.99	2.00 - 2.99	3.00 - 3.99	4.00 - 5.99	6.00 - 7.50	TOTAL
N 60° E(10°)	25.2	11.0	4.2	0.8			41.2
N 30° E(40°)	9.5	4.2	3.7	1.0	0.5		19.1
N (70°)	6.6	3.0	3.6	1.6	0.3		15.1
N 30° W(80°)	5.7	2.5	3.2	1.4	0.7	0.2	13.7
N 60° W(50°)	1.4	0.7	0.8	0.3			3.2
W (20°)	3.6	1.5	1.9	0.7			7.7
TOTAL	52.0	22.9	17.4	6.0	1.5	0.2	100.0
ACUMULADO	52.0	74.9	92.3	98.3	99.8	100.0	100.0

TABLA 5.1.2
 RESUMEN ANUAL DE TRANSPORTE LITORAL EN FRONTERA, APLICANDO LOS METODOS
 DE LARRAS, CERC, E IWAGAKI Y SAWARAGI.

PERIODOS (S)	4	6	7	8	10	12	TOTAL
ALTURA DE OLA (M)	0.0 - 1.00	1.01 - 1.99	2.00 - 2.99	3.00 - 3.99	4.00 - 5.99	6.0 - 7.5	
DIRECCION							
+ N 60° E	L=0.109x10 ⁶ C=0.281x10 ⁵ IS=0.48x10 ⁴	L=0.384x10 ⁶ C=0.107x10 ⁶ IS=0.318x10 ⁴	L=0.32x10 ⁶ C=0.0908x10 ⁶ IS=0.384x10 ⁴	L=0.126x10 ⁶ C=0.377x10 ⁵ IS=0.207x10 ⁴			L=939x10 ³ C=264x10 ³ IS=9.57x10 ³
+ N 30° E	L=0.857x10 ⁵ C=0.120x10 ⁵ IS=0.255x10 ⁴	L=0.306x10 ⁶ C=0.49x10 ⁵ IS=0.167x10 ⁴	L=0.574x10 ⁵ C=0.898x10 ⁴ IS=0.424x10 ⁴	L=0.358x10 ⁶ C=0.555x10 ⁴ IS=0.317x10 ⁴	L=0.450x10 ⁶ C=0.688x10 ⁵ IS=4.642x10 ⁴		L=1.77x10 ³ C=276x10 ³ IS=14.0x10 ³
+ N	L=0.122x10 ⁵ C=0.258x10 ³ IS=2.51	L=0.341x10 ⁵ C=0.575x10 ³ IS=7.35	L=0.814x10 ⁵ C=0.126x10 ⁴ IS=20.83	L=0.679x10 ⁵ C=0.101x10 ⁴ IS=19.68	L=0.366x10 ⁵ C=0.515x10 ³ IS=11.217		L=232x10 ³ C=3.62x10 ³ IS=61.6
N 30° W	L=0.256x10 ⁴ C=12.35 IS=0.076	L=0.572x10 ⁴ C=18.43 IS=0.12	L=0.144x10 ⁵ C=42.36 IS=0.35	L=0.109x10 ⁵ C=28.55 IS=0.295	L=0.148x10 ⁵ C=34.249 IS=0.3215	L=0.965x10 ⁴ C=20.52 IS=0.209	L=58.0x10 ³ C=156.46 IS=1.33
N 60° W	L=0.107x10 ⁵ C=0.115x10 ⁴ IS=22.19	L=0.371x10 ⁵ C=0.36x10 ⁴ IS=100.4	L=0.889x10 ⁵ C=0.838x10 ³ IS=0.319x10 ³	L=0.641x10 ⁵ C=0.596x10 ⁴ IS=0.274x10 ³			L=200.8x10 ³ C=44.51x10 ³ IS=715.6
W	L=0.267x10 ⁵ C=0.611x10 ⁴ IS=120.31	L=0.929x10 ⁵ C=0.191x10 ⁵ IS=544.1	L=0.268x10 ⁶ C=0.712x10 ⁵ IS=0.37x10 ⁴	L=0.193x10 ⁶ C=0.517x10 ⁵ IS=0.331x10 ⁴			L=580.3x10 ³ C=148.1x10 ³ IS=7.674x10 ³
TOTAL							
TRANSPORTE LITORAL							L=333.7x10 ³ C=350.9x10 ³ IS=15.24x10 ³

160

6. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN AL PROBLEMA DE LA BARRA.

6.1 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS

Considerando que el movimiento de cabotajes y el de embarcaciones pesqueras que harán uso de las instalaciones portuarias de Frontera, requerirán de profundidades de 7 a 8 metros para el acceso de la zona portuaria, y sólo de 3.50 metros en una primera etapa, a continuación se plantean las diferentes alternativas de obras que ayuden a mantener el canal permanente de navegación a dicha profundidad.

6.1.1 ESCOLLERAS CONVERGENTES CONSTRUIDAS ENTRE LA ISLA AZTECA Y LA MARGEN DERECHA DEL RIO GRIJALVA.

Este alineamiento de las escolleras se propone en forma convergente, con una separación de 800 m., hasta la batimétrica -4 m., en una primera etapa (ver plano 6.1.1), con el propósito de observar su comportamiento y con base en ello, decidir si se prolongan o si permanecen en su posición original. La alternativa presenta la ventaja de encauzar la corriente del río en su sentido natural de escurrimiento y además interrumpe la zona de bajos que se forma en la batimétrica -2, con la cual se pretende hacer un canal autodragable, ya que su longitud rebasa la zona crítica de sedimentación de la boca. Su desventaja consiste en que requiere una longitud considerable de escolleras de 4.3 km. y aproximadamente 5 km. de protección marginal lo cual conduce a un costo bastante considerable, sobre todo tomando en cuenta que no existen bancos de material cercanos. Como ya se indicó anteriormente, en la parte fluvial las profundidades promedio son de 10 metros, hasta la zona portuaria, las cuales se han mantenido durante un período de al menos 72 años.

6.1.2 ESCOLLERAS CONVERGENTES; UNA PROLONGANDO LA ACTUAL SOBRE-
LA MARGEN DERECHA DEL RIO Y LA OTRA, PARTIENDO DE LA ISLA
AZTECA, CON ALINEAMIENTO APROXIMADO DE 15° HACIA EL NORO-
ESTE (NW), EN RELACION AL ANTERIOR.

Esta disposición de las escolleras rompe la formación de la barra -
que normalmente se forma en la batimétrica -2 y encauza la corriente
del río Grijalva en forma menos eficiente que el arreglo anterior.
Aunque la longitud de escolleras es la misma, las obras de protec -
ción marginal con espigones son de menor magnitud a la propuesta en
el apartado 6.1.1 (ver plano 6.1.2).

6.1.3 DRAGADO Y REAPERTURA DEL CANAL LATERAL

Para esta alternativa se requiere dragar un canal de 185 metros de
ancho por 5 metros de profundidad por una longitud aproximada de -
3.2 km., lo que indica un volumen de 2' 072 000 m³, considerando
una profundidad promedio en el canal de 1.5 m. Esta alternativa re
quiere además de dos escolleras de 350 m de longitud cada una y --
dragado de mantenimiento frecuente, ya que la corriente por este -
canal no tendría características autdragables. Asimismo, como el
canal es relativamente estrecho, durante la época de Nortes, se en
cuentra más expuesto al peligro de azolvamiento total de la entra-
da. (Ver plano 6.1.3). Con objeto de reducir el costo inicial a
un mínimo, en una primera etapa se puede dragar un canal de 160.0
m. de ancho en la plantilla y 5 m. de profundidad con lo que el -
volumen por dragarse es de 1' 237 000 m³.

6.1.4 ACCESO POR CHILTEPEC EN EL RIO GONZALEZ Y DRAGADO DE UN CANAL DE COMUNICACIONES CON EL RIO GRIJALVA.

Se considera para esta alternativa que las embarcaciones tendrán acceso por Chiltepec y tendrán que hacer un recorrido de aproximadamente 27 km., por el río González hasta la Laguna Santa Anita, - Para comunicarse con el río Grijalva se requiere dragar un canal de 21 km. de longitud, si dicho canal tiene 60 m. de plantilla, taludes de 3:1 y 8 m. de profundidad para permitir el tráfico en ambos sentidos, el volumen de dragado resulta de $14' 112\ 000\ m^3$. por último, las embarcaciones deben recorrer 14 km. desde la zona de comunicación para arribar el puerto de Frontera, lo que da una distancia total de recorridode 62 km.

Para proteger el acceso del río en Chiltepec, se requiere de la construcción de dos escolleras de longitud aproximada de 679 m. -- cada una, que lleguen a una profundidad de 5 m. El volumen de dragado antes citado se obtuvo al suponer que la profundidad en todo el río González, desde la boca hasta la Laguna de Santa Anita es suficiente para permitir el libre tránsito de las embarcaciones -- que se tiene contemplado arriben a Frontera. (Ver plano 6.1.4).

6.2 DISEÑO DE OBRAS EXTERIORES.

Se describe en este punto el criterio para diseñar las obras de -- protección que se requieren para mantener un canal de navegación a 7 m., de profundidad, aunque en una primera etapa se llevará a la - 4 m. únicamente, tanto la alternativa 1 como la 3.

En capítulos anteriores se describió el régimen anual de oleaje - así como las características de los tres ciclones que han provocado más daños en la zona en estudio. Para el diseño de las escolleras no se puede considerar a priori el oleaje máximo en aguas profundas ya que dependiendo de la profundidad de desplante de las obras, las olas pueden romper antes y su altura será menor.

Para obtener la altura de diseño del oleaje se utilizó el criterio de altura rompiente propuesto por Goda. La información requerida - para aplicar este criterio es: el rango de períodos por analizar, la pendiente enfrente de la estructura y la profundidad de desplante de la obra; cuyos valores en el puerto de Frontera, son:

Períodos $T = 9.73, 8.6$ y 5.9 s.

Pendiente enfrente de la estructura: $1:50 = 0.02$

Profundidad de desplante de la estructura $d_s = 4$ m.

Primero se calcula el valor de d_s/gT^2 y se entra a la figura 7-4, pág. 7-9 (SPM. Vol. 11) para obtener H_b/d_s , de la cual se obtiene H_b , la altura máxima de ola rompiente a la que podría estar sujeta la obra. Entonces:

$$\frac{d_s}{gT^2} = \frac{4.0}{9.81 \times 9.73^2} = 0.043 \quad \frac{H_b}{d_s} = 1.01 \quad H_b = 4.04 \text{ m.}$$

$$\frac{d_s}{gT^2} = \frac{4.0}{9.81 \times 8.6^2} = 0.0055 \quad \frac{H_b}{d_s} = 1.00 \quad H_b = 4.00 \text{ m.}$$

$$\frac{d_s}{gT^2} = \frac{4.0}{9.81 \times 5.9^2} = 0.017 \quad \frac{H_b}{d_s} = 0.90 \quad H_b = 3.6 \text{ m.}$$

Como se puede apreciar en los valores calculados, a mayor período se tiene una mayor altura de ola rompiente.

6.2.1 PESO DE LOS ELEMENTOS DE LA CORAZA, CAPA SECUNDARIA Y NUCLEO

Conocido el oleaje que puede alcanzar a golpear contra las escolle ras, a continuación se procede a estimar el peso de los elementos de la coraza aplicando la fórmula de Hudson.

$$W = \frac{\gamma_s H^3}{K_D \frac{(\gamma_s - \gamma)^3}{\gamma} \text{Cot } \phi}$$

Donde:

W Peso de un elemento de la coraza, en kgf.

γ_s Peso específico de los elementos de la coraza en kgf/m³.

H Altura de la ola de diseño, en m.

K_D Coeficiente de estabilidad que varía con la forma de los elementos de la coraza, su talud y su número de capas.

ϕ Angulo del talud medido a partir de la horizontal, en grados.

Para seleccionar el tipo de elementos a utilizar en la coraza se debe de disponer información de los bancos de roca cercanos a la zona en estudio el volumen de cada uno, la densidad de la roca, así como los posibles caminos de acceso para llevarlos del origen a su destino final. En frontera, no existen bancos cercanos para

la explotación de roca que pudieran utilizarse para la construcción de las obras exteriores del puerto.

Sin embargo se puede aprovechar la experiencia adquirida en el puerto de Dos Bocas, ubicado a 60 km. aproximadamente al Oeste de Frontera, en el cual la coraza de las obras exteriores se formó con cubos modificados; por lo que se recomienda diseñar la obra de Frontera con dicha forma. Al considerar cubos modificados, K_D en el morro, con ola rompiente, vale 5.0

Si se acepta un talud de 1.5:1, es decir $\text{Cot } \theta = 1.5$ y densidad del concreto $\gamma_s = 2\,200 \text{ kgf/m}^3$, se obtiene:

$$W = \frac{2\,200 \times 4.04^3}{5 \times 1.2^3 \times 1.5} = 11\,193 \text{ kgf} = 11.2 \text{ ton.}$$

Si ahora el talud se supone de 1.75:1

$$W = 9.6 \text{ ton.}$$

Y si se construye con una pendiente de 2:1, se obtiene:

$$W = 8.4 \text{ ton.}$$

Si se utiliza un concreto con $2\,400 \text{ kgf/cm}^2$ de densidad, los pesos de los elementos, para los diferentes taludes, son:

$$\text{Para 1.5:1} \quad W = \frac{2\,400 \times 4.04^3}{5 \times 1.4^3 \times 1.5} = 7.7 \text{ ton.}$$

$$\text{Para 1.75:1} \quad W = 6.6 \text{ ton}$$

$$\text{Para 2:1} \quad W = 5.7 \text{ ton}$$

Quando se analiza la estabilidad de la coraza para la condición de ola no rompiente, la información disponible indica un valor de

$K_D = 5.0$, igual al considerado con ola rompiente: por tanto, el peso de los elementos de la coraza en el tronco de la estructura del lado expuesto al mar, será igual al peso de los elementos de la coraza en el morro; en tanto que los elementos de la coraza del lado del recinto interior en ambas escolleras, podrán tener un peso $W/2$. Esto implica un costo adicional por el cambio de cimbra para los elementos de menor peso y un ahorro en el volumen de concreto necesario.

Teniendo en cuenta las condiciones prevalencientes en la zona, se recomienda construir las escolleras con un talud de 2:1 y concreto con densidad de $2\,400\text{ kgf/m}^3$. Con ello en peso de los elementos de la coraza resulta de 5.7 ton. con cubos modificados.

Los elementos de la capa secundaria deben tener un peso que varía entre $W/5$ y $W/10$:

$$\frac{W}{5} = 1\,140\text{ kgf}$$

$$\frac{W}{10} = 570\text{ kgf.}$$

Y los pesos de los elementos del núcleo entre $W/100$ y $W/1000$

$$\frac{W}{100} = 57\text{ kgf.}$$

$$\frac{W}{1\,000} = 5.7\text{ kgf.}$$

A continuación se procede a calcular los espesores y anchos de corona de las tres diferentes partes que constituyen una escollera.

6.2.2 ANCHO DE LA CORONA

El ancho mínimo recomendable para la construcción de la corona de la coraza y de la capa secundaria, se calcula con la expresión:

$$B = nK_A \frac{W}{\gamma_s}^{1/3}$$

Donde:

n Número de elementos; el máximo recomendable es de 3.

K_A Coeficiente de capa

W Peso de un elemento en la coraza en kgf.

γ_s Peso específico del elemento, en kgf/m³.

Aplicando esta fórmula para la coraza y los elementos de la capa secundaria, se obtiene:

$$\text{CORAZA} \quad B = 3 \times 1.10 \left(\frac{5.700}{2.400} \right)^{0.333} = 4.40 \text{ m.}$$

$$\text{CAPA SECUNDARIA} \quad B = 3 \times 1.15 \left(\frac{1.140}{2.400} \right)^{0.333} = 2.70 \text{ m}$$

NUCLEO

$$B = 2.50 \text{ m.}$$

6.2.3 ESPESOR DE LA CORAZA Y DE LA CAPA SECUNDARIA Y NUMERO DE ELEMENTOS DE LA CORAZA.

El espesor E de la coraza o de la capa secundaria se determina, con la ecuación:

$$E = nK_A \left(\frac{W}{\gamma_s} \right)^{1/3}$$

El número de elementos en un área Δ del talud está dado por:

$$N = nK \left(\frac{1 - P}{100} \right) \left(\frac{\phi_s}{W} \right)^{2/3} A$$

Donde:

- N Número de elementos, generalmente igual a 2
- A Área de la capa; generalmente se escoge un área unitaria de 10 a 100 m².
- P Porosidad en porcentaje, se obtiene de la tabla 1.16*
- W Peso de los elementos que forman la coraza

Espesor de la coraza:

$$E = 2.0 \times 1.10 \left(\frac{5\,700}{2\,400} \right)^{0.333} = 2.93 \text{ m.}$$

Espesor de la capa secundaria:

$$E = 2 \times 1.15 \left(\frac{1\,140}{2\,400} \right)^{0.333} = 1.80 \text{ m.}$$

Número de elementos en un área A de 100 m² en la coraza es de:

$$N = 2 \times 1.10 \left(\frac{1 - 47}{100} \right) \left(\frac{2\,400}{5\,700} \right)^{0.666} (100)$$

$$N = 66 \text{ elementos por cada } 100 \text{ m}^2 \text{ de área de coraza.}$$

Una vez determinados los elementos de la geometría de las tres capas constitutivas de las escolleras, se procede a calcular las áreas respectivas y en función de la batimetría las cantidades de obra. En primera instancia, se calculan las áreas geométricas a diferentes profundidades y a continuación se afectan por el porcentaje de porosidad correspondientes al núcleo, capa secundaria y coraza.

* FUENTE: MANUAL DE DISEÑO DE OBRAS CIVILES DE LA C.F.E. HIDROTECNIA, HIDRAULICA MARITIMA, PAG. 2.13.169

Las porosidades consideradas son las siguiente: Núcleo; 25%. Capa secundaria 40% y Cubos modificados: 47%

PROFUNDIDAD	A R E A S E N M ²		
	NUCLEO	CAPA SECUND.	CORAZA
0.00	6.18	13.46	28.62
- 1.00	9.75	15.68	44.12
- 2.00	19.12	20.12	51.38
- 3.00	31.50	24.56	58.65
- 4.00	46.87	29.00	65.91
- 5.00	65.25	33.44	73.17

De acuerdo con la configuración de la costa mostrada en el plano 6.2.3.1 se obtienen las siguientes cantidades de obra.

CONCEPTO	PESO EN Kg	V O L U M E N E N M ³			
		ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3	ALTERNATIVA 4.
NUCLEO (ROCA)	5.7 a 57	162,148.00	89,817.00	19,268.00	47,858.1
CAPA SEC.(ROCA)	570 a 1140	134,728.00	82,156.00	14,861.00	31,423.00
CORAZA	5 700	59,668.00	53,805.00	9,702.00	18,573.00

6.2.4 COSTOS POR COLOCACION DE LOS ELEMENTOS.

Se estimarán los costos por colocación de los diferentes elementos en las escolleras de Frontera, Tab., con base en los vigentes para la construcción de los rompeolas de Dos Bocas, Tabasco.

Tabla 6.2.4 COSTOS DE CONSTRUCCIÓN.

CONCEPTO	COSTO POR TONELADA.
Núcleo (5.7 a 57.0 kgf)	\$ 1,461.89
Capa Secundaria (570 a - 1 140 kgf).	\$ 1,604.73
Coraza (Cubos de 5.7 ton.)	\$ 21,620.03/pieza.

Así mismo se estimó que el costo de dragado en la zona, es de ---
\$ 646.60/ m³, de acuerdo con los precios unitarios establecidos por
el Departamento de Precios Unitarios de la Dirección de Administraci
ón de la S.C.T.

Con esta información, se procede a estimar el costo de las cuatro al
ternativas consideradas para solucionar el problema del puerto de ---
Frontera, a saber:

TABLA 6.2.4.1

ALTERNATIVA	COSTO TOTAL ESTIMADO EN MILLONES DE PESOS
1	2 377
2	1 794
3	334.6 + 1 339 (1ra. Etapa, 1 133.8) + costos de dragado de mantenimiento.
4	590.4 + 9 123 = 9 813.4 + costos de dragado de mantenimiento.

Para las alternativas 3 y 4, el primer sumando es el costo de construcción de las escolleras y el segundo, es el costo del dragado -- necesario para tener un canal de navegación de 4 y 5 m. de profundidad respectivamente.

Como se puede apreciar en la tabla 6.2.4.1 las alternativas de menor costo son las 2 y 3, la alternativa 4 es la más costosa de todas -- en tanto que la inversión inicial como de mantenimiento, ya que el -- canal de navegación es muy largo (62 km.), la alternativa 1 es --- 32.5% mayor que la alternativa 2, sin embargo se considera la más -- recomendable, ya que canaliza la corriente del río en la zona crítica de depositación y muy posiblemente sea la más favorable para lograr un canal autdragable por ello que en el siguiente punto se procederá a realizar su evaluación y diseño óptimo, como parte del análisis de justificación económica.

Como la primera etapa de la alternativa 3 cuenta inicialmente -----
1 133 772 000. 00 pesos, es decir el 47.7% del costo de la alternativa 1, que
es la que se considera como más adecuada para una solución definitiva para un
puerto de gran calado (profundidad) en Frontera, se considera que esta alternat
tiva 3 puede ser de interés.

6.3 EVALUACION DE LA ALTERNATIVA MAS ADECUADA.

En este punto se resumen las características del conjunto de obras que se considera resuelve el problema de la formación de una barra en la boca del río Grijalva, para rehabilitar el puerto de Frontera e integrarlo al sistema de transporte nacional.

Como ya se mencionó en el punto referente a los costos, la alternativa seleccionada es la construcción de dos escolleras convergentes con una longitud total de 4 305 m., orientadas de tal manera que canalizan la corriente del río para formar un canal autodragable con una profundidad de desplante a 4 m., con respecto al N.B.M. Las cantidades de obra necesaria para lograr lo anterior son: - - - 162 148 m³ de piedra con peso de 5.7 a 57 kgf para el núcleo, - - - 134 728 m³ de roca con peso de 570 a 1 140 kgf para la capa secundaria y 59 668 cubos de 5.7 toneladas de peso, para la cual se requiere una inversión de 2 377 millones de pesos para la primera etapa; la vista en planta, perfiles y cortes correspondientes, se muestran en el plano 6.1.1

6.3.1 EVALUACION DE LA ALTERNATIVA CON MENOR COSTO INICIAL.

Todos los conceptos analizados para la alternativa 1 se pueden utilizar igualmente para analizar la alternativa 3. Esta alternativa, a principios de Abril de 1985 tiene un costo de 1 673.6 millones de pesos, mientras que el costo de la primera etapa, con canal de 100 m. de ancho, cuesta 1 133.8 millones. Ambos costos no incluyen los dragados de mantenimiento.

Como parte de la justificación económica, a continuación se procederá a realizar el diseño óptimo de las obras, de la alternativa 1 presentándolo en los siguientes subincisos, a saber:

a) Estimación de daños.

Cuando se presenta un oleaje mayor al considerado en el cálculo del peso de los elementos de la coraza, estos pueden ser removidos y producir con ello un daño a la escollera. Como esta remoción no es simultánea en todos los elementos de la coraza, la falla no es repentina y total, por lo cual se pueden diseñar escolleras con elementos de menor peso, aceptando de antemano que existirá un determinado daño.

a.1) Porcentaje de daños.

Podemos estimar el daño que sufre una escollera a partir de los resultados de pruebas de laboratorio, como se muestran en la tabla 6.5.1, tomada del manual de C.F.E., en la cual se aprecia que al obtener el cociente entre una altura de ola significativa mayor a la de diseño y la altura de ola de diseño el excedente a la unidad corresponde aproximadamente, al porcentaje de daño que sufriría la coraza en caso de la ocurrencia de tal evento, es decir:

$$d = \frac{H}{H_d} - 1 \quad 6.5.1$$

Para $H_d \leq H$

Siendo:

H La altura de ola significativa que ocurriría con cierto período de retorno.

H_d La altura de ola de diseño.

d Daño máximo, en porciento que sufriría la coraza.

Se supone que el colapso total de la escollera ocurre para la altura significativa del oleaje que provoque un daño mayor al 50%. Es decir, que para cada diseño específico, deberán ensayarse en modelo a escala las diferentes alturas de ola que permitan cuantificar los daños y trazar la gráfica correspondiente.

a.2) Costo de daños.

EL costo de daños que sufre la escollera cuando ocurre un oleaje mayor al considerado en el diseño, se puede evaluar a partir del porcentaje de daño dado por la ecuación 6.5.1 En este caso, se contemplan dos condiciones diferentes: El costo para daños en la coraza menores al 50% y el costo por colapso total, definidos por las siguientes expresiones:

$$C_R = \begin{cases} \frac{C_c}{2} d & \text{para } H_d \leq H \leq 1.5 H_d \\ C_E + C_S & \text{para } H > 1.5 H_d \end{cases} \quad 6.5.1A$$

TABLA 6.5.1 $H/H_d = 0$ Y K_d COMO FUNCION DEL DAÑO EN LA CORAZA Y DEL TIPO DE ELEMENTOS QUE LA FORMAN

U N I D A D		D A Ñ O (d) E N P O R C I E N T O						
		0 a 5	5 a 10	10 a 15	15 a 20	20 a 30	30 a 40	40 a 50
Piedra	$H/H_d = 0$	1.00	1.08	1.14	1.20	1.29	1.41	1.54
Lisa	K_d	2.4	3.0	3.6	4.1	5.1	6.7	8.7
Piedra	$H/H_d = 0$	1.00	1.08	1.19	1.27	1.37	1.47	1.56
Rugosa	K_d	4.0	4.9	6.6	8.0	10.0	12.4	15.0
Tetrápodo	$H/H_d = 0$	1.00	1.09	1.17	1.24	1.32	1.41	1.50
Quadrípodo	K_d	8.3	10.8	13.4	15.9	19.2	23.4	27.8
Tribar	$H/H_d = 0$	1.00	1.11	1.25	1.36	1.50	1.59	1.64
	K_d	10.4	14.2	19.4	26.2	35.2	41.8	45.9

Donde:

- C_R Costo de daños.
- C_C Costo de la coraza de la escollera (dividida entre dos porque se considera solamente el lado sometido al oleaje).
- C_E Costo de la escollera
- C_S Costo causado por la suspensión del funcionamiento de la escollera.

Los costos C_E y C_C dependen de la altura de ola significativa de diseño H_d.

b) Costos

Por colocación de los diferentes elementos en las escolleras de Frontera, Tab., los costos se estimaron con base en los vigentes para la construcción de los rompeolas de Dos Bocas, Tabasco.

CONCEPTO	COSTO POR TONELADA
Núcleo. (Roca)	\$ 1,461.89/Ton.
Capa Secundaria (Roca)	\$ 1,604.73/Ton.
Coraza (Cubos de 5.7 Ton.)	\$ 21,620.03/Pza.

b.1) Estimación del costo de la coraza

Para estimar el costo de la coraza, se considera lo siguiente:

- Los elementos de la coraza son cubos modificados.
- El peso específico del material de los cubos es de 2.4 Ton/m³
- EL número de cubos se calculó considerando un 47% de vacíos

colocados al azar, dos capas, un coeficiente de capa de 1.10 y talud de 2:1.

- La profundidad de desplante es de 4m., condiciones de oleaje rompiente. De estas consideraciones, se tiene:

$$W = 0.08746 H_d^3 \quad (\text{Ton}) \quad 6.5.2$$

$$H = \frac{36,194.59}{H_d^2} \quad 6.5.3$$

$$C_c = 3.1931 H_d \quad (\text{millones de pesos}) \quad 6.5.4$$

b.2) Estimación del costo del resto de la escollera, para lo cual se supone lo siguiente:

- La profundidad de desplante es de 4m.
- El peso específico de la piedra es de 2.4 Ton/m³.
- colocación al azar con 40% de la capa secundaria y 25% para el núcleo de lo cual se obtiene:

$$C_1 = 1.408 H_d \quad 6.5.5$$

$$C_{11} = 1.284 H_d \quad 6.5.6$$

Siendo C_1 y C_{11} los costos en millones de pesos por cada 100m., de núcleo y capa secundaria respectivamente. El costo en millones de pesos por cada 100m., de longitud de escollera, se obtiene al sumar las ecuaciones 6.5.4, 6.5.5 y 6.5.6.

$$C_E = 3.1931 H_d + 1.408 H_d + 1.284 H_d = 5.8851 H_d \quad 6.5.7$$

En la tabla 6.5.2 se muestran los costos para varias alturas significantes de diseño.

b.3) Costo esperado de daños.

Como el oleaje significativo H está asociado a una probabilidad de excedencia, P_m , el costo de daño está relacionado a esta probabilidad, por lo que se pueden estimar los costos de daños para diferentes valores de P_m y trazar una curva de costos de daños contra probabilidades. El área bajo la curva trazada corresponde a la esperanza o valor esperado del costo de daños en cualquier año de la vida útil de la obra; a este costo se le denomina costo esperado de daños C_R . Por esto es importante conocer la altura de ola significativa H en función de la probabilidad de excedencia o el período de retorno.

Para Frontera, a continuación se estima el costo esperado daños - en un año que tendrían en una escollera si se diseña para una altura de ola de 4 m., Los costos de la coraza y de toda la escollera están definidos por las ecuaciones 6.5.4 y 6.5.7 y además, el costo por suspender el servicio de la escollera es $\$ 35 \times 10^6$ por cada 100 m. de estructura.

Los costos de la coraza y la escollera para la altura de ola de diseño $H_d = 4$ m., son: $\$ 12.9 \times 10^6/100$ m. y $\$ 23.775 \times 10^6/100$ m. respectivamente (ver tabla 6.5.2). Para la probabilidad de excedencia P_m se obtiene de la tabla 4.4.6. La altura de la ola significativa H que incidiría en la escollera. (ver figura 6.5.1A).

Con la altura de ola H obtenida anteriormente y la altura de ola

de diseño $H_d = 4$ m., se estima el porcentaje de daño de la coraza que causa el oleaje de altura significativa H , por medio de la ecuación 6.5.1. (ver tabla 6.5.3.).

Se calcula el costo de daño mediante la ecuación 6.5.1A

Se traza en un sistema de ejes cartesianos el punto de coordenadas (P_m , C_R) siendo las abscisas los valores de la probabilidad P_m y las ordenadas los costos de daños.

TABLA 6.5.2 CARACTERISTICAS DE LOS ELEMENTOS DE LA ESCOLLERA Y COSTOS EN FUNCION DE LA ALTURA DE DISEÑO.

ALTURA DE OLA DE DISEÑO, EN M.	PESO DE LOS ELEMENTOS - DE LA CORAZA.	NUMERO DE ELEMENTOS - DE LA CORAZA EN 100 M DE LONGITUD DE ESTRUCTURA.	COSTO DE LA CORAZA *	COSTO DE LA CAPA SECUNDARIA *	COSTO DEL NUCLEO. *	COSTO TOTAL *
3.0	2.4	4 250.51	22.974	3.85	4.220	31.084
4.0	5.7	2 217.58	12.9	5.187	5.688	23.775
5.0	10.93	1 447.78	15.965	6.420	7.04	29.425
6.0	10.89	1 005.40	19.158	7.704	8.448	35.310
7.0	30.00	738.66	22.35	8.988	9.856	41.194

* Todos los costos en millones de pesos por 100 metros de escollera.

Si se desea considerar otra probabilidad de excedencia, iniciar los cálculos a partir del valor de P_m y del valor correspondiente a H ; de otra manera, -- continuar con lo siguiente.

Para los diferentes valores de P_m y C_R , se unen definiendo una curva. El área bajo la curva corresponde al costo esperado de daño de la escollera diseñada para la altura de ola $H_d = 4$ m.

En la tabla 6.5.3 se muestran la probabilidad considerada y los valores calculados al aplicar la metodología antes descrita.

Tabla 6.5.3 COSTOS DE DAÑOS CONTRA PROBABILIDADES ($H_d = 4$ m.).

PERIODO DE RETORNO, EN AÑOS.	PROBABILIDAD	ALTURA DE LA OLA, EN (m)	DAÑO EN (%)	COSTO DE DAÑO, EN MILLONES DE PESOS POR CADA 100 M. DE ESTRUCTURA.
4.2	0.2381	7	35	2.257
2.4	0.41667	6	35	2.257
2.2	0.4545	5.8	35	2.257
1.4	0.7142	5.4	35	2.257
1.1	0.9090	5.2	30	1.935
0.98	1.020	5.0	25	1.612
0.92	1.0625	4.8	20	1.290
0.9025	1.108	4.6	15	0.967
0.8236	1.2142	4.2	5	0.322
0.7451	1.3425	3.8	0	0.00
0.7062	1.416	3.6	0	0.00

Por lo tanto, el costo esperado de daños de la escollera diseñada para una altura de ola significativa de 4 m., es igual al área bajo la curva $H_d = 4$ m. de la figura 6.5.1A, es decir $C_R =$ -----
 ___ \$ 3.114×10^6 / año.

Aplicando el mismo método para las otras alturas de ola significantes de diseño, se obtiene los resultados incluidos en la tabla ---
 6.5.4 y las curvas para otros valores de H_d en la figura 6.5.1A

TABLA 6.5.4 COSTOS ESPERADOS DE DAÑO PARA DIFERENTES ALTURAS DE OLA DE -
 DISEÑO.

ALTURA DE OLA DE DISEÑO EN m.	COSTO ESPERADO DE DAÑOS, EN \$ 10^6 / AÑO.
3.0	5.673
4.0	3.114
4.6	2.634
5.0	2.363
5.5	1.830
6.0	1.216
6.5	1.207
7.0	0.527

Observése de que a medida que se diseña para alturas de ola mayores los costos esperados de daños disminuyen.

b.4) Costo total anual de la escollera.

Este costo es igual a la suma del costo de construcción de la escollera más el costo esperado de daños, obtenido: (ver tabla 6.5.5).

TABLA 6.5.5 ALTURAS DE OLA DE DISEÑO CONTRA COSTO TOTAL POR CADA 100 M. DE ESCOLLERA.

PERIODO DE RETORNO (AÑOS)	ALTURA DE OLA DE DISEÑO, EN (M)	COSTO ESPERADO DE DAÑOS C_R , \$ 10 ⁶	COSTO DE CONSTRUCCION DE LA ESCOLLERA EN \$ 10 ⁶	COSTO TOTAL EN \$ 10 ⁶
0.6	3.0	5.673	31.048	36.721
0.785	4.0	3.114	23.775	26.889
0.9025	4.6	2.634	27.071	29.705
0.98	5.0	2.363	29.425	31.788
1.56	5.5	1.830	32.368	34.198
2.4	6.0	1.216	35.31	36.526
3.19	6.5	1.207	38.253	39.460
4.2	7.0	0.527	41.195	41.722

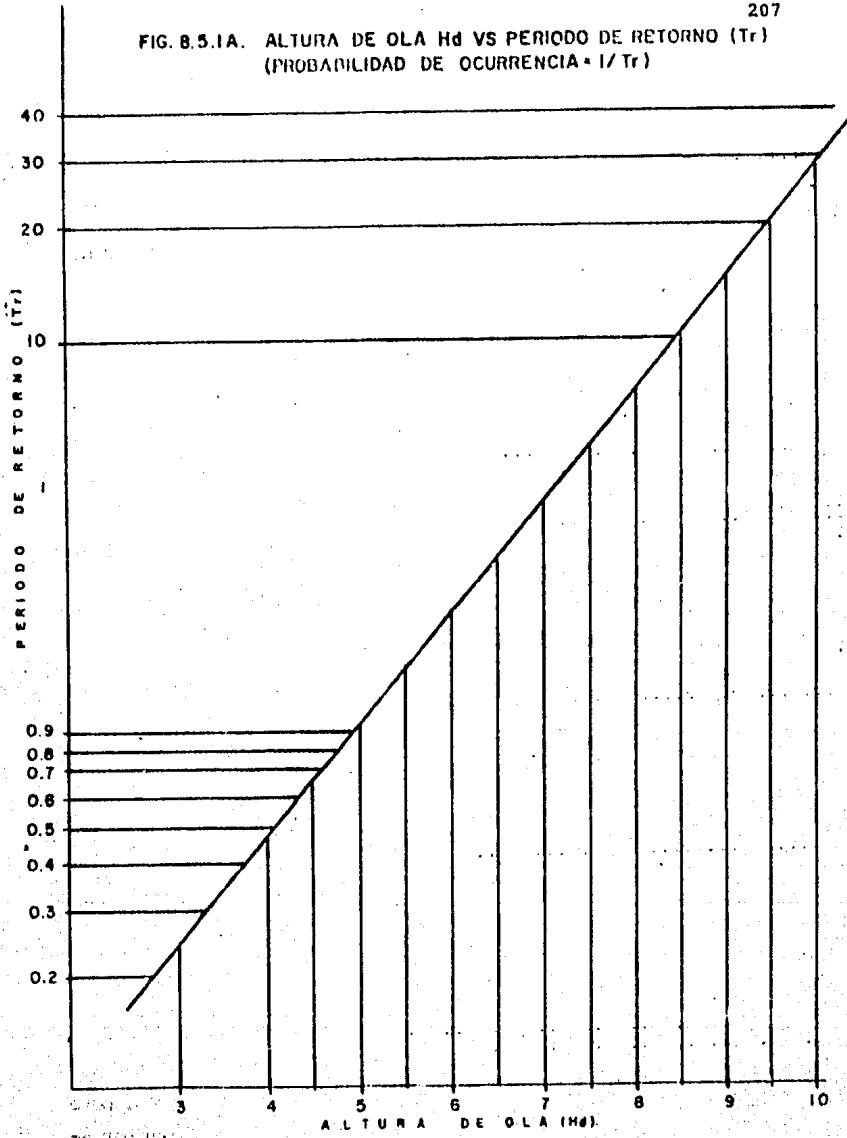
De acuerdo con la curva de costo total, el punto mínimo de costo en la figura 6.4.1 es el correspondiente a la altura de ola de diseño de 4 m., aunque también la altura de ola de 4.6 m., está dentro de un rango de competencia, requiriéndose una inversión inicial mayor para la construcción de las escolleras y un costo de daños menor para esta última.

Concluyendo se puede decir que si se utiliza una altura de ola de diseño de 4 m., (período de retorno menor al año) el costo total de la construcción es el más reducido.

Por otra parte, es recomendable llevar a cabo un estudio detallado mecánica de suelos en la zona de construcción propuesta para saber si es factible que el terreno resista las cargas a que va a estar sometido.

do por efecto de las escolleras, ya que en este estudio se está dando por sentado que las condiciones geotécnicas del terreno son suficientes para soportar la construcción de las obras analizadas

FIG. 8.5.1A. ALTURA DE OLA H_d VS PERIODO DE RETORNO (T_r)
(PROBABILIDAD DE OCURENCIA = $1/T_r$)



En relación a las consideraciones sobre el gasto formativo tenemos las siguientes conclusiones:

- El gasto formativo teórico es prácticamente igual que el gasto máximo anual que pasa por el tramo en estudio con un período de retorno de 1.4 años.
- Puesto que el gasto formativo es semejante al real el tramo está en equilibrio.
- Las fuentes de sedimento para alimentar el tramo y tender a azolvarlo son dos:

Primero.- Las corrientes litorales que depositan la arena en la barra frente a la desembocadura. Este material, por la acción de las mareas y corrientes de densidad puede ser transportado de la barra hacia aguas arriba.

Segundo.- Relacionado con el material transportado por los ríos Grijalva hasta su confluencia, Este último material es en promedio, más fino que el material de primera fuente y gran parte del mismo es transportado en suspensión. Además, los ríos como los mencionados transportan muy poco material por el fondo durante la época de estiaje y por tanto casi todo el sedimento transportado en esa época va en suspensión. Durante la época de avenidas aumenta la capacidad de transporte en el fondo. pero mucho de él también es puesto en suspensión por tratarse de un material de pequeño diámetro.

Por lo anterior se considera que el mar es una fuente más segura de sedimentos para azolvar el tramo en cuestión que los propios ríos.

- Al observar las secciones transversales levantadas se corrobora la tendencia de sedimentación cerca de la desembocadura, ya que las profundidades aumentan del mar hacia aguas arriba; de 3.14 m., en la boca a 3.26 aguas abajo de la isla, 4.51 m., aguas arriba de ella y por último a 5.65 m., frente al atracadero de Frontera. Lo mismo ocurre con las profundidades máximas las que alcanzan respectivamente los siguientes valores: 5.00 m., 6.00 m., 9.00 m., y 9.00 m.
- Para mantener un canal de navegación más profundo en el tramo en estudio se puede elegir uno de los dos procedimientos que se describen a continuación o la combinación de ambos.
- El más económico consiste en la construcción de escolleras en la desembocadura y en dragar al río. Se ha indicado que es el más económico, ya que las escolleras deben construirse para impedir la formación de la barra y por tanto su costo no debe cargarse al proyecto de navegabilidad del tramo de río entre Frontera y la boca, sino sólo a la navegabilidad de la barra.
 Con la construcción de escolleras que alcancen la profundidad de 4 m. o mayor, se impide la entrada del sedimento playero transportado por las corrientes litorales y por tanto dejará de existir, o se reducirá, la fuente de sedimentos más importante que sirve para azolver el tramo de río en estudio. Dicho tramo se podrá azolver con sedimentos provenientes de aguas arriba y transportados por ríos. Pero como el volumen de material es mucho menor, los dragados que sean necesarios se harán a intervalos mucho mayores que los actuales.
- Un segundo procedimiento para garantizar profundidades adecuadas en el río, sobre todo si son mayores que las profundidades actuales, consiste en construir espigones en la margen izquierda para reducir el ancho del río, y simultáneamente proteger la margen derecha actual con un muro formado con tablestaca, que impida la erosión lateral de esa margen. El ancho efectivo del río debe - - -

rá reducirse en función de la profundidad deseada.

- Si el calado de los barcos que se desee que entren a Frontera requiere de profundidades iguales o menores que 5 m. no se requiere construir ninguna obra en el río, -- sino únicamente las escolleras para formar y conservar el canal de navegación en el sitio de la barra. Si la profundidad deseada es de 6 m., sólo requiere un dragado cercano a la boca. Al construirse las escolleras es muy probable que no se requiera dragado posterior. Para mayores profundidades conviene construir espigones que apenas sobresalban del agua en estiaje. Todos -- ellos serán construídos sobre la margen izquierda.

De acuerdo con las condiciones oceanográficas, meteorológicas, hidrológicas y climáticas prevalecientes en la región en estudio para rehabilitar el puerto de Frontera, -- se concluye lo siguiente:

- Los planos batimétricos del estuario indican que el -- río Grijalva presenta características autdragables en la región alledaña a la margen derecha, principalmente por ser un delta predominantemente fluvial cuya zona crítica de depósito de materiales es la zona inmediata a la boca extendiéndose una longitud aproximada de 2 km., mar adentro.

- Los planos de refracción del oleaje indican que la zona costera tiene una pendiente muy baja, por lo que se tiene un amortiguamiento importante de la energía del oleaje y por lo tanto una capacidad baja para transportar el material litoral.
- La dirección neta del transporte litoral es de Este a Oeste ya que la incidencia anual del oleaje ocurre en ese sentido en mayor porcentaje en relación a la dirección opuesta.
- La variación de los niveles del agua por efecto de las mareas astronómicas, es muy reducido, aunque tiene capacidad para transportar material en suspensión durante la pleamar por efecto de las corrientes de densidad como se vió en el apartado correspondiente.
- Por todo lo anterior, la solución propuesta es la construcción de dos escolleras convergentes con longitud de 4.3 Km., alineadas de tal manera que canalizan la corriente del río formando un canal autodragable, rompiendo la continuidad en la formación de la barra. Cuando se desee incrementar el calado de los barcos que lleguen al puerto de Frontera las escolleras propuestas en primera etapa deberán prolongarse, con sus ejes paralelos.
- Tomando en cuenta las condiciones geotécnicas prevalecientes en el puerto de Dos Bocas, ubicado a 60 Km., aproximadamente hacia el Noroeste de Frontera, se consideró una obra construída de enrocamiento y elementos artificiales.

Considerando las conclusiones precedentes, se recomienda lo subsecuente:

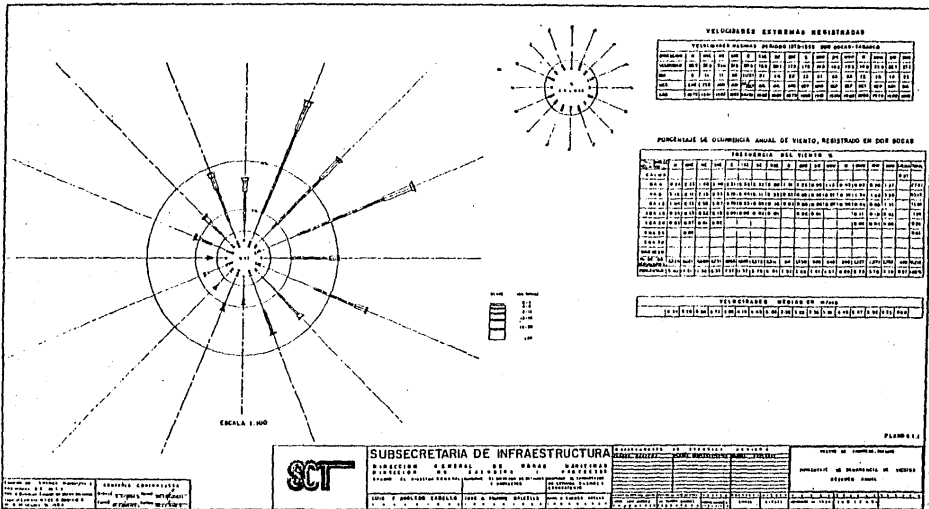
- Realizar los estudios de geotécnica y de mecánica de suelos de detalle para verificar y/o modificar las condiciones prevaletientes en la zona de estudio.
- Verificar mediante ensayos en modelos a escala, el porcentaje de daños para las diferentes alturas de ola de diseño consideradas en este estudio, así como verificar y/o modificar el alineamiento propuesto de las escolleras para lograr un canal autodragable y que al mismo tiempo impida la formación de bajos en la zona dañada al canal de navegación.

Ante la posibilidad de no disponer de fondos para construir la alternativa N° 1 que se considera como la más adecuada, se recomienda construir la alternativa N° 3 y de ésta sólo la primera etapa. Con Dragados.

- Es conveniente realizar un estudio de factibilidad de dragado, ya que se podría pensar en otra solución sin realizar obras muy costosas.
- Asimismo realizar trabajos de Ingeniería en el sitio de la obra como construir una serie de pilotes y ver como se comportan las arenas, o construir un tablestacado para retener el transporte litoral.
- Para las arenas provenientes del río se podría hacer una serie de zanjas y así retener el material depositado.

- Consultar con las autoridades estatales la posibilidad de un estudio financiero para ver si es factible la construcción de las obras propuestas.

- El Gobierno Federal tenía contemplado la construcción de 10 grandes puentes, dentro del cual estaba incluido el de Frontera que se terminó en el año de 1985, con lo que para el año de 1986 ya no son usadas las pangas para el transporte de pasajeros en todo el Estado.



VELOCIDADES EXTREMAS REGISTRADAS

Período	Períodos de 15 días consecutivos															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1980-1981	10	12	15	18	20	22	25	28	30	32	35	38	40	42	45	
1981-1982	11	14	17	20	23	26	29	31	34	37	39	41	43	46	48	
1982-1983	12	15	18	21	24	27	30	33	35	38	40	42	44	47	50	
1983-1984	13	16	19	22	25	28	31	34	37	39	41	43	45	48	51	
1984-1985	14	17	20	23	26	29	32	35	38	40	42	44	46	49	52	
1985-1986	15	18	21	24	27	30	33	36	39	41	43	45	47	50	53	
1986-1987	16	19	22	25	28	31	34	37	40	42	44	46	48	51	54	
1987-1988	17	20	23	26	29	32	35	38	41	43	45	47	49	52	55	
1988-1989	18	21	24	27	30	33	36	39	42	44	46	48	50	53	56	
1989-1990	19	22	25	28	31	34	37	40	43	45	47	49	51	54	57	
1990-1991	20	23	26	29	32	35	38	41	44	46	48	50	52	55	58	
1991-1992	21	24	27	30	33	36	39	42	45	47	49	51	53	56	59	
1992-1993	22	25	28	31	34	37	40	43	46	48	50	52	54	57	60	
1993-1994	23	26	29	32	35	38	41	44	47	49	51	53	55	58	61	
1994-1995	24	27	30	33	36	39	42	45	48	50	52	54	56	59	62	
1995-1996	25	28	31	34	37	40	43	46	49	51	53	55	57	60	63	
1996-1997	26	29	32	35	38	41	44	47	50	52	54	56	58	61	64	
1997-1998	27	30	33	36	39	42	45	48	51	53	55	57	59	62	65	
1998-1999	28	31	34	37	40	43	46	49	52	54	56	58	60	63	66	
1999-2000	29	32	35	38	41	44	47	50	53	55	57	59	61	64	67	
2000-2001	30	33	36	39	42	45	48	51	54	56	58	60	62	65	68	
2001-2002	31	34	37	40	43	46	49	52	55	57	59	61	63	66	69	
2002-2003	32	35	38	41	44	47	50	53	56	58	60	62	64	67	70	
2003-2004	33	36	39	42	45	48	51	54	57	59	61	63	65	68	71	
2004-2005	34	37	40	43	46	49	52	55	58	60	62	64	66	69	72	
2005-2006	35	38	41	44	47	50	53	56	59	61	63	65	67	70	73	
2006-2007	36	39	42	45	48	51	54	57	60	62	64	66	68	71	74	
2007-2008	37	40	43	46	49	52	55	58	61	63	65	67	69	72	75	
2008-2009	38	41	44	47	50	53	56	59	62	64	66	68	70	73	76	
2009-2010	39	42	45	48	51	54	57	60	63	65	67	69	71	74	77	
2010-2011	40	43	46	49	52	55	58	61	64	66	68	70	72	75	78	
2011-2012	41	44	47	50	53	56	59	62	65	67	69	71	73	76	79	
2012-2013	42	45	48	51	54	57	60	63	66	68	70	72	74	77	80	
2013-2014	43	46	49	52	55	58	61	64	67	69	71	73	75	78	81	
2014-2015	44	47	50	53	56	59	62	65	68	70	72	74	76	79	82	
2015-2016	45	48	51	54	57	60	63	66	69	71	73	75	77	80	83	
2016-2017	46	49	52	55	58	61	64	67	70	72	74	76	78	81	84	
2017-2018	47	50	53	56	59	62	65	68	71	73	75	77	79	82	85	
2018-2019	48	51	54	57	60	63	66	69	72	74	76	78	80	83	86	
2019-2020	49	52	55	58	61	64	67	70	73	75	77	79	81	84	87	
2020-2021	50	53	56	59	62	65	68	71	74	76	78	80	82	85	88	

PUNTALES DE QUINCENARIA ANUAL DE VIENTO, REGISTRADO EN DOS BOCAS

Período	Períodos de 15 días consecutivos															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1980-1981	10	12	15	18	20	22	25	28	30	32	35	38	40	42	45	
1981-1982	11	14	17	20	23	26	29	31	34	37	39	41	43	46	48	
1982-1983	12	15	18	21	24	27	30	33	35	38	40	42	44	47	50	
1983-1984	13	16	19	22	25	28	31	34	37	39	41	43	45	48	51	
1984-1985	14	17	20	23	26	29	32	35	38	40	42	44	46	49	52	
1985-1986	15	18	21	24	27	30	33	36	39	41	43	45	47	50	53	
1986-1987	16	19	22	25	28	31	34	37	40	42	44	46	48	51	54	
1987-1988	17	20	23	26	29	32	35	38	41	43	45	47	49	52	55	
1988-1989	18	21	24	27	30	33	36	39	42	44	46	48	50	53	56	
1989-1990	19	22	25	28	31	34	37	40	43	45	47	49	51	54	57	
1990-1991	20	23	26	29	32	35	38	41	44	46	48	50	52	55	58	
1991-1992	21	24	27	30	33	36	39	42	45	47	49	51	53	56	59	
1992-1993	22	25	28	31	34	37	40	43	46	48	50	52	54	57	60	
1993-1994	23	26	29	32	35	38	41	44	47	49	51	53	55	58	61	
1994-1995	24	27	30	33	36	39	42	45	48	50	52	54	56	59	62	
1995-1996	25	28	31	34	37	40	43	46	49	51	53	55	57	60	63	
1996-1997	26	29	32	35	38	41	44	47	50	52	54	56	58	61	64	
1997-1998	27	30	33	36	39	42	45	48	51	53	55	57	59	62	65	
1998-1999	28	31	34	37	40	43	46	49	52	54	56	58	60	63	66	
1999-2000	29	32	35	38	41	44	47	50	53	55	57	59	61	64	67	
2000-2001	30	33	36	39	42	45	48	51	54	56	58	60	62	65	68	
2001-2002	31	34	37	40	43	46	49	52	55	57	59	61	63	66	69	
2002-2003	32	35	38	41	44	47	50	53	56	58	60	62	64	67	70	
2003-2004	33	36	39	42	45	48	51	54	57	59	61	63	65	68	71	
2004-2005	34	37	40	43	46	49	52	55	58	60	62	64	66	69	72	
2005-2006	35	38	41	44	47	50	53	56	59	61	63	65	67	70	73	
2006-2007	36	39	42	45	48	51	54	57	60	62	64	66	68	71	74	
2007-2008	37	40	43	46	49	52	55	58	61	63	65	67	69	72	75	
2008-2009	38	41	44	47	50	53	56	59	62	64	66	68	70	73	76	
2009-2010	39	42	45	48	51	54	57	60	63	65	67	69	71	74	77	
2010-2011	40	43	46	49	52	55	58	61	64	66	68	70	72	75	78	
2011-2012	41	44	47	50	53	56	59	62	65	67	69	71	73	76	79	
2012-2013	42	45	48	51	54	57	60	63	66	68	70	72	74	77	80	
2013-2014	43	46	49	52	55	58	61	64	67	69	71	73	75	78	81	
2014-2015	44	47	50	53	56	59	62	65	68	70	72	74	76	79	82	
2015-2016	45	48	51	54	57	60	63	66	69	71	73	75	77	80	83	
2016-2017	46	49	52	55	58	61	64	67	70	72	74	76	78	81	84	
2017-2018	47	50	53	56	59	62	65	68	71	73	75	77	79	82	85	
2018-2019	48	51	54	57	60	63	66	69	72	74	76	78	80	83	86	
2019-2020	49	52	55	58	61	64	67	70	73	75	77	79	81	84	87	
2020-2021	50	53	56	59	62	65	68	71	74	76	78	80	82	85	88	

VELOCIDADES MÁXIMAS EN CADA

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

SCT SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA

SECRETARÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y VIVIENDA

SECRETARÍA DE ECONOMÍA

SECRETARÍA DE ENERGÍA

SECRETARÍA DE FOMENTO

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y CLIMA

SECRETARÍA DE TURISMO

SECRETARÍA DE TRANSPORTES

SECRETARÍA DE VIVIENDA Y OBRAS PÚBLICAS

SECRETARÍA DE DEFENSA

SECRETARÍA DE INTERIORES

SECRETARÍA DE JUSTICIA

SECRETARÍA DE LA FUNCIÓN PÚBLICA

SECRETARÍA DE SALUD

SECRETARÍA DE SEGURIDAD PÚBLICA

SECRETARÍA DE TRABAJO Y PREVISIÓN SOCIAL

SECRETARÍA DE CULTURA

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN

SECRETARÍA DE EMPLEO

SECRETARÍA DE FOMENTO

SECRETARÍA DE INDUSTRIA, COMERCIO Y EXTERIORES

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN Y ECONOMÍA

SECRETARÍA DE POLÍTICA EXTERNA

SECRETARÍA DE REFORMA AGROPECUARIA Y RURAL

SECRETARÍA DE SERVICIOS PÚBLICOS

SECRETARÍA DE TRÁFICO Y VEHÍCULOS

SECRETARÍA DE VIVIENDA Y OBRAS PÚBLICAS

SECRETARÍA DE DEFENSA

SECRETARÍA DE INTERIORES

SECRETARÍA DE JUSTICIA

SECRETARÍA DE LA FUNCIÓN PÚBLICA

SECRETARÍA DE SALUD

SECRETARÍA DE SEGURIDAD PÚBLICA

SECRETARÍA DE TRABAJO Y PREVISIÓN SOCIAL

SECRETARÍA DE CULTURA

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN

SECRETARÍA DE EMPLEO

SECRETARÍA DE FOMENTO

SECRETARÍA DE INDUSTRIA, COMERCIO Y EXTERIORES

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN Y ECONOMÍA

SECRETARÍA DE POLÍTICA EXTERNA

SECRETARÍA DE REFORMA AGROPECUARIA Y RURAL

SECRETARÍA DE SERVICIOS PÚBLICOS

SECRETARÍA DE TRÁFICO Y VEHÍCULOS

SECRETARÍA DE VIVIENDA Y OBRAS PÚBLICAS

SECRETARÍA DE ECONOMÍA

SECRETARÍA DE FOMENTO

SECRETARÍA DE INDUSTRIA, COMERCIO Y EXTERIORES

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN Y ECONOMÍA

SECRETARÍA DE POLÍTICA EXTERNA

SECRETARÍA DE REFORMA AGROPECUARIA Y RURAL

SECRETARÍA DE SERVICIOS PÚBLICOS

SECRETARÍA DE TRÁFICO Y VEHÍCULOS

SECRETARÍA DE VIVIENDA Y OBRAS PÚBLICAS

PLANO 1.1

GOLFO DE MEXICO



ESTADO	VALOR
1	0.00
2	0.00
3	0.00
4	0.00
5	0.00
6	0.00
7	0.00

ESTADO	VALOR
1	0.00
2	0.00
3	0.00
4	0.00
5	0.00
6	0.00
7	0.00

ESTADO DE YUCATAN
 ESTADO DE CAMPECHE
 ESTADO DE QUINTANA ROO

NOTAS
 1. Este mapa muestra el sistema de carreteras y ferrocarriles que existen en el Estado de Yucatán, Campeche y Quintana Roo.
 2. Las líneas sólidas representan carreteras pavimentadas.
 3. Las líneas punteadas representan carreteras de terracería.
 4. Las líneas con rayas representan líneas férreas.
 5. Los círculos representan las principales ciudades y cabeceras de municipio.
 6. El mapa fue elaborado a partir de los datos proporcionados por el Instituto de Estadística y Geografía del Estado de Yucatán, Campeche y Quintana Roo.

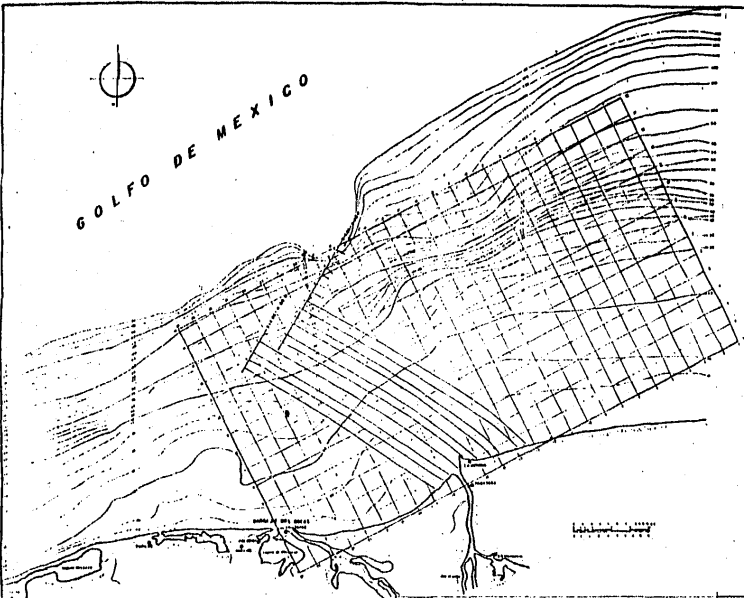
ESTADO DE YUCATAN	ESTADO DE CAMPECHE	ESTADO DE QUINTANA ROO
ESTADO DE TABASCO	ESTADO DE CHIAPAS	ESTADO DE GUERRERO
ESTADO DE OAXACA	ESTADO DE PUEBLA	ESTADO DE VERACRUZ
ESTADO DE MORELOS	ESTADO DE HIDALGO	ESTADO DE TAMAULIPAS
ESTADO DE SAN LUIS POTOSI	ESTADO DE COAHUILA	ESTADO DE DURANGO
ESTADO DE ZACATECAS	ESTADO DE AGUASCALIENTES	ESTADO DE SAN PABLO DEL CERRILLO
ESTADO DE NUEVO LEON	ESTADO DE BAJA CALIFORNIA	ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR
ESTADO DE SONORA	ESTADO DE CHIHUAHUA	ESTADO DE COAHUILA DE ZARAGOZA
ESTADO DE DURANGO	ESTADO DE GUANAJUATO	ESTADO DE MICHOACAN
ESTADO DE GUANAJUATO	ESTADO DE QUERETARO	ESTADO DE JALISCO
ESTADO DE MICHOACAN	ESTADO DE COLIMA	ESTADO DE GUERRERO
ESTADO DE JALISCO	ESTADO DE NAYARIT	ESTADO DE OAXACA
ESTADO DE NAYARIT	ESTADO DE PUEBLA	ESTADO DE VERACRUZ
ESTADO DE OAXACA	ESTADO DE TABASCO	ESTADO DE CHIAPAS
ESTADO DE VERACRUZ	ESTADO DE CAMPECHE	ESTADO DE YUCATAN



SUBSECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA
 INSTITUTO FEDERAL DE VIALIDAD
 DIRECCION GENERAL DE VIALIDAD

ESTADO DE YUCATAN	ESTADO DE CAMPECHE	ESTADO DE QUINTANA ROO
ESTADO DE TABASCO	ESTADO DE CHIAPAS	ESTADO DE GUERRERO
ESTADO DE OAXACA	ESTADO DE PUEBLA	ESTADO DE VERACRUZ
ESTADO DE MORELOS	ESTADO DE HIDALGO	ESTADO DE TAMAULIPAS
ESTADO DE SAN LUIS POTOSI	ESTADO DE COAHUILA	ESTADO DE DURANGO
ESTADO DE ZACATECAS	ESTADO DE AGUASCALIENTES	ESTADO DE SAN PABLO DEL CERRILLO
ESTADO DE NUEVO LEON	ESTADO DE BAJA CALIFORNIA	ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR
ESTADO DE SONORA	ESTADO DE CHIHUAHUA	ESTADO DE COAHUILA DE ZARAGOZA
ESTADO DE DURANGO	ESTADO DE GUANAJUATO	ESTADO DE MICHOACAN
ESTADO DE GUANAJUATO	ESTADO DE QUERETARO	ESTADO DE JALISCO
ESTADO DE MICHOACAN	ESTADO DE COLIMA	ESTADO DE GUERRERO
ESTADO DE JALISCO	ESTADO DE NAYARIT	ESTADO DE OAXACA
ESTADO DE NAYARIT	ESTADO DE PUEBLA	ESTADO DE VERACRUZ
ESTADO DE OAXACA	ESTADO DE TABASCO	ESTADO DE CHIAPAS
ESTADO DE VERACRUZ	ESTADO DE CAMPECHE	ESTADO DE YUCATAN

GOLFO DE MEXICO



Escala	
1 cm	1 km
2 cm	2 km
5 cm	5 km

Escala	
1 cm	1 km
2 cm	2 km
5 cm	5 km

PROYECTO
 1. Nombre del
 2. Estado de

NOTA:
 Este proyecto es un
 estudio preliminar
 que no debe ser
 utilizado para
 fines de construcción
 sin la aprobación
 de la autoridad
 competente.

PROYECTO	ESTADO
1. Nombre del	2. Estado de

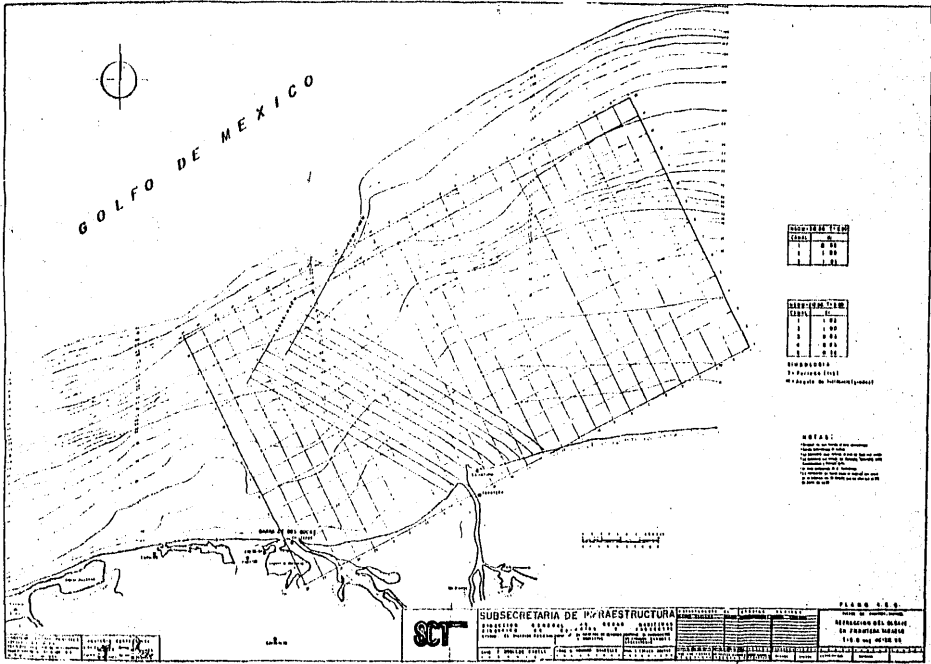


SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA
 DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS
 DIRECCIÓN DE OBRAS DE VIALIDAD

PROYECTO	ESTADO
1. Nombre del	2. Estado de

PLANO 4.1.1
 OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN
 DE LA CARRETERA FEDERAL
 DEL ESTADO DE QUERÉTARO
 TRAMO DEL KM. 100 AL 105

GOLFO DE MEXICO



PROYECCION UTM

ESCALA	1:50,000
PROYECCION	UTM
ZONA	18N

ESCALA NUMERICA

1	1:50,000
2	1:100,000
3	1:200,000
4	1:500,000
5	1:1,000,000

NOTAS:
 - El terreno está en forma de cuadrícula.
 - El terreno está en forma de cuadrícula.

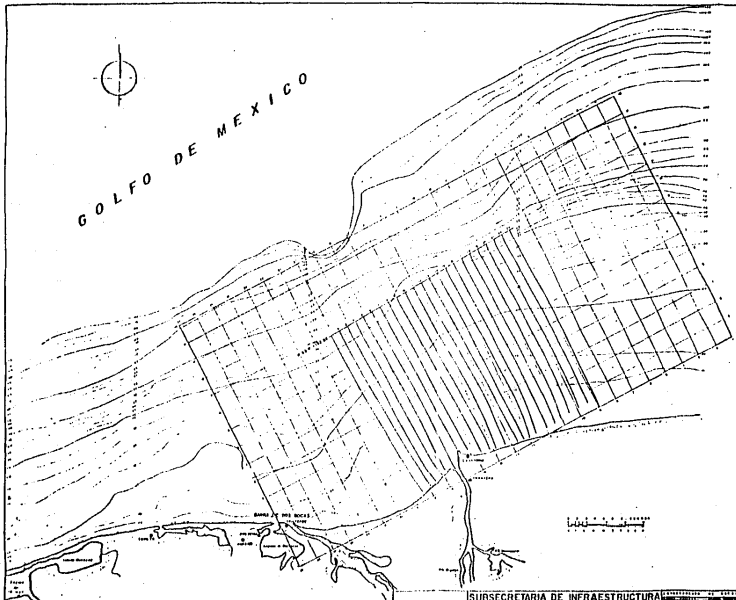
NOTAS:
 - El terreno está en forma de cuadrícula.
 - El terreno está en forma de cuadrícula.



SUBSECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA
 DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS
 DIRECCION DE OBRAS DE VIALIDAD

PROYECTO	ESTADO DE GUERRERO
FECHA	1980
ESCALA	1:50,000
PROYECCION	UTM
ZONA	18N
PROYECTO	ESTADO DE GUERRERO
FECHA	1980
ESCALA	1:50,000
PROYECCION	UTM
ZONA	18N

GOLFO DE MEXICO



Altura	Intervalo
1	0.50
2	0.50
3	0.50
4	0.50
5	0.50
6	0.50
7	0.50
8	0.50
9	0.50
10	0.50
11	0.50
12	0.50
13	0.50
14	0.50
15	0.50
16	0.50
17	0.50
18	0.50
19	0.50
20	0.50
21	0.50
22	0.50

ESCALA: 1:50,000
 M. de Datos de Topografía (1940)

NOTAS:
 1. Línea de costa según el levantamiento de 1940.
 2. Línea de costa según el levantamiento de 1960.
 3. Línea de costa según el levantamiento de 1970.
 4. Línea de costa según el levantamiento de 1980.
 5. Línea de costa según el levantamiento de 1990.

PROYECTO: ...	FECHA: ...
...

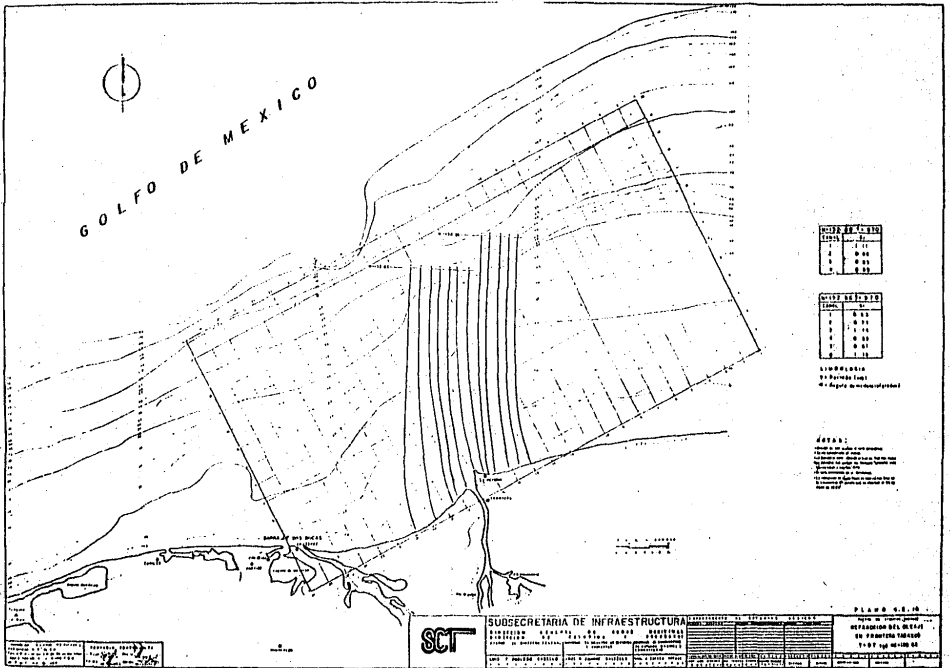


SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA
 DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS
 DIRECCIÓN DE OBRAS DE OBRAS PÚBLICAS

PROYECTO: ...	FECHA: ...
...

PROYECTO DE OBRAS DE OBRAS PÚBLICAS
 DIRECCIÓN DE OBRAS DE OBRAS PÚBLICAS
 DIRECCIÓN DE OBRAS DE OBRAS PÚBLICAS

GOLFO DE MEXICO



ESCALA DE ALTURAS

Altura	Color
0 - 10	Verde
10 - 20	Amarillo
20 - 30	Naranja
30 - 40	Rojo
40 - 50	Púrpura
50 - 60	Negro

ESCALA DE DISTANCIAS

Distancia	Color
0 - 10	Verde
10 - 20	Amarillo
20 - 30	Naranja
30 - 40	Rojo
40 - 50	Púrpura
50 - 60	Negro

LEYENDA
 Línea gruesa
 Línea delgada
 Línea de puntos

NOTAS:
 1. Este mapa fue elaborado por el personal de la Subsecretaría de Infraestructura.
 2. Se basó en el mapa topográfico de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Fomento Rural y Pesca.
 3. Se utilizó el sistema de proyección UTM.
 4. El datum utilizado es el de 1984.
 5. El mapa está a escala de 1:50,000.
 6. Se recomienda utilizar este mapa con un sistema de coordenadas geográficas.
 7. Se recomienda utilizar este mapa con un sistema de coordenadas UTM.
 8. Se recomienda utilizar este mapa con un sistema de coordenadas de 1984.
 9. Se recomienda utilizar este mapa con un sistema de coordenadas de 1984.
 10. Se recomienda utilizar este mapa con un sistema de coordenadas de 1984.



SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA

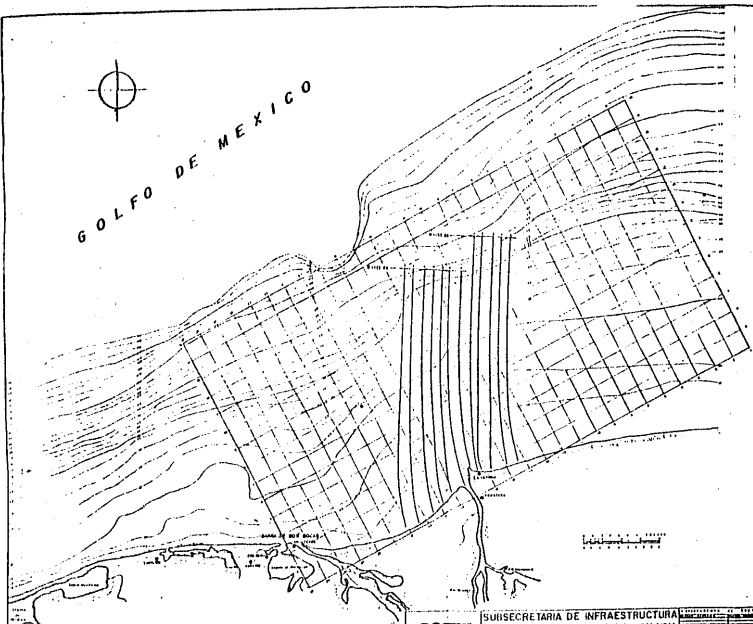
SECRETARÍA DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

PROYECTO	ESTADO	FECHA	ESCALA
...

PLANO 4.1.10

SECRETARÍA DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

GOLFO DE MEXICO



CLASIF.	NO.
1	0.00
2	0.01
3	0.02
4	0.03

CLASIF.	NO.
1	0.00
2	0.01
3	0.02
4	0.03
5	0.04

ESCALA
1:50,000

NOTAS:
1. Este mapa fue elaborado a partir de los datos de la Carta Topográfica de México, Escala 1:50,000, Edición 1960.

PROYECTO DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA
ESTADO DE QUERÉTARO
CARRERA DE QUERÉTARO A SAN ANTONIO
SECCION DEL ESTUDIO DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA

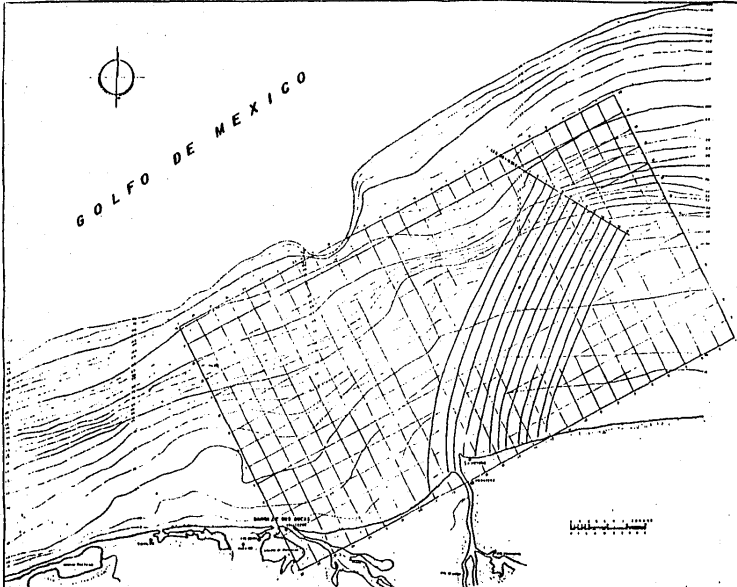


SUBSECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA
ESTADO DE QUERÉTARO
CARRERA DE QUERÉTARO A SAN ANTONIO
SECCION DEL ESTUDIO DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA

NO.	FECHA	DESCRIPCION
1	15/01/2010	PROYECTO DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA
2	15/01/2010	ESTUDIO DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA
3	15/01/2010	PROYECTO DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA
4	15/01/2010	ESTUDIO DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA
5	15/01/2010	PROYECTO DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA
6	15/01/2010	ESTUDIO DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA
7	15/01/2010	PROYECTO DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA
8	15/01/2010	ESTUDIO DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA
9	15/01/2010	PROYECTO DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA
10	15/01/2010	ESTUDIO DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA

PROYECTO DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA
ESTADO DE QUERÉTARO
CARRERA DE QUERÉTARO A SAN ANTONIO
SECCION DEL ESTUDIO DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA

GOLFO DE MEXICO



Escala 1:50,000	
Distancia	Longitud
1	0.50
2	1.00
3	1.50
4	2.00
5	2.50
6	3.00
7	3.50
8	4.00
9	4.50
10	5.00

Elaborado por el personal de la Oficina de Estudios y Planeación

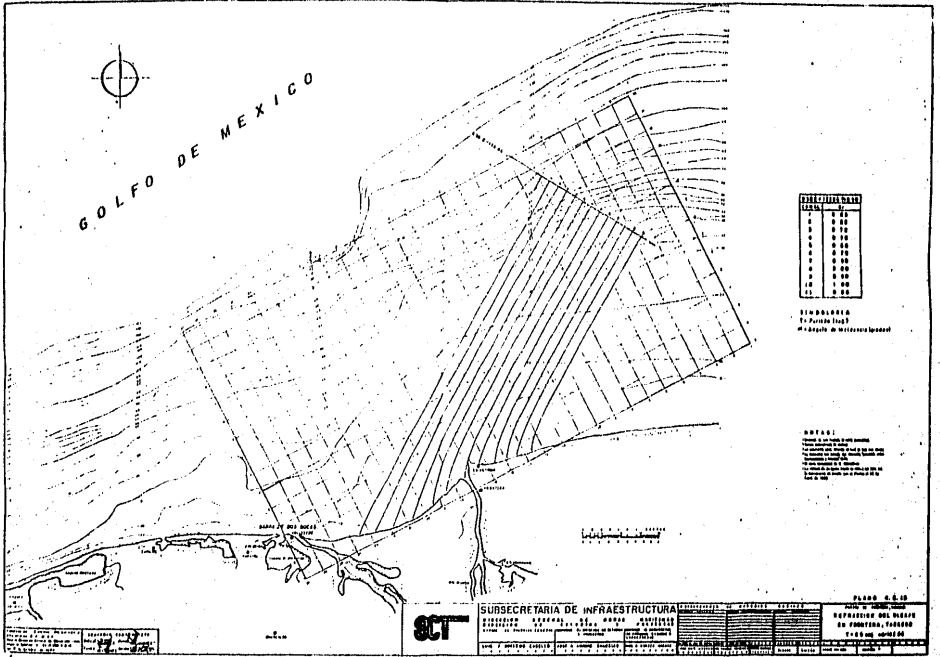
NOTAS:
 1. Se muestra el relieve por curvas de nivel.
 2. Se muestran las líneas de costa y las isobatas.
 3. Se muestran las líneas de nivelación y las alturas.
 4. Se muestran las líneas de drenaje y las cuencas.
 5. Se muestran las líneas de propiedad y los límites.

Escala 1:50,000
 Elaborado por el personal de la Oficina de Estudios y Planeación
 Fecha de elaboración: 1970



SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA
 DIRECCIÓN GENERAL DE VIALIDAD
 DIRECCIÓN DE ESTUDIOS Y PLANEACIÓN
 Oficina de Estudios y Planeación
 P. O. Box 6-10
 Representación del Estado
 del FRENTE NACIONAL
 1-67 000 000 00

GOLFO DE MEXICO



ELEVACIONES EN METROS	
LINEA	VALOR
1	0 00
2	0 25
3	0 50
4	0 75
5	1 00
6	1 25
7	1 50
8	1 75
9	2 00
10	2 25
11	2 50
12	2 75
13	3 00
14	3 25
15	3 50
16	3 75
17	4 00
18	4 25
19	4 50
20	4 75
21	5 00
22	5 25
23	5 50
24	5 75
25	6 00
26	6 25
27	6 50
28	6 75
29	7 00
30	7 25
31	7 50
32	7 75
33	8 00
34	8 25
35	8 50
36	8 75
37	9 00
38	9 25
39	9 50
40	9 75
41	10 00
42	10 25
43	10 50
44	10 75
45	11 00
46	11 25
47	11 50
48	11 75
49	12 00
50	12 25
51	12 50
52	12 75
53	13 00
54	13 25
55	13 50
56	13 75
57	14 00
58	14 25
59	14 50
60	14 75
61	15 00
62	15 25
63	15 50
64	15 75
65	16 00
66	16 25
67	16 50
68	16 75
69	17 00
70	17 25
71	17 50
72	17 75
73	18 00
74	18 25
75	18 50
76	18 75
77	19 00
78	19 25
79	19 50
80	19 75
81	20 00
82	20 25
83	20 50
84	20 75
85	21 00
86	21 25
87	21 50
88	21 75
89	22 00
90	22 25
91	22 50
92	22 75
93	23 00
94	23 25
95	23 50
96	23 75
97	24 00
98	24 25
99	24 50
100	24 75
101	25 00
102	25 25
103	25 50
104	25 75
105	26 00
106	26 25
107	26 50
108	26 75
109	27 00
110	27 25
111	27 50
112	27 75
113	28 00
114	28 25
115	28 50
116	28 75
117	29 00
118	29 25
119	29 50
120	29 75
121	30 00
122	30 25
123	30 50
124	30 75
125	31 00
126	31 25
127	31 50
128	31 75
129	32 00
130	32 25
131	32 50
132	32 75
133	33 00
134	33 25
135	33 50
136	33 75
137	34 00
138	34 25
139	34 50
140	34 75
141	35 00
142	35 25
143	35 50
144	35 75
145	36 00
146	36 25
147	36 50
148	36 75
149	37 00
150	37 25
151	37 50
152	37 75
153	38 00
154	38 25
155	38 50
156	38 75
157	39 00
158	39 25
159	39 50
160	39 75
161	40 00
162	40 25
163	40 50
164	40 75
165	41 00
166	41 25
167	41 50
168	41 75
169	42 00
170	42 25
171	42 50
172	42 75
173	43 00
174	43 25
175	43 50
176	43 75
177	44 00
178	44 25
179	44 50
180	44 75
181	45 00
182	45 25
183	45 50
184	45 75
185	46 00
186	46 25
187	46 50
188	46 75
189	47 00
190	47 25
191	47 50
192	47 75
193	48 00
194	48 25
195	48 50
196	48 75
197	49 00
198	49 25
199	49 50
200	49 75
201	50 00
202	50 25
203	50 50
204	50 75
205	51 00
206	51 25
207	51 50
208	51 75
209	52 00
210	52 25
211	52 50
212	52 75
213	53 00
214	53 25
215	53 50
216	53 75
217	54 00
218	54 25
219	54 50
220	54 75
221	55 00
222	55 25
223	55 50
224	55 75
225	56 00
226	56 25
227	56 50
228	56 75
229	57 00
230	57 25
231	57 50
232	57 75
233	58 00
234	58 25
235	58 50
236	58 75
237	59 00
238	59 25
239	59 50
240	59 75
241	60 00
242	60 25
243	60 50
244	60 75
245	61 00
246	61 25
247	61 50
248	61 75
249	62 00
250	62 25
251	62 50
252	62 75
253	63 00
254	63 25
255	63 50
256	63 75
257	64 00
258	64 25
259	64 50
260	64 75
261	65 00
262	65 25
263	65 50
264	65 75
265	66 00
266	66 25
267	66 50
268	66 75
269	67 00
270	67 25
271	67 50
272	67 75
273	68 00
274	68 25
275	68 50
276	68 75
277	69 00
278	69 25
279	69 50
280	69 75
281	70 00
282	70 25
283	70 50
284	70 75
285	71 00
286	71 25
287	71 50
288	71 75
289	72 00
290	72 25
291	72 50
292	72 75
293	73 00
294	73 25
295	73 50
296	73 75
297	74 00
298	74 25
299	74 50
300	74 75
301	75 00
302	75 25
303	75 50
304	75 75
305	76 00
306	76 25
307	76 50
308	76 75
309	77 00
310	77 25
311	77 50
312	77 75
313	78 00
314	78 25
315	78 50
316	78 75
317	79 00
318	79 25
319	79 50
320	79 75
321	80 00
322	80 25
323	80 50
324	80 75
325	81 00
326	81 25
327	81 50
328	81 75
329	82 00
330	82 25
331	82 50
332	82 75
333	83 00
334	83 25
335	83 50
336	83 75
337	84 00
338	84 25
339	84 50
340	84 75
341	85 00
342	85 25
343	85 50
344	85 75
345	86 00
346	86 25
347	86 50
348	86 75
349	87 00
350	87 25
351	87 50
352	87 75
353	88 00
354	88 25
355	88 50
356	88 75
357	89 00
358	89 25
359	89 50
360	89 75
361	90 00
362	90 25
363	90 50
364	90 75
365	91 00
366	91 25
367	91 50
368	91 75
369	92 00
370	92 25
371	92 50
372	92 75
373	93 00
374	93 25
375	93 50
376	93 75
377	94 00
378	94 25
379	94 50
380	94 75
381	95 00
382	95 25
383	95 50
384	95 75
385	96 00
386	96 25
387	96 50
388	96 75
389	97 00
390	97 25
391	97 50
392	97 75
393	98 00
394	98 25
395	98 50
396	98 75
397	99 00
398	99 25
399	99 50
400	99 75
401	100 00

Escala Horizontal
1:50,000

NOTAS:
1. Este mapa fue elaborado a partir de los datos de la Carta Topográfica de México, Escala 1:50,000, Edición 1960, y de los datos de la Carta Topográfica de México, Escala 1:50,000, Edición 1960, y de los datos de la Carta Topográfica de México, Escala 1:50,000, Edición 1960.

PROYECTO: ...
FECHA: ...



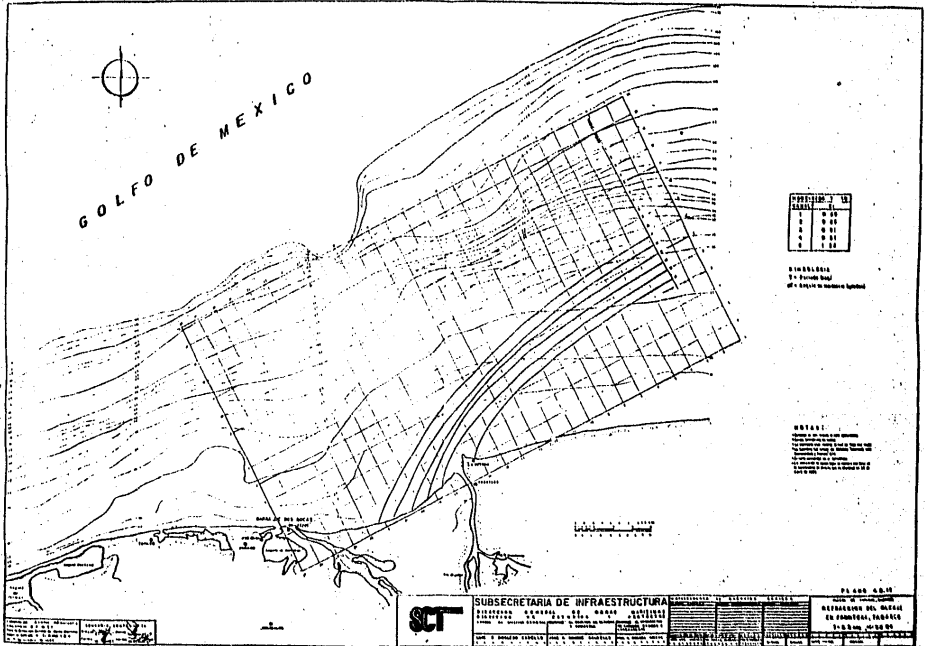
SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA
 DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS
 DIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS
 DIRECCIÓN DE PROYECTOS DE OBRAS PÚBLICAS
 DIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE OBRAS PÚBLICAS
 DIRECCIÓN DE ADMINISTRACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS
 DIRECCIÓN DE MANTENIMIENTO DE OBRAS PÚBLICAS
 DIRECCIÓN DE REPARACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS
 DIRECCIÓN DE RECONSTRUCCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS
 DIRECCIÓN DE REFORMA DE OBRAS PÚBLICAS
 DIRECCIÓN DE REVISIÓN DE OBRAS PÚBLICAS
 DIRECCIÓN DE SUPERVISIÓN DE OBRAS PÚBLICAS
 DIRECCIÓN DE VERIFICACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

PLANO N.º 100

REPARTICIÓN DEL PUEBLO DE SOMBRERETE, DURANGO

FECHA DEL DISEÑO: ...

GOLFO DE MEXICO



Profundidad	10
0	0.00
1	0.01
2	0.02
3	0.03
4	0.04
5	0.05

ESCALA
1:100,000

NOTAS
Este mapa fue elaborado a partir de los datos hidrográficos de la Armada Mexicana de 1950 y 1955. Se han actualizado las profundidades y se han agregado los nuevos datos de 1960 y 1965. Se han eliminado los datos de 1940 y 1945 que ya no son válidos.



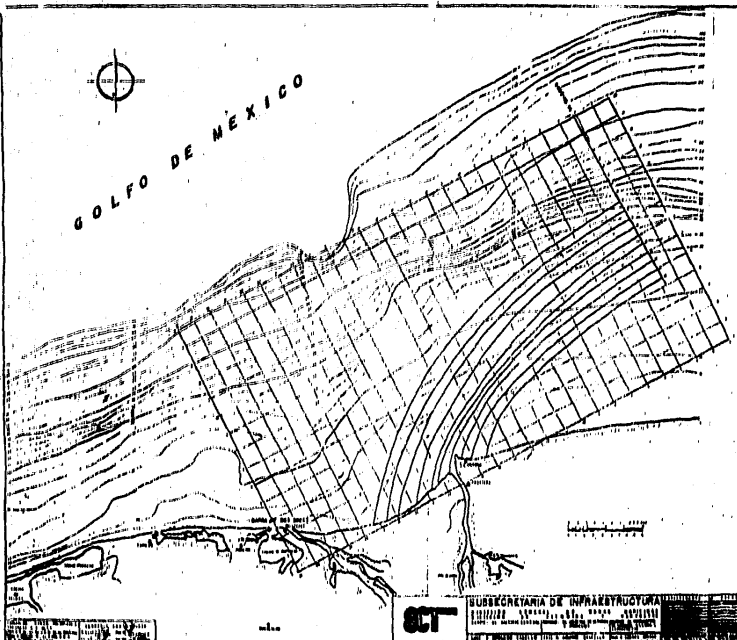
SUBSECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA

DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS

PROYECTO	ESTADO	FECHA

ESTADO DE GUERRERO
SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS
ESTADO DE GUERRERO

GOLFO DE MEXICO



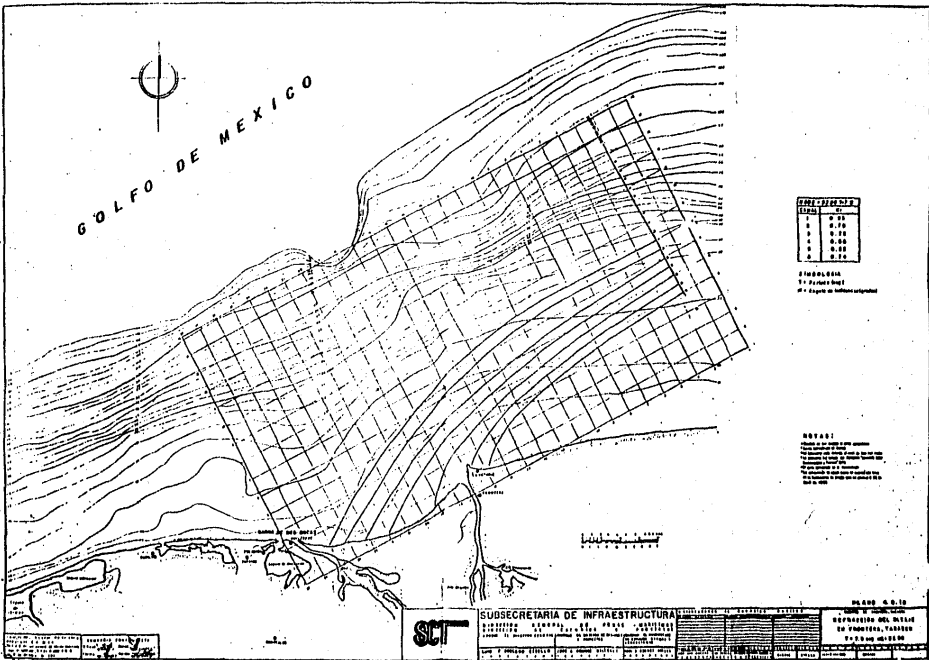
Escala Vertical	
0	0.00
1	0.05
2	0.10
3	0.15
4	0.20
5	0.25
6	0.30
7	0.35
8	0.40
9	0.45
10	0.50

UNIDAD DE LONGITUD: 1' (Pulsador) 10' (Pulsador) 10' (Pulsador) 10' (Pulsador)

NOTAS:
 1. Sección de la línea de costa.
 2. Sección de la línea de costa.
 3. Sección de la línea de costa.
 4. Sección de la línea de costa.

CT SUBSECRETARIA DE INFRASTRUCTURA Y TRANSPORTES
 DIRECCION GENERAL DE PUERTOS Y TERMINALES
 ESTACION DE MARIS
 DE TAMPICO, TAMAULIPUS
 2008

GOLFO DE MEXICO



CONVERSIONES

ESCALA	M	CM
1	0.75	
2	0.50	
3	0.30	
4	0.20	
5	0.15	

PROYECTO
 DE...
 DE...
 DE...

NOTAS:
 1. ...
 2. ...
 3. ...
 4. ...
 5. ...

SCT SUBSECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA

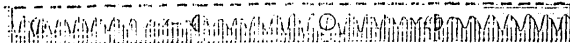
SECRETARIA DE ECONOMIA

ESTADO DE QUERETARO

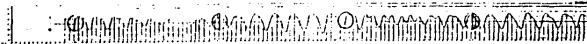
PROYECTO DE...
 DE...
 DE...

ESTADO DE QUERETARO

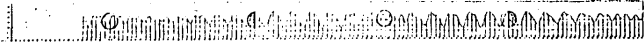
PROYECTO DE...
 DE...
 DE...



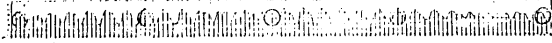
ENERO



FEBRERO



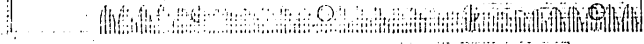
MARZO



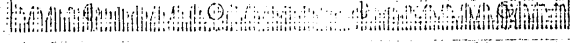
ABRIL



MAYO



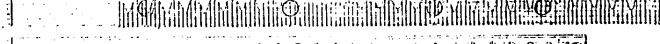
JUNIO



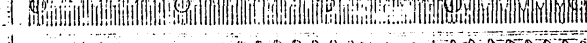
JULIO



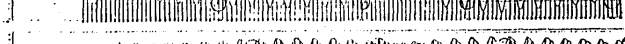
AGOSTO



SEPTIEMBRE



OCTUBRE



NOVIEMBRE



DICIEMBRE

SECRETARÍA DE ECONOMÍA



SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA

DIRECCIÓN GENERAL DE VIALIDAD

SECRETARÍA DE ECONOMÍA

ESTADO DE CUENTAS

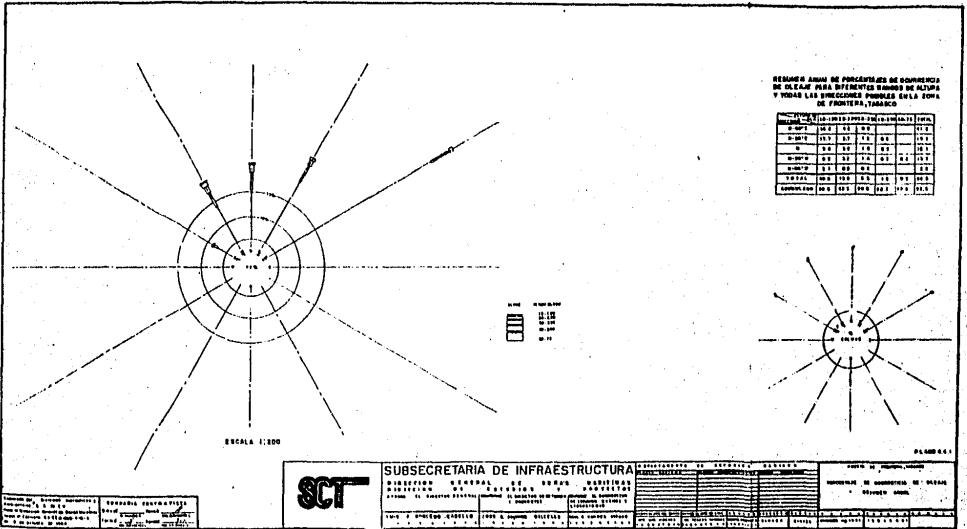
SECRETARÍA DE ECONOMÍA

SECRETARÍA DE ECONOMÍA

ESTADO DE CUENTAS

SECRETARÍA DE ECONOMÍA

SECRETARÍA DE ECONOMÍA



RESUMEN ANUAL DE PORCENTAJES DE COMERCIO DE OLEAS PARA DIFERENTES TIPOS DE OLEAS Y TODAS LAS SINGULARES PUNZAS EN LA FORMA DE FOMENTO, TONAJES

TIPO DE OLEA	1995	1996	1997	1998	1999	2000
COMERCIO	10.5	11.5	12.5	13.5	14.5	15.5
COMERCIO	16.5	17.5	18.5	19.5	20.5	21.5
COMERCIO	22.5	23.5	24.5	25.5	26.5	27.5
COMERCIO	33.5	34.5	35.5	36.5	37.5	38.5
COMERCIO	44.5	45.5	46.5	47.5	48.5	49.5
COMERCIO	55.5	56.5	57.5	58.5	59.5	60.5
COMERCIO	66.5	67.5	68.5	69.5	70.5	71.5
COMERCIO	77.5	78.5	79.5	80.5	81.5	82.5
COMERCIO	88.5	89.5	90.5	91.5	92.5	93.5
COMERCIO	94.5	95.5	96.5	97.5	98.5	99.5

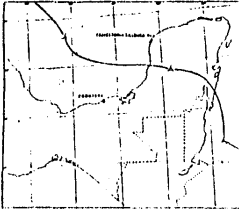
INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS
 DIRECCIÓN GENERAL DE ESTADÍSTICA
 DIVISIÓN DE ESTADÍSTICA INDUSTRIAL Y COMERCIAL
 ESTADÍSTICA DE COMERCIO EXTERNO
 ESTADÍSTICA DE COMERCIO EXTERNO
 ESTADÍSTICA DE COMERCIO EXTERNO



SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA
 DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS
 DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS
 DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS
 DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS
 DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS

ESTADO	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR
ESTADO	ESTADO	ESTADO	ESTADO	ESTADO	ESTADO
ESTADO	ESTADO	ESTADO	ESTADO	ESTADO	ESTADO
ESTADO	ESTADO	ESTADO	ESTADO	ESTADO	ESTADO
ESTADO	ESTADO	ESTADO	ESTADO	ESTADO	ESTADO
ESTADO	ESTADO	ESTADO	ESTADO	ESTADO	ESTADO

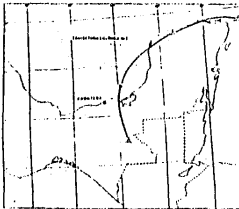
INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS
 DIRECCIÓN GENERAL DE ESTADÍSTICA
 DIVISIÓN DE ESTADÍSTICA INDUSTRIAL Y COMERCIAL
 ESTADÍSTICA DE COMERCIO EXTERNO
 ESTADÍSTICA DE COMERCIO EXTERNO
 ESTADÍSTICA DE COMERCIO EXTERNO



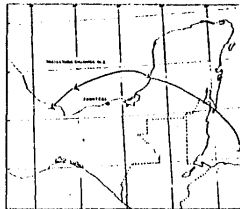
ESTADO DE GUERRERO		ESTADO DE OAXACA	
Linea	Longitud (km)	Linea	Longitud (km)
1	120	1	150
2	100	2	130
3	80	3	110
4	60	4	90
5	40	5	70
6	20	6	50
7	10	7	30
8	5	8	15
9	3	9	10
10	2	10	5



LEYENDA
 A. CARRETERA FEDERAL
 B. CARRETERA ESTADAL
 C. CARRETERA LOCAL



ESTADO DE GUERRERO		ESTADO DE OAXACA	
Linea	Longitud (km)	Linea	Longitud (km)
1	120	1	150
2	100	2	130
3	80	3	110
4	60	4	90
5	40	5	70
6	20	6	50
7	10	7	30
8	5	8	15
9	3	9	10
10	2	10	5



ESTADO DE GUERRERO		ESTADO DE OAXACA	
Linea	Longitud (km)	Linea	Longitud (km)
1	120	1	150
2	100	2	130
3	80	3	110
4	60	4	90
5	40	5	70
6	20	6	50
7	10	7	30
8	5	8	15
9	3	9	10
10	2	10	5

ESTADO DE GUERRERO	ESTADO DE OAXACA
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10



SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA

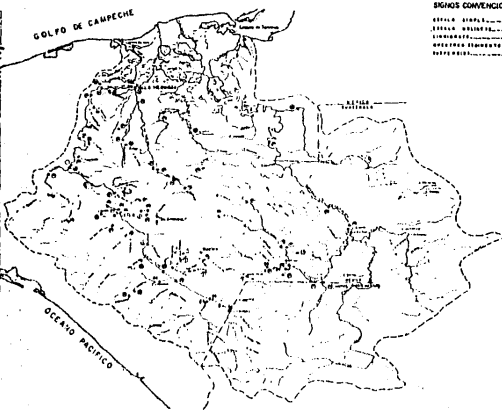
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA Y TRANSPORTES

ESTADO DE GUERRERO

ESTADO DE GUERRERO	ESTADO DE OAXACA
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10

ESTACIONES PROPUESTAS

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----



SEÑALES CONVENCIONALES

ESTACION SIMPLE: [Symbol]

ESTACION INTERMEDIARIA: [Symbol]

ESTACION TERMINAL: [Symbol]

SEÑALES CONVENCIONALES DE INTERSECCION: [Symbol]



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----



SUBSECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA

DIRECCION GENERAL DE LOS SERVICIOS DE TRANSPORTES

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

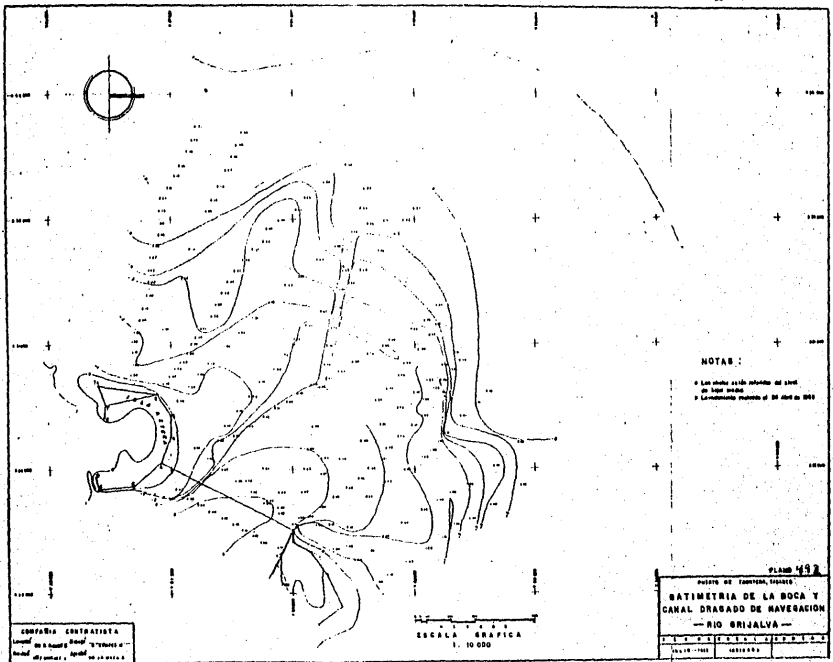
ESTADO DE CAMPECHE

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

ESTADO DE CAMPECHE

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

ESTADO DE CAMPECHE



NOTAS:
 * Las cotejas están referidas al nivel del mar medio.
 * La elevación máxima es de 800 metros.

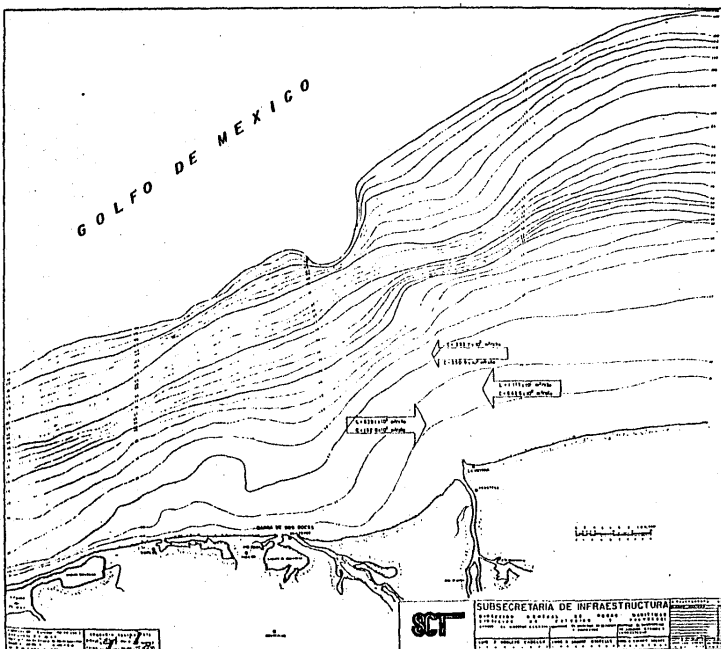
COMPAÑIA CROD ATISTA
 Calle 10 y 11, No. 1000, San José, Costa Rica
 Teléfono 200.000

ESCALA GRAFICA
 1:10.000

PLANO 499
 PUESTO DE COMPUER, COSTA RICA
 BATIMETRIA DE LA BOSA Y
 CANAL DRAADO DE NAVERACION
 — RIO BRIZALVA —

ELABORADO	REVISADO

GOLFO DE MEXICO



PROYECTO	ESTADO DE GUERRERO
ESTACION DE MONITOREO	ESTACION DE MONITOREO
ESTACION DE MONITOREO	ESTACION DE MONITOREO
ESTACION DE MONITOREO	ESTACION DE MONITOREO
ESTACION DE MONITOREO	ESTACION DE MONITOREO

ESTACION DE MONITOREO

NOTAS:
 1. ESTACION DE MONITOREO
 2. ESTACION DE MONITOREO
 3. ESTACION DE MONITOREO
 4. ESTACION DE MONITOREO

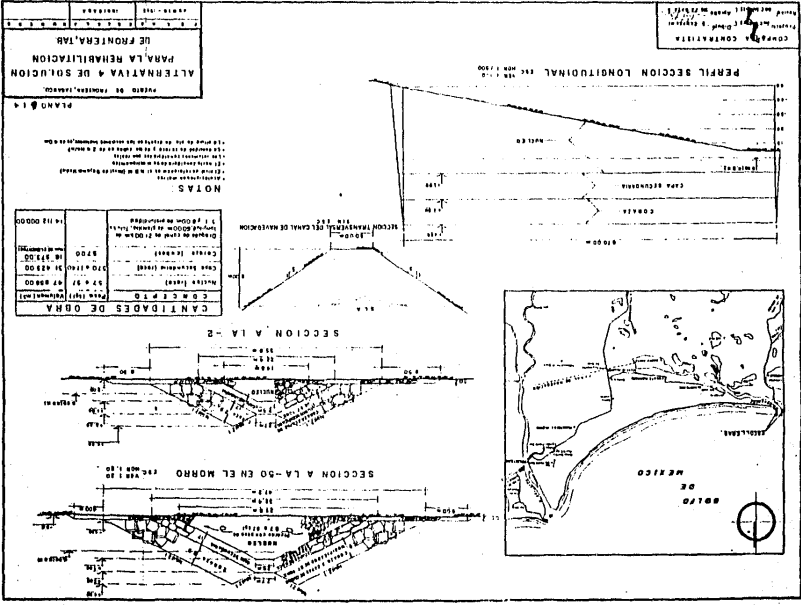
SCT

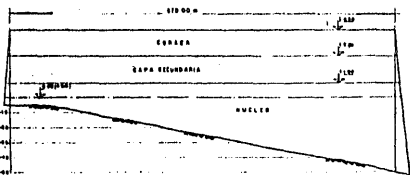
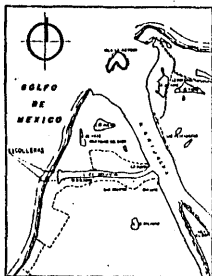
SUBSECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA

ESTACION	ESTADO	PROYECTO	FECHA
ESTACION DE MONITOREO	ESTADO DE GUERRERO	ESTACION DE MONITOREO	ESTACION DE MONITOREO
ESTACION DE MONITOREO	ESTADO DE GUERRERO	ESTACION DE MONITOREO	ESTACION DE MONITOREO
ESTACION DE MONITOREO	ESTADO DE GUERRERO	ESTACION DE MONITOREO	ESTACION DE MONITOREO
ESTACION DE MONITOREO	ESTADO DE GUERRERO	ESTACION DE MONITOREO	ESTACION DE MONITOREO

HOJA 5/1

SECRETARIA DE ECONOMIA
 INSTITUTO FEDERAL DE ESTADISTICA





CANTIDADES DE OBRA

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Excavación	m ³	12,000.00	1.50	18,000.00
Revoque	m ²	12,000.00	1.50	18,000.00
Concreto	m ³	8,000.00	1.50	12,000.00
Grava	m ³	12,000.00	1.50	18,000.00
Mano de obra	UD	12,000.00	1.50	18,000.00
Total				84,000.00

- NOTAS:**
- 1. Sección de obra.
 - 2. El nivel de referencia es el de la cota de 100.00m.
 - 3. El ancho de la obra es de 1.00m.
 - 4. La obra de obra es de 1.00m.
 - 5. La obra de obra es de 1.00m.
 - 6. La obra de obra es de 1.00m.
 - 7. La obra de obra es de 1.00m.

PLANO 6.1.3

PUERTO DE FROTERA, TABASCO

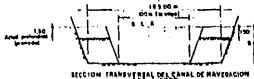
ALTERNATIVA 3 DE SOLUCION PARA LA REHABILITACION DE FROTERA, TAB.

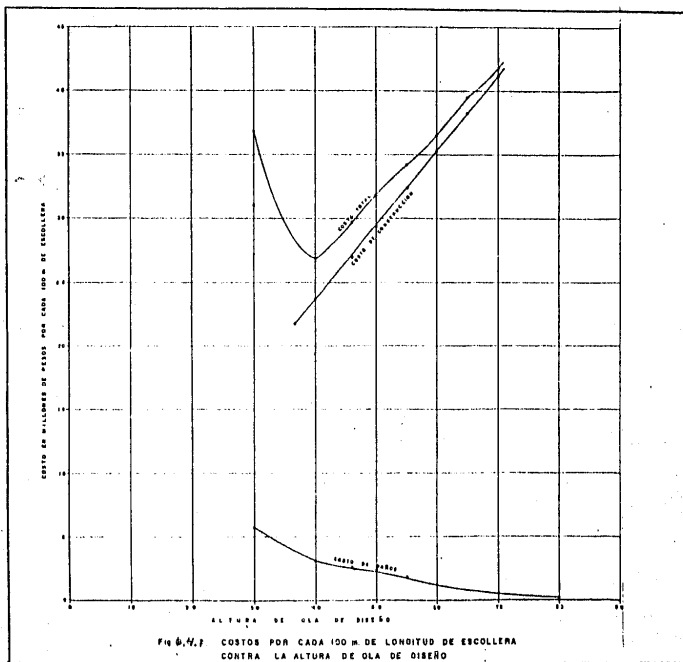
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

COMPANIA CONTRATISTA

Proyecto: Rehabilitación de la obra de FROTERA, TABASCO.

Fecha: 15 de Agosto de 1972.





8. BIBLIOGRAFIA

RELACION DE ESTUDIOS, LIBROS Y PUBLICACIONES CONSULTADOS Y ANALIZADOS PARA EL

"ESTUDIOS PARA LA REHABILITACION DEL PUERTO DE FRONTERA Y SU IMPACTO EN EL ESTADO DE TABASCO".

A)- "Estudios Topohidrográficos en Frontera, Tab. ".

Vol. 5 Dirección General de Obras Marítimas que contiene:

- 1.- Sinopsis del estudio hecho sobre el puerto de Frontera, - Tab. 1957
- 2.- Breves apuntes históricos de las modificaciones que ha sufrido la desembocadura del río Grijalva.
- 3.- Trabajos ejecutados para mejorar la entrada al puerto de Frontera, Tab.
- 4.- Localización de las escolleras en la boca del río Grijalva.

B)- Vol. 21. "Puerto petroquímico-petrolero" Dos Bocas, Tab., memoria de cálculo de los rompeolas". Agosto de 1981. Departamento de estudios y laboratorios. Proyectos Marinos, S.C.

C)- Vol. 20. "Terminal marítima de Dos Bocas, Tab.". Evaluación de alternativas de diseño, Proyectos Marinos. S.C. Marzo 1980.

D)- Tablas de Predicción de Mareas 1985. Puertos del Golfo de México y Mar Caribe. servicio Mareográfico Nacional. Instituto de Geofísica. U.N.A.M.

E)- Trayectorias Ciclónicas 1960-1980. Dirección General del Servicio meteorológico Nacional. S.A.R.H. Marzo 1981.

F)- Boletín Hidrológico N° 38. Región Hidrológica N° 30. (Grijalva-Usumacinta). Volúmenes I, II, III, IV y V. México, D.F., -

1971, 1975.

- G)- A.H. Glenn and Associates. " 100 years storm wind, tide, wave and current characteristics 210, 131.2 and 42.7 foot mean low water depth locations, Vicinity 19° N, 92° W, Gulf of Campeche, offshore México".
- H)- Calendario gráfico de mareas 1985 para el puerto de Frontera Tab. Secretaría de Marina. Instituto de Geofísica. U.N.A.M.
- I)- Informe de la campaña oceanográfica en Dos Bocas, Tab. ológrafa, registradores continuos 1981, 1983. PEMEX.
- J)- Comisión Federal de Electricidad. Instituto de Investigaciones eléctricas. Manual de Diseño de Obras Civiles. Hidrotecnia A.2.13. Hidráulica Marítima. México 1983.
- K)- Atlas Oceanográfico del Golfo de México y Mar Caribe. Sección I. Mareas y Corrientes. Secretaría de Marina. Dirección General de Oceanografía y Señalamiento Marítimo. México, D.F., -- 1974.
- L)- Instituto de Ingeniería, U.N.A.M. "Diseño optimo de las escolleras del puerto de Altamira, Tamps. "Informe Final. Oscar A. Puentes Mariles, Proy. 3328, Julio 1984.
- M)- Estudio de factibilidad económica del dragado de la barra, construcción de escolleras y terminal portuaria en frontera, Tabasco.

N)- Estudio de estabilidad de la boca de frontera, Tabasco-
Dirección General de Obras Marítimas. 1985.