

518

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.

ESCUELA NACIONAL DE INGENIEROS.

V. 37-1-43

"MEJORAMIENTO DE LA DESEMBOCADURA DEL  
RIO GRIJALVA."

U N I C O

TESIS QUE PRESENTA EL PASANTE

ABEL PEREZ TREJO.

PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO CIVIL.

3

5

3

MEXICO, D. F.

1943.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



d Nacional  
de México

ESCUELA NAC. DE INGENIEROS.  
Dirección.  
Núm. 731-639.  
Exp. Núm. 731/214.2/-

Al Pasante de la carrera de  
Ingeniero Civil de esta Escuela,  
Sr. Abel PEREZ TREJO,  
P r e s e n t e.

En atención a la solicitud presentada por usted a esta Dirección pidiendo tema para su tesis de examen profesional, me es grato dar a usted a continuación el que aprobado por esta propia Dirección, se ha servido -- proponer el señor Profesor Ing. Pedro J. Dozal:

"Como asunto de actualidad, el tema que propongo es -- que el pasante presente un proyecto completo para mejorar la barra del río Grijalva en su desembocadura en el Golfo de México en el puerto de Frontera.

Para mejorar la desembocadura, hace algunos años se abrió un canal lateral en el río, pensando que ese canal resolvería el problema, pero no fue así, puesto -- que ese canal lateral se ha mantenido abierto a muy alto costo y sin dar un servicio eficiente, pues cada crecien- -- ciente del río lo azolva con los consiguientes perjui- -- cios para la navegación.

Expuesto el caso, el pasante debe presentar:

1.-Razones técnicas y económicas demostrando que el canal lateral no debe conservarse por incosteable, si -- así estima que debe ser, o por el contrario, dar razo- -- nes que justifiquen su conservación.

2.-Si estima que el mejoramiento de la desembocadura del río debe atacarse por el curso natural de éste al -- entrar al Golfo, fundarsus conclusiones, tanto desde el punto de vista técnico como económico.

3.-Presentar los planos necesarios para que se pueda juzgar de las obras que proponga.

4.-Memoria descriptiva de las obras, con su presupues- -- to, haciendo historia del caso y describiendo las obras que se proyecten."

A t e n t a m e n t e,

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
México, D. F. a 16 de mayo de 1942.  
EL DIRECTOR.

*M. J. Garón*  
Ing. Mariano Moctezuma.

Antes de comenzar a desarrollar el tema que se me ha encomendado, quiero advertir con todo el respeto debido al H. Jurado, que me he ajustado a la solución que correctamente se le ha dado al problema real en cuyo estudio he tenido una modesta intervención, en consecuencia, este trabajo no puede calificarse como totalmente original, pero sí -- como la suma de todos los esfuerzos encausados a la solución de un problema de carácter Nacional.

ESTUDIO ECONOMICO GENERAL DEL ESTADO  
DE TABASCO.

Antes de iniciar el desarrollo del tema que me fué propuesto, creo necesario en un primer capítulo tratar de justificar económicamente las obras que se hagan en favor del mejoramiento de la desembocadura del Río Grijalva.

I. EL ESTADO DE TABASCO.

El Estado de Tabasco está formado por extensas tierras de aluvión que son cruzadas en todos sentidos por una gran red fluvial navegable, que soluciona en la actualidad el problema de las comunicaciones internas, sucediendo lo contrario en tratándose de las mismas con el resto de nuestro país, pues por tierra, a pesar de que en el futuro se unirá por medio del F.F.C.C. del Sureste, no ha dejado de presentar innumerables problemas al tratar de atravesar la Sierra Madre y por el Golfo se ha tropezado con las dificultades naturales que presentan los ríos sin mejoramiento alguno, siendo estos motivos la causa lógica de la di-

Superficie cultivada 71,073 Has.  
 Superficie cosechada 61,785 "

De la superficie cosechada corresponden a la producción del plátano 23,916 Has. que se distribuyen como se dijo antes en todo el Estado y a las que debe agregarse parte del de Chiapas, como las tierras-riberañas de Pichucalco. Así pues, la producción agrícola de Tabasco, puede aumentarse en mucho ya que es razonable considerar como posible una cosecha de 15.000,000 de racimos de plátano en total, de la cual suponiendo un 30% de rechazo (fruta que no puede exportarse) podrían muy bien exportarse 10.500,000 racimos que necesitan una extensión de 50 000 Has., que sólo es todavía la décima parte de la superficie agrícola del Estado.

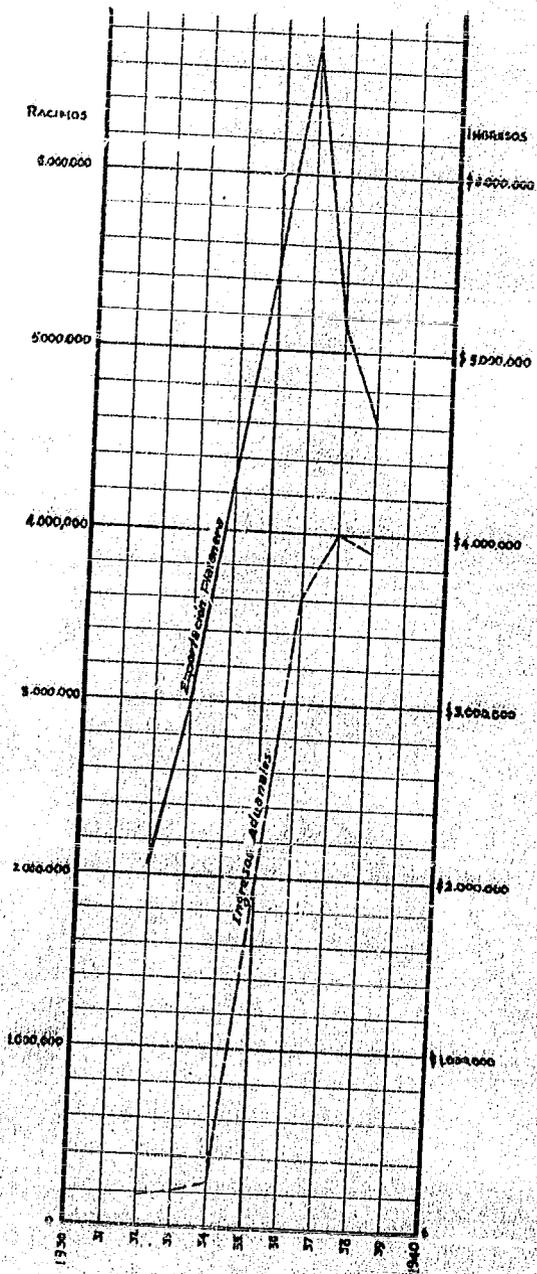
Por otra parte la exportación de plátano y la recaudación aduanal por este concepto, que dan idea de la situación económica del Estado y del grado de desarrollo de la producción y exportación de sus productos, durante los últimos años ha sido:

TABLA NUMERO I

AÑOS	PRODUCCION RACIMOS.	EXPORTACION RACIMOS	VALOR	Expor-tación. %	RECHAZO. %
1932	2 288 920	2 073 715	\$ 5 806 402	90.60	9.40
1933	3 157 525	2 963 848	" 8 298 774	93.87	6.13
1934	4 480 183	4 243 138	"11 380 768	97.71	5.29
1935	5 901 396	5 362 470	"15 014 916	90.87	9.13
1936	8 836 857	6 777 567	"18 977 188	76.70	23.30
1937	7 003 853	5 160 243	"14 476 680	73.82	26.18

# EXPORTACION DE PLATANO y Recaudación Aduanal de FRONTERA, TAB.

— DISEÑADO POR —



UNIVERSIDAD NACIONAL DE MEXICO  
 ESCUELA NAL. DE INGENIEROS  
**PLANO Nº 1**  
 TESIS PROFESIONAL  
 ANI. PEREZ TREJO. 1953

Esto es, se ha llegado escasamente a la tercera parte de la cifra que se dió como posible más arriba y apenas a un vigésimo de la potencialidad que puede esperarse en el futuro.

En la tabla anterior, para formular la columna denominada "valor", se estimó a cada racimo exportado un valor de \$2.00; en cuanto a la llamada de "rechazo" y que es la diferencia en % de la producción y la exportación se ve que aumenta en los últimos años, esto es debido en primer lugar a la plaga llamada vulgarmente "chamusco", la cual ha atacado con fuerza a las plantaciones de plátano y en segundo lugar y como consecuencia de lo anterior a que las Compañías exportadoras han puesto mayor esscrúpulo en la selección de esta fruta, pues durante el trayecto marítimo puedan tener un porcentaje mayor de pérdidas; naturalmente este porcentaje puede disminuir combatiendo dicha plaga por medio de algún procedimiento técnico como ya se está verificando y entonces alcanzar nuevamente la producción que en otros tiempos se tuvo, mejorando por este concepto las condiciones económicas actuales de Tabasco.

### III. ZONA DE INFLUENCIA DEL PUERTO DE FRONTERA, TAB.

El plátano, la copia, etc., como ya se dijo antes, son transportados por vía fluvial hasta el

puerto de Frontera, situado a 10 km. aguas arriba de la desembocadura del río Grijalva, que por sus condiciones hidráulicas es el más apropiado para proporcionar entrada a la red fluvial de Tabasco y de la parte norte de Chiapas, y de aquel lugar salen los productos mediante embarcaciones de más calado, hacia el exterior, por lo tanto la economía del Estado se encuentra regida en forma muy marcada por las condiciones de esa desembocadura y de su puerto.

En términos generales la zona de influencia del puerto de Frontera se puede dividir en dos:

- a) La del río Grijalva y sus afluentes,
- b) La del río Usumacinta.

De estas dos zonas, la primera es la que por ahora tiene una mayor producción agrícola, plataneera y hulera, la segunda zona es ganadera, chiolera y maderera sin que esto quiera decir que no tenga un gran porvenir agrícola, dado que sus tierras son tan fecundas como las del río Grijalva y aunque por ahora en esos lugares no hay plantaciones de importancia, la producción actual, es susceptible de aumentarse al doble, pues la región comprendida desde Boca del Cerro hasta Tres Brazos únicamente tiene una capacidad agrícola de 15 000 Has., sin contar las numerosas tierras marginales de los distintos afluentes que a ese río desembocan y las de las fincas interiores.

Ahora bien, en los últimos años, el comercio de exportación, el cual se hace en embarcaciones de más de 6 m. de calado, no sólo no ha progresado a pesar de haberse controlado el "chamusco", sino que ha ido reduciéndose por la dificultad creciente que presenta la barra del río para franquearse, lo cual naturalmente ha creado un gran problema económico y social que afecta a todo el Estado de Tabasco y aún a la parte Norte del de Chiapas.

Por lo tanto si el Estado de Tabasco contara con un puerto permanente, éste vendría a resolver inmediatamente el problema de las comunicaciones exteriores, el de la subdivisión de la propiedad, el de la mayor densidad de población y hacer a la larga que todo el Estado deje de ser monocultor y por lo tanto -- eche por tierra el monopolio de las exportaciones que ahora existe.

En el futuro, el F.C. del Sureste dará impulso a la región Norte de Chiapas y Sur del Estado de Tabasco lo cual quiere decir que las zonas de influencia tanto del F.C. como del Puerto, se sobrepondrán, pero sin dañarse entre sí ya que lejos de competir, la primera recibiría beneficios de la segunda, sobre todo si llegan a mejorarse los ríos para dar mayor movimiento a la navegación fluvial.

IV. IMPORTANCIA DEL MOVIMIENTO COMERCIAL  
DEL PUERTO DE FRONTERA, TAB.

Tratados los tres puntos anteriores a grandes razgos, el cuarto y último de este preámbulo se refiere a la importancia comercial actual del Puerto de Frontera. Estos cuatro puntos están estrechamente relacionados entre sí y forman una razón poderosa y justificativa para emprender las obras de mejoramiento del Grijalva y de su puerto.

La cifra que corresponde a la producción del año de 1936, en la tabla del Inciso II, se ve que es de 8 836 857 racimos que si se estima que cada racimo pesa por término medio 22 kgs. hacen un total de -- 194 411 Toneladas, las cuales, si se supone que se manejan en 300 días hábiles, representa un movimiento -- diario de 648 toneladas.

Por otra parte, el movimiento mercantil, -- tanto de cabotaje como internacional, que ha tenido el puerto de Frontera, en los últimos años, es el siguiente:

(véase Tabla No 2)

TABLA N° 2.

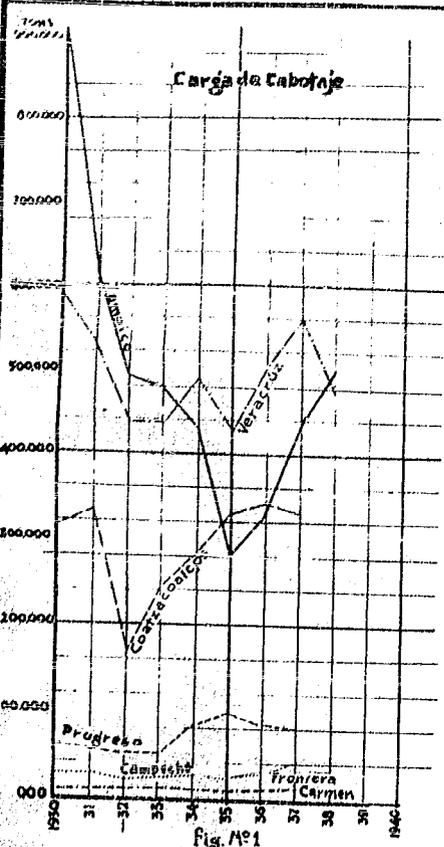
AÑO	MOVIMIENTO DE CABOTAJE EN TONELADAS.			MOVIMIENTO INTERNACIONAL EN TONELADAS			MOVIMIENTO TOTAL EN TONELADAS.
	ENTRAN	SALEN	TOTAL	IMPORT.	EXPORT.	TOTAL	
1930	9 999	4 418	14 417	819	87 984	88 803	103 220
1931	9 350	5 317	14 667	987	89 252	90 239	104 906
1932	8 704	4 612	13 316	2 679	72 261	74 940	88 256
1933	12 602	5 889	19 491	529	82 226	82 751	101 242
1934	13 618	7 007	20 625	1 135	119 561	120 696	141 321
1935	18 107	4 341	22 448	1 063	141 765	142 828	165 269
1936	23 834	7 691	31 525	1 643	163 429	165 072	196 597
1937	26 660	5 883	32 543	1 780	128 402	130 182	162 725
1938	20 336	6 233	26 569	1 841	119 368	121 227	147 796

Estos mismos valores están representados en la Gráfica N° 2 del plano N° 2, en que se dibujó la línea representativa del movimiento total, que es la suma de los tonelajes totales por concepto de cabotaje y movimiento internacional y que se da en la última columna de la tabla.

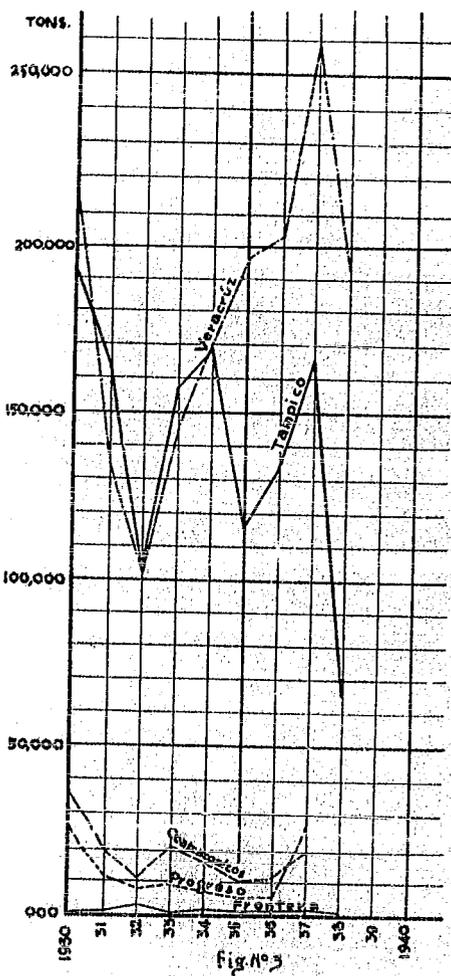
De acuerdo con esto puede apreciarse que en el puerto de Frontera el movimiento de cabotaje es reducido y el de importación casi nulo, en cambio el de exportación que está casi en su totalidad constituido por el plátano, es bastante considerable, y aunque tiende a disminuir, comparando estos movimientos con los de otros puertos del mismo litoral, Gráficas, 1, 3, 4 y 5 del plano 2, Frontera debe considerarse como el tercer puerto exportador del Golfo y sólo llegan a superarlo

# = GRAFICAS COMPARATIVAS

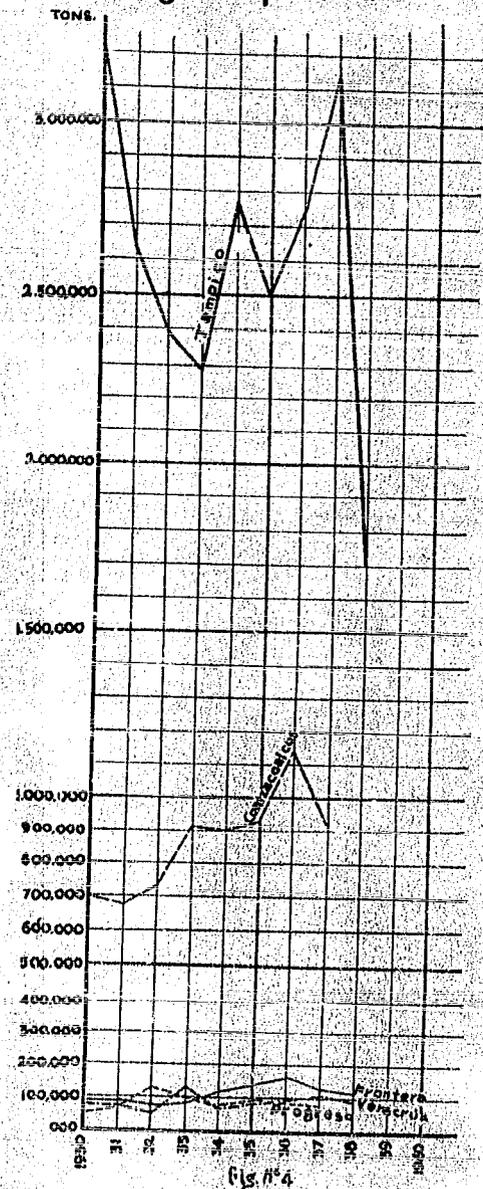
## DEL TRAFICO MARITIMO POR PUERTOS DEL GOLFO DE MEXICO, SEGUN DATOS DE LA DIRECCION DE ESTADISTICA NACIONAL.



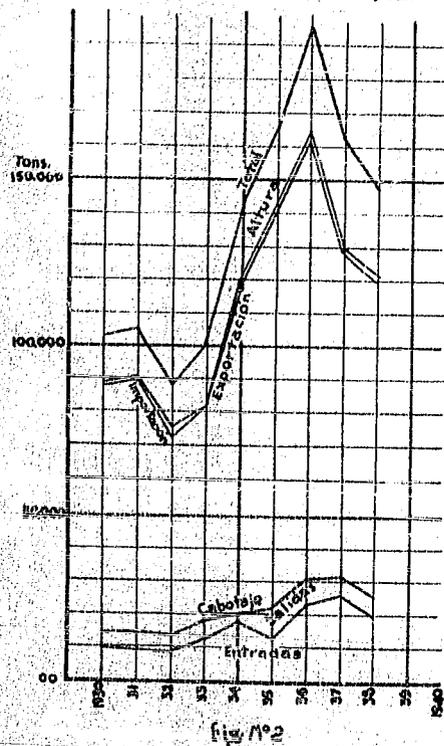
**Carga de Importación**



**Carga de Exportación**



**Carga de Cabotaje de Alfura y Total del Pta. de FRONTERA, Tab.**



# COMPARATIVAS

PUERTOS DEL GOLFO DE MEXICO, SEGUN

AL.

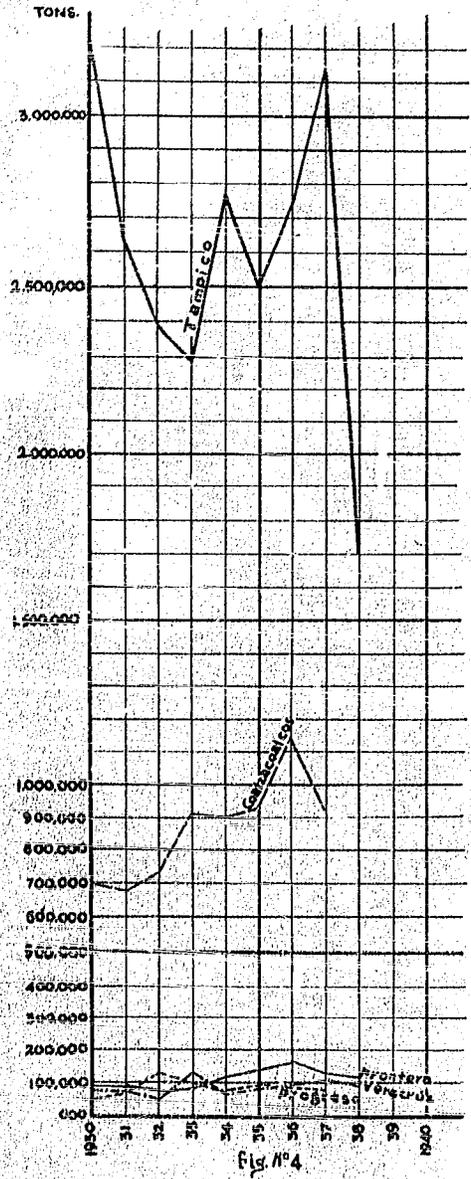
de Exportación



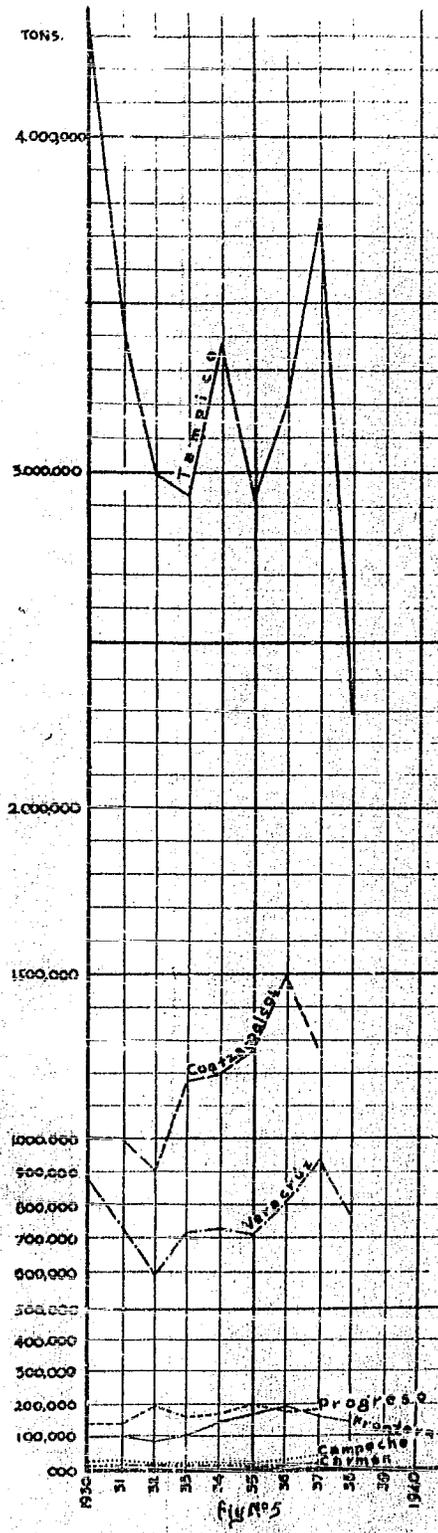
# COMPARATIVAS

PUERTOS DEL GOLFO DE MEXICO, SEGUN  
DIRECCION DE  
NACIONAL.

Carga de Exportación



Carga Total



Tepic y Coatzacoalcos gracias al petróleo y sus derivados y especialmente a sus facilidades portuarias.

Los siguientes datos estadísticos de ingresos aduanales, muestran también claramente la saturación que ha tenido este puerto en su movimiento, no obstante la potencialidad de su hinterland.

TABLA N° 3

AÑOS	INGRESOS.
1932	\$ 181 035.39
1933	" 213 719.74
1934	" 266 491.54
1935	" 1 919 671.03
1936	" 3 602 894.03
1937	" 4 002 115.53
1938	" 3 497 604.64

Se ve pues la necesidad urgente de mejorar las condiciones actuales de la desembocadura del Grijalva, ya que tiene una gran trascendencia el que ni siquiera embarcaciones de poco más de 250 toneladas puedan entrar al puerto de Frontera, lo cual ha hecho que el comercio exterior de la entidad se estanque y aún tienda a disminuir y con él decrezca la producción total del Estado, acarreando con esto la ruina económica del mismo. En cambio se ha visto que cuando alguna obra ha permitido entrar al puerto a las embarcaciones,

el comercio internacional ha crecido rápidamente y los ingresos aduanales por este concepto también aumentaron. Así pues, la grande potencialidad de la zona de influencia del puerto, la limitación que al desarrollo de esa potencialidad pone la falta de facilidades portuarias, el esencial interés que para todo un Estado, y por lo tanto, para la Nación tiene ese desarrollo, y la experiencia de que a un mejoramiento en las condiciones del puerto ha respondido inmediatamente un aumento de actividad y riqueza, hacen a las obras que se intentan no sólo recomendables sino de ingente necesidad.

RAZONES TÉCNICAS Y ECONÓMICAS QUE ORIGINARON  
LA APERTURA DEL CANAL LATERAL.

El problema técnico que se presenta para el mejoramiento del puerto de Frontera y de su salida al mar por la desembocadura del río Grijalva, es el mismo que se ha presentado y se presenta en todas las desembocaduras de los ríos del Golfo de México, así como en algunos de los Estados Unidos y que consiste en la formación de un obstáculo llamado barra, perpendicular a la dirección de la corriente del río, típico de todas las desembocaduras fluviales que descargan a un mar de poca amplitud de marea y a la vez se encuentran afectadas por una corriente marina cercana que va a lo largo del litoral.

Desde el año de 1911 se ha venido buscando la solución al problema de tener siempre la desembocadura del río Grijalva en las mejores condiciones para dar paso continuo al tráfico marítimo que llega y sale del puerto Frontera, sin que hasta la fecha a pesar de las obras que por entonces se comenzaron para tal fin, se haya obtenido el resultado deseado ya que, por el contrario, sólo han ocasionado condiciones que son lógicamente respuesta a un concepto técnicamente erróneo, según se tratará de demostrar en el desarrollo del presente estudio.

El origen de las obras estuvo en las dos alternativas que presentó la American Dredging Co. como conclusión de estudios hechos por ella a pedimento de la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas, para resolver el problema ya mencionado, las cuales concretamente quedaron definidas de la siguiente manera:

1º Mejoramiento de la desembocadura del Río Grijalva mediante la construcción definitiva de dos escolleras convergentes, de enrocamiento, y a la vez dragado en un canal de navegación entre dichas escolleras.

2º Excavación de un canal lateral perpendicular a la dirección de la corriente del río, es decir, con un rumbo de E. a O., el cual estaría localizado a 3 kilómetros aguas arriba de la desembocadura y

sobre la margen izquierda.

Este canal según el proyecto elaborado sería de 2 378 m., con un ancho de 150 m. y márgenes con talud de 5:1 hasta alcanzar la profundidad de 6 m.

Entre dichos proyectos había alguna diferencia en su costo, pues mientras el primero fluctuaba por aquel entonces entre \$ 8 381 000.00 y \$13 880 000.00 según que el canal de navegación tuviera un calado de 5.18 m. o de 7.62 m., el segundo proyecto importaba en total la cantidad de \$ 5,254,000.00.

La Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas estudió los dos proyectos asesorada por los técnicos de la Compañía, los cuales se inclinaban y aconsejaban la construcción del último proyecto para lo cual arguyen las siguientes razones técnicas y económicas:

1ª En vista de que a partir de la barra natural la pendiente del fondo del mar era muy suave, esto indicaba que no podía haber en las cercanías profundidades capaces de dar almacenamiento a los azolves acarreados, dado que las escolleras sólo se llevarían hasta dar un calado máximo de 6 m. Además se aseguró que no había una corriente litoral capaz que arrastrara dichos azolves para transportarlos a profundidades convenientes, por lo que era preferible construir una nueva salida que ofreciera más ventajas siendo ésta la del canal lateral pues:

2º Una vez abierto el canal lateral e intensificado que fuera el tráfico marítimo, dicho canal podría ampliarse a la capacidad necesaria.

3º El canal desembocaría en la rada Oeste la cual por encontrarse perfectamente abrigada, ofrecía gran seguridad en todo tiempo para la entrada y salida de las embarcaciones.

4º Con el acarreo de sólidos procedentes del desmonte de los terrenos del cultivo, la barra primitiva se taponaría por completo, lo cual ocasionaría que todas las aguas del río salieran por el canal, aumentando la velocidad de ellas en éste y por lo tanto no habría lugar a asentamientos de los azolves. También se dijo que a medida que la barra primitiva se fuera clausurando y por lo tanto dando lugar a la formación de bajos mar afuera, la ensenada donde desemboca el Canal, iría protegiéndose cada vez más.

5º A pesar de que la desembocadura primitiva del río se cerrara, no habría ningún peligro de que se provocara una nueva desembocadura, toda vez que las aguas seguirían saliendo por el canal, lo cual también aseguraba de paso a la Ciudad de Frontera del peligro de las inundaciones.

6º Hasta las embarcaciones de calado máximo de seis metros, podrían transitar inmediatamente después de seis meses de iniciada la construcción del canal.

Hasta aquí fueron las razones técnicas que dieron los Ingenieros de la American Dredging en favor de la construcción del canal lateral, las cuales parecieron ventajosas, sin embargo lo que realmente decidió la situación fueron las razones económicas, pues como se dijo antes, el costo de una y otra obra no era comparable, por lo que siendo el proyecto del canal lateral el de menor costo, tuvo la aprobación inmediata de la SCOP, además de que se dió como razón enfática de ésta, la de que el costo de conservación sería mínimo.

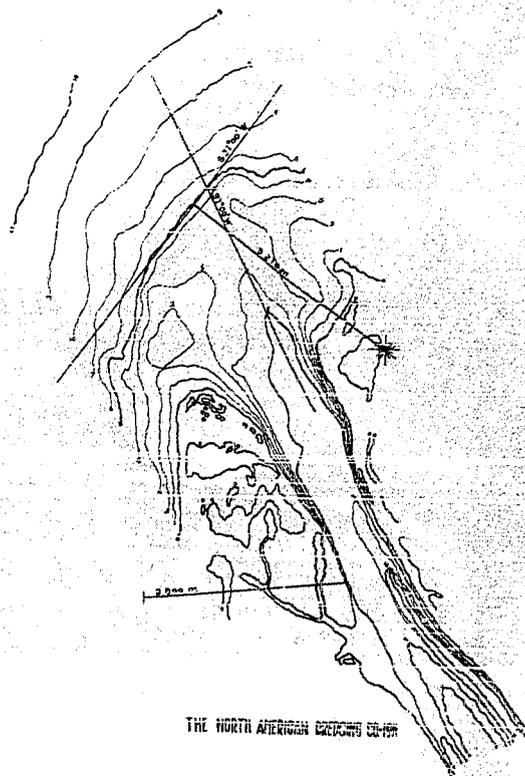
Con todas estas ventajas aparentes, la Compañía procedió a realizar el proyecto, costado naturalmente por el Gobierno Federal, pero más tarde como consecuencia de los sucesos políticos de aquella época, se tuvieron que suspender dichas obras, faltando por construirse una parte del espolón de salida del canal sobre la rada Oeste.

Sin embargo, a pesar de que gran parte del proyecto se encontraba ya terminado y por lo tanto se esperaba que todo funcionara de acuerdo con lo previsto, el transcurso del tiempo ha demostrado todo lo contrario, pues tal parece que cada una de las ventajas antes enunciadas fueron teniendo su respuesta negativa y así es como se ve ahora que a pesar de asegurarse que con la apertura del canal lateral y tapamiento de la barra primitiva debió haber existido una regularización automática en la velocidad de las aguas, la

cual impediría el azolvamiento del canal nuevo, no fué así, pues nunca hubo tal regularización como puede quedar demostrado al observar que los espolones de enrocamiento tanto de entrada como de salida de dicho Canal han quedado completamente cubiertos por la arena que acarreada por la corriente, se depositó en esos lugares.

Esto naturalmente tiene su explicación al pensar por un momento que una vez abierto el Canal, las aguas del río encontrarían dos desembocaduras al mar, lo cual haría disminuir la velocidad de las corrientes, causa suficiente para ocasionar el depósito de azolves en las dos salidas, notándose que, mientras en la primitiva la barra se aperalaba hasta el grado de emerger de las aguas, en el Canal, el bajo formado iba avanzando cada vez más mar adentro, debido a la falta de una corriente marina, esto naturalmente hizo que la costa fuera ganando terreno al mar con lo que la antigua ensenada que ahí existía y la cual servía de abrigo a las embarcaciones en los peores temporales, desapareció y el fondeadero queda ahora más distante y sin protección alguna.

Por otro lado, también contrariamente a lo que se pensó en un principio, al azolverse la desembocadura principal se notó inmediatamente, cosa que es aún más marcada en tiempo de creciente, que la frecuencia con que se suscitan las inundaciones en gran parte



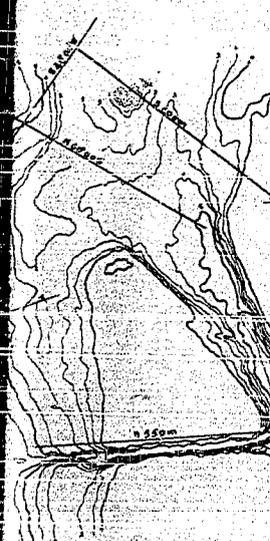
COMPARACION DE LOS DISTINTOS PL  
 Levantados en la desembocadura  
 del RIO GRIJALVA.

E.C. 1: 70 000



COMPARACION DE LOS DISTINTOS PL  
 Levantados en la desembocadura  
 del RIO GRIJALVA.

E.C. 1: 70 000



ION DE LOS DISTINTOS PL  
ados en la desembocadura  
RIO GRIJALVA.

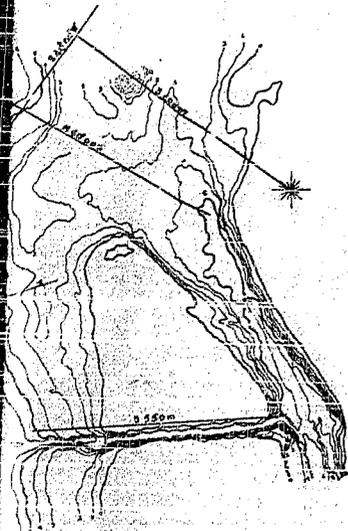
C. 1: 50 000



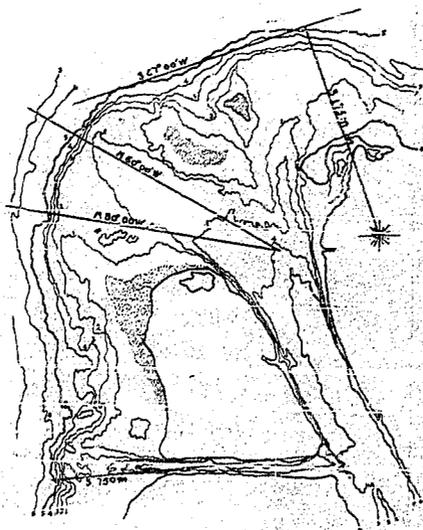
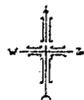
S.C.O.P. 1926

ION DE LOS DISTINTOS PLANOS  
ados en la desembocadura  
RIO GRIJALVA.

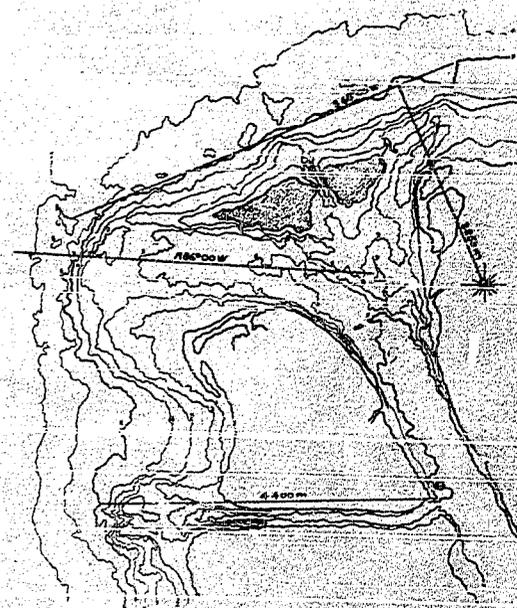
C. 1: 50 000



S.C.O.P. 1926



S.C.O.P. 1931



S.C.O.P. 1938

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MEXICO  
ESCUELA NACIONAL DE INGENIERIA  
**PLANO N° 3**  
TESIS PROFESIONAL  
Abel Pérez Trío  
**1943**

de las tierras adyacentes al río Grijalva, ha ido en aumento.

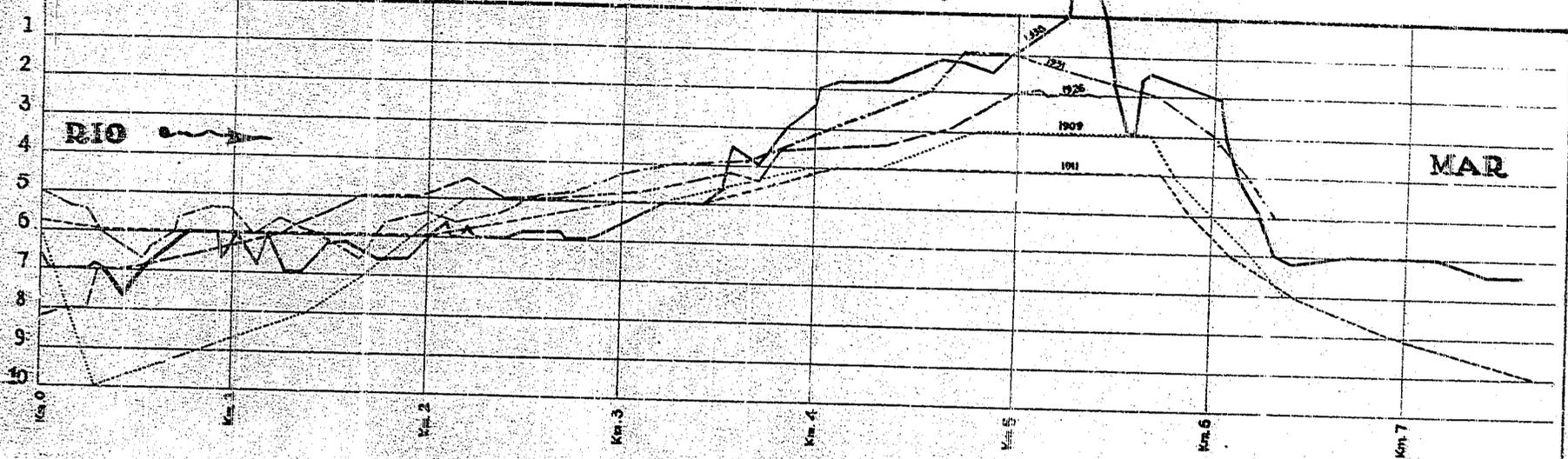
Ahora bien, como desde un principio se notó que la nueva desembocadura también se azolve, se pensó que esto podría remediarse mediante dragados periódicos que se hicieran sobre el banco formado, lo cual en un principio solucionó el problema a las embarcaciones, pero más tarde, se notó que la duración de dichos dragados era casi nula y en cambio si la longitud por canalizar iba siendo cada vez mayor, ya que como se dijo antes, la costa iba avanzando hacia el mar y por lo tanto, el banco de arena siempre tendía a formarse en cada nueva salida del canal. Esto naturalmente vino a echar por tierra la 2ª ventaja económica, pues el gasto de conservación era cada vez mayor aparte de que nunca llegó a intensificarse el tráfico marítimo al grado de que hubiera necesidad de ensanchar más el canal, por lo que tuvo que abandonarse por completo dicha obra de mejoramiento, no pudiendo entrar más tarde ni embarcaciones de poco más de 1.50 m. de calado.

Para una mejor ilustración de lo que se ha dicho se dan los planos de los levantamientos hechos en 1909, 1911, 1926, 1931 y 1938 (plano Nº 3) los cuales muestran las transformaciones sufridas por la desembocadura antes y después de la apertura del canal, notándose que entre los dos primeros no hay ninguna variación en los datos que puedan tomarse como referencia, como son la distancia en línea recta del Faro a la curva de

# PERFIL por el Eje del Canal Natural.

Mts. 00

Más Baja Marca del lugar

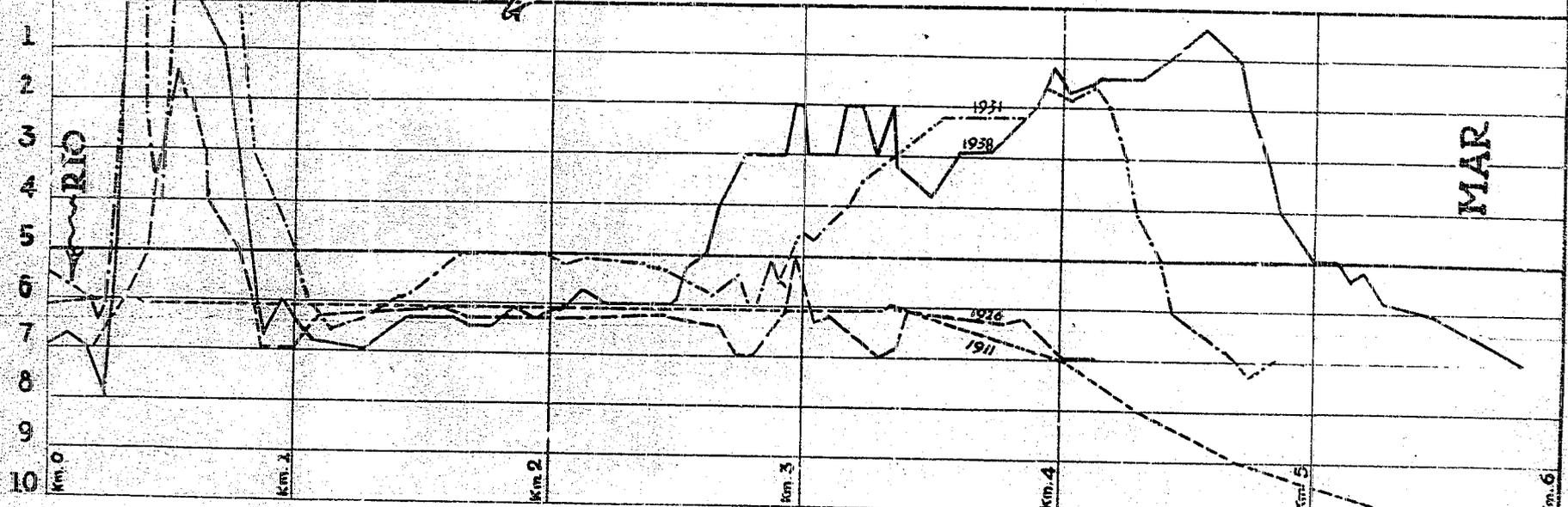


UNIVERSIDAD NACIONAL DE MEXICO  
ESCUELA NAL DE INGENIEROS

**PLANO N°-4.**

TESIS PROFESIONAL 1943  
Abel Pérez Trejo.

00 **PERFIL** por el Eje del Canal Artificial



UNIVERSIDAD NACIONAL DE MEXICO  
ESCUELA NAL. DE INGENIEROS

**PLANO N°-5**

TESIS PROFESIONAL  
Abel Pérez Trejo  
**1943**

-5 metros y rumbo aparente de la desembocadura; en cambio a partir de la apertura del canal lateral podemos notar los fenómenos que a continuación se indican:

TABLA Nº 4.

FENOMENOS	1911	1912	1913	1926	1931	1938
Formación Deltaide .....	no			bajó al B	2 ban- cos.	2 isla- tes
Rumbo Desembocadura.....	N.27°OW	Apertura		N.60°OW	N.60°OW a N.80°OW	N86°W
Rumbo Curvas -5 y -6 m.....	S.37°OW			S.40°OW	S.67°OW	S.68°W
Area Punta Buey	374 Ha.			400 Ha.	426 Ha.	592 Ha.
Longitud Canal Lateral.....	2,800 m.	Canal		3,550 m.	3,750 m	4,400m.
Erosión Sobre Delta.....	no			inaprec.	inaprec.	aprec.
Profund. Barra Primitiva.....	3.28 m.	Lateral		1.98 m.	2.44 m.	1.52m
Profund. Barra Lateral.....				6.10 m.	1.52 m.	1.52m

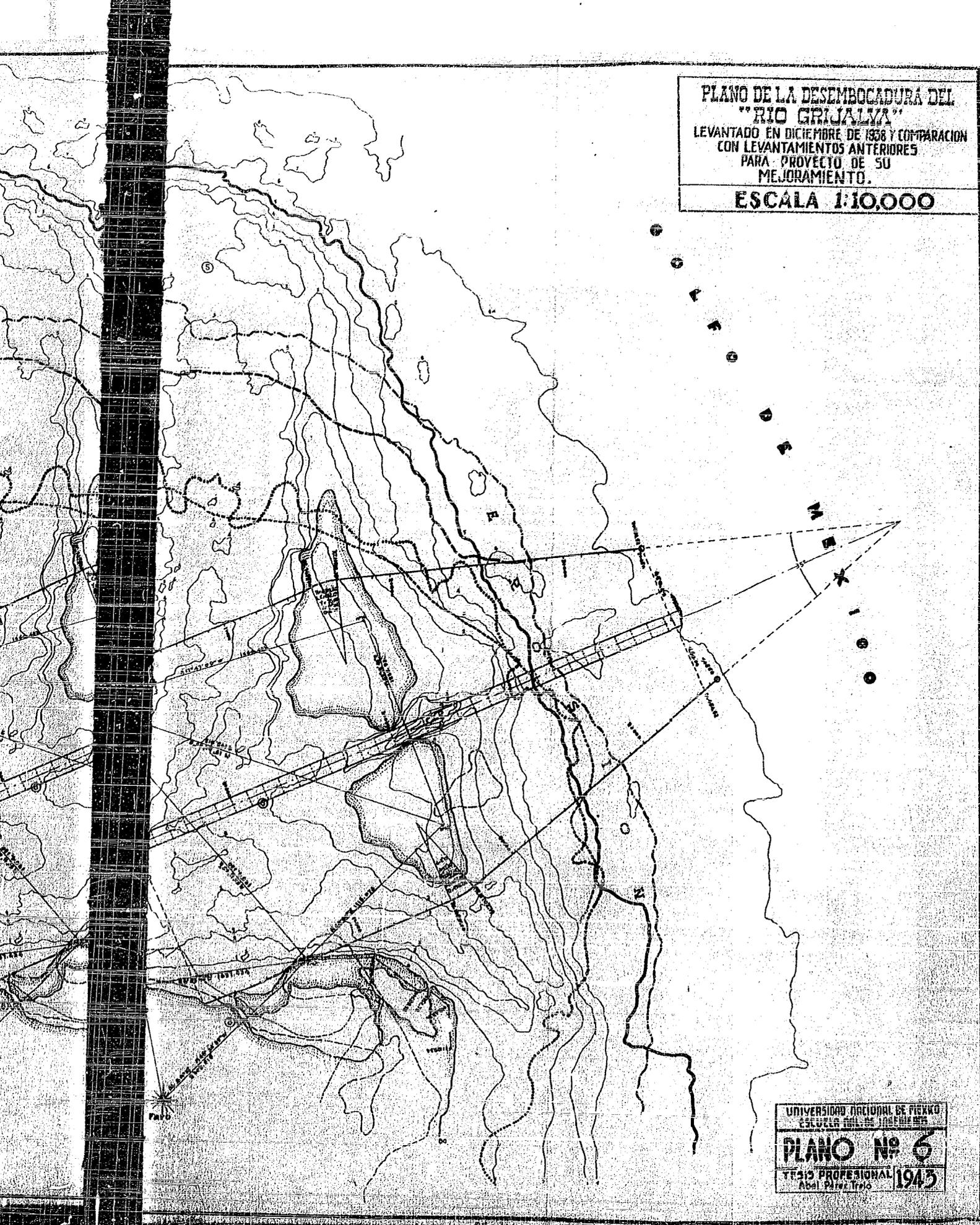
También se dan las secciones longitudinales por los ejes del canal natural y artificial respectivamente (Planos Nº 4 y 5) en los cuales se pone de manifiesto gráficamente los fenómenos anotados en los renglones 5, 6, 7, y 8 de la tabla anterior.

Asímismo se da el plano de conjunto (plano Nº 6) donde se han superpuesto las curvas de 0 y -5 m.-



PLANO DE LA DESEMBOCADURA DEL  
"RIO GRUJALIA"  
LEVANTADO EN DICIEMBRE DE 1936 Y COMPARACION  
CON LEVANTAMIENTOS ANTERIORES  
PARA PROYECTO DE SU  
MEJORAMIENTO.

ESCALA 1:10,000



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PUEBLO  
ESCUELA DE INGENIERIA  
**PLANO Nº 6**  
TESIS PROFESIONAL 1943  
Abel Pérez Trejo

de los planos anteriores lo cual viene a corroborar todo lo dicho.

Como se ve en el plano N° 6, en el año de 1938, la barra primitiva sufrió una erosión por el lado que da al mar sobre los islotes ya formados, a la vez que observando los distintos rumbos que la desembocadura principal ha ido tomando, nos muestra que sí hay una corriente marina capaz de mantener las profundidades del Océano y a la vez de transportar los sólidos entregados a éste por el río, con lo cual queda desmentida la primera de las ventajas que aparentemente se vieron para llevar a cabo la construcción del canal artificial y por lo tanto con esto ha quedado demostrado que tal proyecto fué como se dijo antes, el resultado de un concepto erróneo en la técnica de la Ingeniería.

RAZONES TECNICAS Y ECONOMICAS QUE JUSTIFICAN  
EL MEJORAMIENTO DE LA DESEMBOCADURA NATURAL  
DEL RIO GRIJALVA.

Hasta aquí sólo se han visto las razones -- técnicas y económicas por las que no debió haber existido el canal lateral, ya que todos los desaciertos -- anotados anteriormente y que por desgracia no se hicieron evidentes hasta que la realidad los mostró, debiéronse prever antes de la construcción, pues ahora, como puede juzgarse de los planos la desembocadura del Río Grijalva está en peores condiciones que antes y -- gran cantidad de dinero se ha perdido tratando de conservar el canal lateral, sin que hasta la actualidad se haya tenido un solo resultado satisfactorio.

Así pues, encontrándose la desembocadura de este río en tal estado, urge mejorar sus condiciones -- para lo cual hay que tomar en cuenta además de las desventajas antes anotadas, las cuales en sí forman un -- poderoso conjunto de razones en favor de cualquier -- otro proyecto, las siguientes circunstancias:

1a.- Se ha notado, según los planos 3 y 6, la presencia de una corriente marina que no sólo ha -- erosionado los bancos de arena sobre la barra natural -- por el lado del mar, sino que hasta ha hecho que la -- dirección de la corriente fluvial gire francamente ha-

cia el Oeste lo que indica que el río por sí mismo trata de restablecer su equilibrio hidráulico al intentar con este giro cegar por completo el canal lateral y volver a abrirse paso a través de su barra natural. Esto se pone de manifiesto cuando por cualquier circunstancia la barra del canal lateral se obstrucciona; inmediatamente se nota el desazolvamiento, en parte, sobre la barra natural, aumentando el calado en ésta.

## 2º VIENTOS.

Según los pocos datos que se tienen al respecto se puede decir que los vientos reinantes son los del primer cuadrante, y en algunas ocasiones también soplan vientos del segundo, sin embargo durante los meses de septiembre y febrero los que más frecuentemente se presentan son los del Norte que llegan a ser bastante intensos caracterizándose por estar precedidos invariablemente de una baja barométrica; de estos se puede decir que por su misma intensidad y en las actuales condiciones de la desembocadura, pondrían en peligro a las embarcaciones que trataran de franquear la entrada.

## 3º CORRIENTES.

Sobre este asunto es por demás seguir insistiendo en la evidencia de la corriente litoral que se muestra en los planos 3 y 6 y sólo se hace notar, que los bancos formados por los azolves avanzando ha--

cia el Norte, es decir, hacia el mar, han formado un --  
obstáculo en medio de la corriente encontrándose azol-  
ves al Este de ellos y si se observa ahora la dirección  
de la curva de -5 m. en todos los casos se ve que se do-  
bla con tendencia a mantener siempre una ensenada con-  
lo cual queda definida su dirección, que es de Este a --  
Oeste.

#### 4º MAREAS.

Son pocos los datos que al respecto se tie-  
nen, sin embargo, por los que en seguida se dan, puede-  
tenerse la idea de que es un lugar donde la amplitud de  
marea es pequeña:

TABLA Nº 5

MES	PLEAMAR	BAJAMAR
Mayo	0.48 m.	0.05 m.
Junio	1.08 m.	0.37 m.
Julio	1.28 m.	0.20 m.
Agosto	1.02 m.	0.14 m.

Estos datos corresponden a las observacio-  
nes hechas con respecto al nivel medio del mar.

Como podrá verse la marea media en este lu-  
gar es de 0.90 m. pero a pesar de esto, la corriente -  
de marea es franca y abundante, pues no obstante de que  
es estorbada por la barra, se hace sentir hasta aguas -

arriba de la confluencia del Usumacinta con el Grijalva, la cual está a 20 kilómetros de la desembocadura.- Esto acusa que la vaciante del río podrá hacerse capaz de evitar la formación de una barra entre Escolleras - dada su fuerza viva, si se ve incrementada por el aumento de velocidad del agua al cerrarse el canal lateral, - pues automáticamente el gasto del río aumentará en la - desembocadura, tanto más si éste queda estrechado entre diques.

#### 5\* NATURALEZA DEL FONDO:

De acuerdo con los sondeos hechos en la -- desembocadura se ve que todo el fondo es uniforme siendo su composición toda de materiales de acarreo y en estado actual de formación, ya que a una profundidad de 8 a 10 metros, todavía se encuentran despojos de vegetales y a medida que se desciende en las perforaciones, la arena va estando más y más mezclada con barro, así mismo en los bajos formados, se encuentra la misma naturaleza de terreno y sólo al cruzar la barra y en los lugares más profundos se encuentra algo de fango, es -- notable que tanto en los cabezos de la barra como en -- las playas marginales ya sean marítimas o fluviales no se encuentran ni siquiera indicios de guijarros.

### METODO DE MEJORAMIENTO.

Por estas razones se ve claramente que el proyecto de mejoramiento de la desembocadura del río Grijalva debe circunscribirse precisamente a la natural de este río y debe consistir en una canalización de sus aguas hasta alcanzar la profundidad deseada para el mismo proyecto, fuera de la barra, para lo cual se dispone de los métodos siguientes:

#### 1.º METODO DE ESCOLLERAS.

Mediante la prolongación y estrechamiento artificial del cauce del río, mar adentro, por medio de dos escolleras paralelas, pues así es como la corriente mantiene cierta velocidad hasta las aguas profundas del mar, logrando con esto que las materias sólidas que arrastre y que lleve en suspensión, los deposite en parte donde no estorben a la navegación o bien los entregue a una corriente litoral, para que ésta se encargue de transportarlos a sitios más o menos lejanos.

Por otra parte al mantenerse la velocidad adquirida por la corriente, de este modo encauzada y en contrarse con los bajos que forman la barra, naturalmente remueve los azolves ya depositados estableciendo un lecho de profundidad semejante a la que tiene el río aguas arriba y no muy lejos de su desembocadura, donde

sus condiciones hidráulicas medias sean iguales a las que se produzcan entre las escolleras.

El éxito de este método depende de varios factores como son: la pendiente que haya frente a la desembocadura, la tenuidad y ligereza de los sedimentos, la existencia de una corriente marina, la velocidad de ésta y la profundidad a la cual se sienta su acción.

La desaparición de la barra y el mantenimiento de las profundidades se deja al efecto de la corriente producida.

Tiene este primer método el inconveniente de no ser siempre permanente, pues tarde o temprano se volverá probablemente a formar una barra entre las escolleras, con lo que sería entonces necesario prolongarlas mar adentro.

## 2º METODO DE DRAGADO.

Este es aplicable en aquellos casos en que por circunstancias especiales de la desembocadura, la construcción de diques de enrocamiento resulta muy costosa, como sucede cuando el río se prolonga mar adentro, después de la línea de playa y bajo la superficie libre del agua, dando la apariencia de que la barra formada en estas condiciones, se encuentra lejos de la desembocadura aparente y por lo tanto para encauzar el agua que se encuentra entre la playa y la barra, se hace necesario construir diques de grandes longitudes, que co-

mo ya se dijo, resultan sumamente costosos, por lo que para abaratar el costo de la obra, si es que las cualidades hidráulicas del río lo permiten, se emplea el método de dragado ya que el precio de éste no se altera notablemente si se hace dentro del cauce del río o sobre la barra.

Otro de los casos es aquel en que teniendo el fondo del lado del mar una pendiente muy pequeña y siendo la profundidad que se le va a dar al canal, grande, la construcción de escolleras sería también costosa, puesto que además de las grandes longitudes de ellas, se requeriría profundizarlas hasta donde fuera necesario, en cambio como el precio del dragado por metro cúbico es muy pequeño comparado con el que tendría un metro cúbico de enrocamiento, resulta preferible utilizar el método al cual se ha hecho mención.

Este método tiene el inconveniente de que hay que emplearlo cada vez que el canal se azolve.

En el caso de este estudio, los dos métodos primeros tienen su parte aplicable, pero teniendo en cuenta las actuales condiciones de la desembocadura, en la que debido a la salida de una parte del gasto del río por el canal lateral, no es posible que las solas escolleras basten en un principio para restablecer la salida primitiva, por lo que para el aceleramiento de su restitución se hace necesario el empleo de un tercer método, que es en mixto.

### 3º METODO MIXTO.

Cuando la construcción de escolleras sobre la desembocadura de un río no es suficiente para dar al canal la profundidad debida, entonces se hace necesario obtener y en muchos casos conservarla, ejecutando dragados, constituyéndose así el método mixto.

Este ha sido utilizado con bastante éxito en los puertos de Tampico y Coatzacoalcos, los cuales tienen alguna similitud con Frontera y por lo tanto se cree correcto su uso en este caso, sin embargo, se hace la observación de que al emplear el método mixto en la desembocadura del Grijalva, tendrá en un principio por objeto la aceleración de la destrucción de la barra entre escolleras y que una vez terminado el proyecto es muy posible que los dragados se hagan innecesarios durante mucho tiempo, pues debido a las razones que se dieron con anterioridad, se cree que las escolleras basten para mantener la profundidad debida.

La profundidad que se requiere en la desembocadura del Grijalva, se estima que debe ser como mínimo de 6.10 m. y para justificarla basta ver los barcos que principalmente han hecho el servicio de transporte de plátano entre algunos puertos de la República y de otras naciones a los Estados Unidos, los cuales están destinados únicamente a esta clase de carga, demostrando hasta ahora que con las dimensiones que a continuación se dan, son suficientes para satisfacer su cometi-

do, por lo que no hay probabilidades que los tonelajes de estas embarcaciones sean aumentados en el futuro.

TABLA N<sup>o</sup> 6

NOMBRES	ESLORA	MANGA	PUNTAJ.	CALADO MAX.	TONELAJE	
	EN M.	EN M.	EN M.	EN M.	BRUTO	NETO
Ceiba	94.12	11.92	5.74	5.40	1698	1054
Granada	59.79	13.74	9.58	6.13	3332	2085
Miraflores	66.09	11.85	7.60	6.10	2158	1201
St. Mary	82.14	11.79	7.52	6.10	2141	1194
Virginia	80.56	10.94	7.14	5.72	1638	940
Yoro	94.03	11.92	5.74	5.40	1697	1052

N A C I O N A L E S .

Coahuila	92.60	13.74	6.89	6.08	2876	1892
Cayo Mambi	62.26	11.46	7.60	6.08	1925	1055
Emancipa- ción.....	76.30	13.22	6.15	4.43	2114	1282

LOCALIZACION DE LAS ESTRUCTURAS.

Una vez encontrado el método de mejoramiento aplicable a la desembocadura del Grijalva, se procederá a hacer la mejor localización de las escolleras y canal de navegación.

DISTANCIA ENTRE LAS TOLLERAS.

Como ya se dijo, es de procurarse recons...

truir entre las escolleras un canal semejante al que muestran el río en sus tramos de profundidad aceptable, en este caso, se encontró que a unos dos kilómetros -- arriba de la desembocadura, el ancho del río es de 900 metros, teniendo profundidades hasta de 8 metros, por lo que si en los extremos de las escolleras éstas guardan entre sí el ancho antes anotado, es de asegurarse -- que a pendiente semejante el canal se conservará por -- lo menos con una profundidad de 6 metros, pues en tiempo de la vaciante la corriente de marea es bastante --- fuerte y reforzará la acción erosiva, influyendo este -- fenómeno para mantener por un tiempo más o menos largo, la conservación de dicho canal a un costo bastante bajo.

#### DIRECCION DE LAS ESCOLLERAS.

Con el objeto de definir la dirección de -- las escolleras se tomó en consideración en primer térmi-- no el rumbo de la corriente literal, el cual según las observaciones de fecha más reciente, es de S 63° W por lo que debiendo ser el eje del canal perpendicular a -- dicha dirección, se trazó éste con un rumbo de N 22° W, obligándolo a pasar en medio de los dos bajos formados en la barra, con lo cual el volumen por dragar al cru-- zar ésta, disminuirá considerablemente.

De acuerdo con el rumbo anterior y la topografía general de la desembocadura, se creyó convenient-- te que las escolleras arrancaran paralelas con una dis--

tancia entre ellas igual al ancho de la desembocadura, continuando así hasta llegar a los bajos formados por la barra; a partir de éstos, ambas escolleras irán disminuyendo hasta tener el ancho especificado a fin de que a la salida y por la misma forma convergente de ellas, las aguas con azolves así conducidas, adquieran mayor velocidad en la salida entrando de manera franca y perpendicular a la corriente marina en una distancia bastante grande, encargándose después dicha corriente de arrastrar los sedimentos a lugares bastantes alejados de la bocana.

Otro objeto de la convergencia de las escolleras, es el que la agitación exterior debida al mal tiempo, ya que los vientos dominantes son del norte disminuya a medida que las olas, después de entrar por la bocana, vayan perdiendo altura conforme avancen hacia el interior.

En cuanto al canal de navegación, éste se construirá mediante dragados, dándole un ancho de 100 metros en toda su longitud hasta alcanzar su profundidad estipulada. Dicho canal, tiene por objeto encauzar las aguas del río, para que de esta manera se acelere el cegamiento del canal lateral a la vez que ayudar a la corriente a destruir la parte de la barra encerrada entre escolleras, ya que el canal al cortarla por decirlo así y aumentarse en éste la velocidad del agua, irá ensanchándose por la acción erosiva de la misma, consiguiendo con esto el objeto deseado.

Ahora bien, construídas las escolleras, es muy posible que sobre el extremo de la localizada al Oriente, se forme un bajo debido a la corriente litoral, el cual irá creciendo hacia el Poniente originando con esto que el canal formado también se desvíe hacia el extremo de la escollera Poniente, lo que puede evitarse prolongando un poco más mar adentro la primera. Esta medida lejos de perjudicar de algún modo, tiene también por objeto evitar que los vientos fuertes del Norte azoten directamente la desembocadura y así las embarcaciones puedan controlar su entrada.

Como complemento del proyecto, el material dragado en el canal de navegación, se depositará sobre el lateral, fijado con enfagnados, para acelerar la clausura de este último.

#### TIPO DE LA SECCION TRANSVERSAL Y VOLUMENES DE ENROCAMIENTO DE LAS ESCOLLERAS.

Las escolleras se construirán con la siguiente sección:

Corona 9 metros de ancho y a 3 metros sobre la marea baja media que es el plano de comparación tomado para todos los levantamientos; talud del lado del río, 1 por 1, y del lado del mar 1.5 por 1, hasta llegar al morro el cual tendrá 18 metros de ancho en la corona y 50 metros de largo, con taludes laterales y de cabecera de 1.5 por 1.

En cuanto a la distribución de la piedra se establecerán tres secciones tipo:

1ª Del arranque de las escolleras hasta que lleguen a -4 m. (con respecto a la marea baja media) estarán formadas por un corazón de piedra graduada mayor de 50 kg. y menor de 2 000 kg., según las proporciones que de la explotación de la cantera para tener el menor desperdicio posible y un recubrimiento formado por bloques de cuando menos 2 000 kg. sin llegar a 5 000kg.

2ª Del punto donde las escolleras alcancen la cota -4 m. a la iniciación del morro, el corazón será igual al tramo anterior y el recubrimiento estará formado por bloques de 5 000 kg. o más sin llegar a los 10 000 kg.

3ª En los morros el corazón será igual al resto de la escollera y el recubrimiento se hará con bloques de no menos de 10 000 kg. y no más de 15 000kg.

Los recubrimientos serán de 2.00 metros de espesor en todas las caras.

Los diversos tamaños de la piedra así como la conformación de la sección que se ha descrito, tienen su fundamento en los resultados experimentales que se han tenido en las construcciones de esta índole y en este caso particular de las escolleras de Coatzacoalcos.

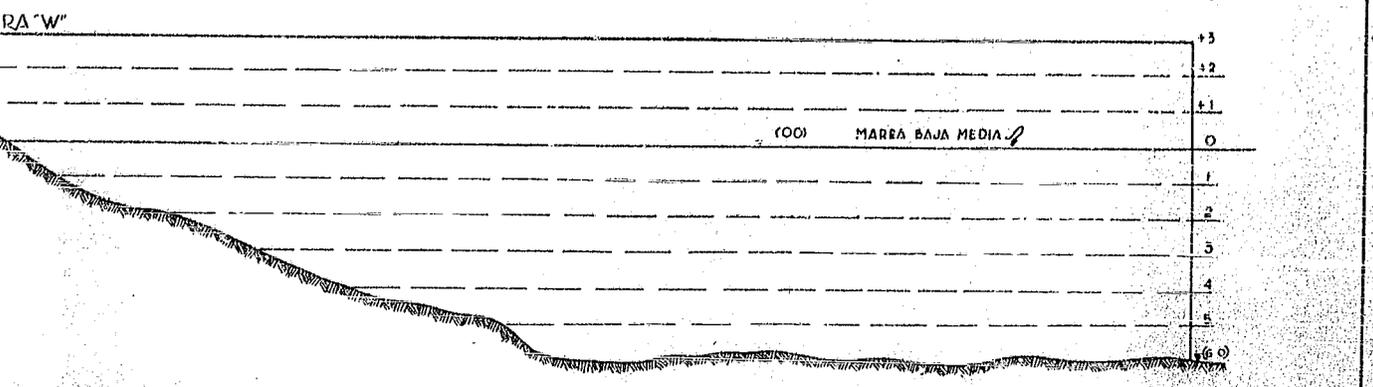
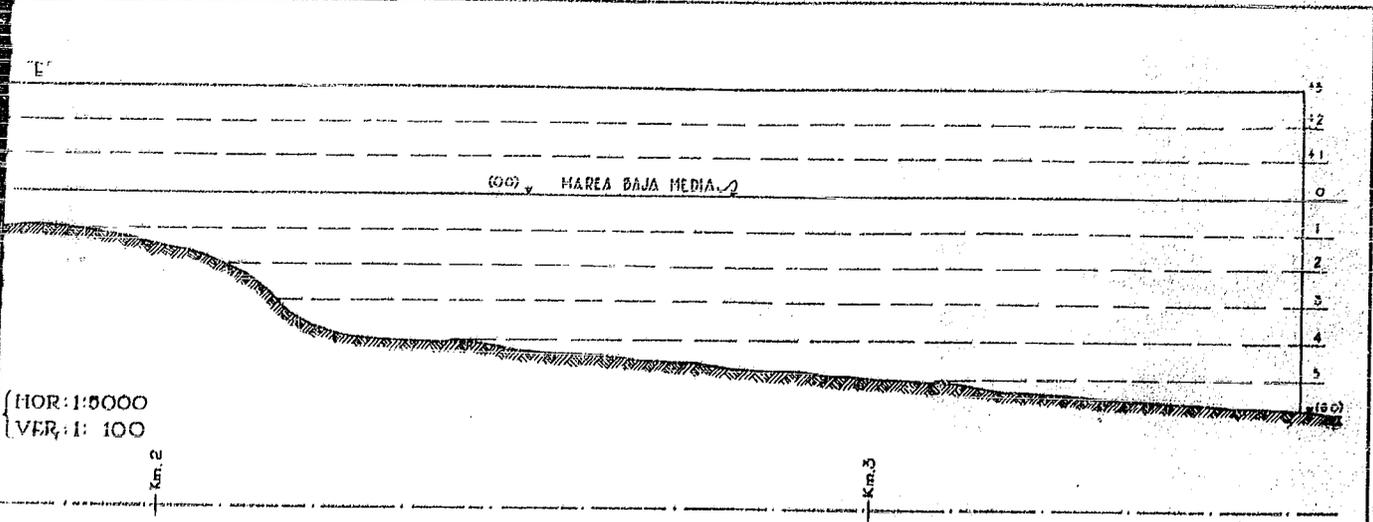
Las escolleras tendrán un largo de 3 450 metros la W y de 3 550 metros la E (plano N° 7), con lo cual hace que tengan respectivamente un volumen de 395 255 m<sup>3</sup> y 354 350 m<sup>3</sup> o sea que multiplicando estos

ESCOLERA 'E'

ESCALAS { HOR: 1:8000  
VER: 1:100

ESCOLERA 'W'

PERFILES DE LAS ESCOLLERAS



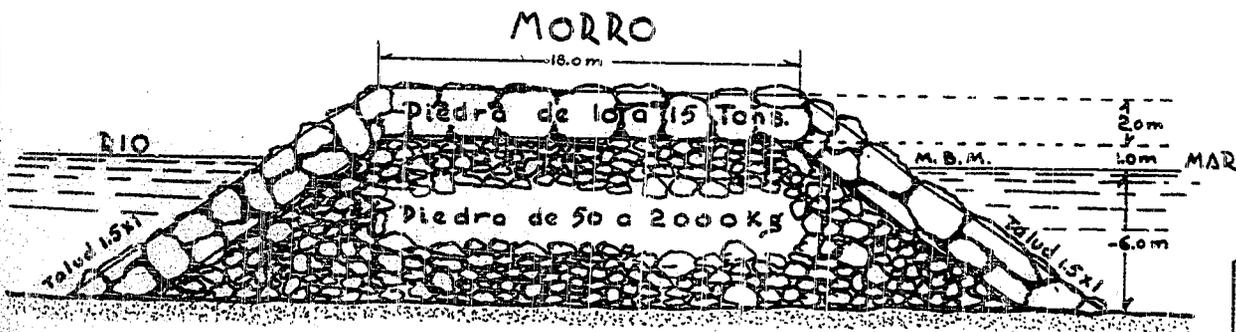
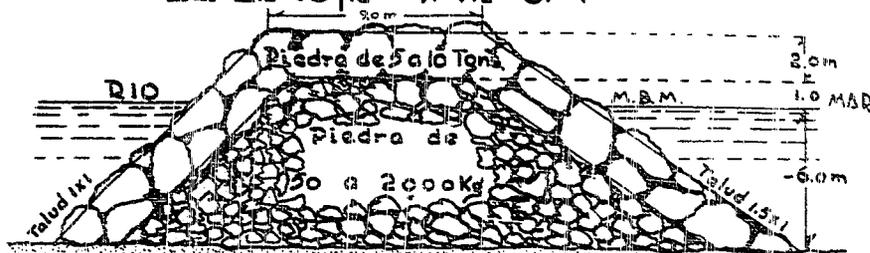
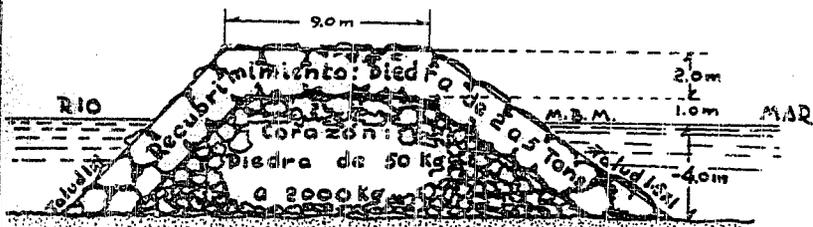
COLLIDAS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MEXICO	
ESCUELA NACIONAL DE INGENIEROS	
<b>PLANO N°-7</b>	
TESIS PROFESIONAL	1943
Cibol Pérez Trejo	

# SECCIONES TIPO DE ENROCAMIENTO

HASTA-ALCANZAR-LA-COTA: -4M

DE-LA-COTA: -4M A -6M



ES (1:200)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MEXICO  
ESCUELA NAL. DE INGENIEROS

PLANO N° - 8

TESIS PROFESIONAL.  
ABEL PEREZ TREJO.

1943

últimos resultados por 1.6 Tons/m<sup>3</sup>, que es el peso volumétrico de la piedra, nos da los siguientes tonelajes.

Escollera Oeste 632 408 toneladas,

Escollera Este 566 960 toneladas.

Estos resultados se derivan de los cálculos mostrados en la tabla adjunta (plano número 9); en el plano N<sup>o</sup> 8, pueden verse también gráficamente las características de las secciones descritas, así como la distribución por el tamaño y peso de la piedra.

Los pesos antes anotados son teóricos, por lo que se deben aumentar en un 25% debido a los asentamientos del terreno y pérdidas en la colocación y por lo tanto, al hacer el presupuesto de ésta deberá tomarse en cuenta un tonelaje total de:

ESCOLLERA W	ESCOLLERA E	TONELAJE TOTAL
632 408	+ 566 960	= 1 199 368 ± 1 200 000 Ton.

∴ 1 200 000 x 1.25 = 1 500 000 Tons.

### TRANSPORTE Y CALIDAD DE LA PIEDRA.

Debido a los tamaños requeridos de la que debe emplearse en la construcción de este proyecto, se buscó un lugar apropiado para su producción, sin que por la misma naturaleza de la mayor parte del terreno del Estado de Tabasco, se hubieran encontrado mantos

Secc	b	b <sub>2</sub>	g <sub>1</sub>	125 <sup>1</sup>	Area	Area Media	Secc	b	b <sub>2</sub>	g <sub>1</sub>	125 <sup>1</sup>	Area	Area Media
04 000	30	90	270	1125	38.25	38.25	04 000	30	90	2700	11.25	38.25	38.25
050	30	90	270	1125	38.25	38.25	050	30	90	2700	11.25	38.25	38.25
100	30	90	270	1125	38.25	38.25	100	31	95	2790	12.00	39.90	39.90
150	30	90	270	1125	38.25	38.25	150	32	102	2820	12.75	41.55	41.55
200	34	115	306	1257	44.97	41.60	200	31	96	2790	12.00	39.90	39.90
250	45	202	405	2525	65.70	76.50	250	50	90	2700	11.25	38.25	38.25
300	55	302	495	3175	81.25	95.60	300	31	96	2790	12.00	39.90	39.90
350	62	354	558	3820	103.30	116.20	350	32	102	2820	12.75	41.55	41.55
400	64	409	576	3112	108.72	120.20	400	34	115	3060	14.57	44.97	44.97
450	0.7	443	603	3600	116.90	124.25	450	34	115	3060	14.57	44.97	44.97
500	7.0	490	630	6125	124.25	124.25	500	32	102	2820	12.75	41.55	41.55
550	7.0	490	630	6125	124.25	124.25	550	30	90	2700	11.25	38.25	38.25
600	6.7	443	603	3567	116.30	127.60	600	30	90	2700	11.25	38.25	38.25
650	5.8	452	612	3775	118.25	133.60	650	30	90	2700	11.25	38.25	38.25
700	7.0	490	630	6125	124.25	128.90	700	30	90	2700	11.25	38.25	38.25
750	7.2	518	648	6715	130.85	139.60	750	30	90	2700	11.25	38.25	38.25
800	7.5	562	675	7025	137.75	153.60	800	30	90	2700	11.25	38.25	38.25
850	7.2	518	648	6715	130.85	153.60	850	30	90	2700	11.25	38.25	38.25
900	7.0	480	630	6125	124.25	162.90	900	45	160	3600	20.00	57.00	57.00
950	7.0	490	630	6125	124.25	162.90	950	50	202	4020	25.25	57.5	57.5
10 000	6.8	462	612	3775	118.25	116.30	10 000	50	202	4020	25.25	57.5	57.5
100	6.4	409	576	3112	108.72	116.30	100	51	336	6220	42.00	94.20	94.20
150	6.2	384	558	4800	105.90	102.10	150	61	372	5430	46.50	101.40	101.40
200	6.1	372	549	4650	101.40	102.10	200	62	384	5580	48.00	101.40	101.40
250	5.0	250	450	3125	76.25	88.80	250	63	396	5670	49.70	106.20	106.20
300	4.6	211	414	2532	67.77	72.00	300	62	384	5580	48.00	101.40	101.40
350	4.3	184	387	2300	61.70	64.70	350	62	384	5580	48.00	101.40	101.40
400	3.9	152	351	1900	54.10	57.90	400	61	372	5430	46.50	94.20	94.20
450	3.0	90	270	1125	38.25	45.20	450	59	348	5130	43.50	88.50	88.50
500	3.0	90	270	1125	38.25	38.25	500	55	302	4950	37.75	81.25	81.25
550	3.0	90	270	1125	38.25	38.25	550	52	270	4620	33.55	80.15	80.15
600	3.0	90	270	1125	38.25	38.25	600	48	230	4320	29.75	71.95	71.95
650	3.0	90	270	1125	38.25	38.25	650	46	211	4140	26.37	67.77	67.77
700	3.0	90	270	1125	38.25	38.25	700	46	211	4140	26.37	67.77	67.77
750	3.0	90	270	1125	38.25	42.50	750	42	176	3780	22.00	59.80	59.80
800	3.5	122	315	1525	46.75	51.30	800	40	160	3600	20.00	57.00	57.00
850	4.0	150	360	2025	59.00	59.90	850	41	158	3520	21.00	57.90	57.90
900	4.4	10.3	396	2412	13.72	66.70	900	42	176	3780	22.00	59.80	59.80
950	4.7	22.0	423	2750	59.90	73.00	950	44	183	3900	24.72	63.72	63.72
10 000	5.0	25.0	450	3125	76.25	80.60	10 000	46	183	3900	24.72	63.72	63.72
050	5.4	29.1	436	3637	84.97	89.50	050	48	211	4140	26.37	67.77	67.77
100	5.8	33.6	522	4260	94.20	92.80	100	52	270	4620	33.55	80.15	80.15
150	6.1	37.2	549	4650	101.40	102.80	150	57	324	5130	40.50	91.80	91.80
200	6.7	41.8	603	5690	116.30	121.00	200	64	402	5760	51.12	108.12	108.12
250	7.1	30.4	630	6300	126.0	129.50	250	71	504	6300	63.00	126.00	126.00
300	7.3	53.2	657	6650	132.20	135.50	300	72	518	6480	64.75	129.65	129.65
350	7.7	54.7	666	6537	134.97	139.10	350	72	518	6480	64.75	129.65	129.65
400	7.7	59.2	693	7400	148.50	148.50	400	75	532	6570	66.50	132.20	132.20
450	7.9	62.4	711	7800	159.10	154.93	450	76	562	6750	70.25	137.75	137.75
500	8.3	68.8	74.7	8600	169.70	173.00	500	77	592	6930	74.00	143.30	143.30
550	8.1	82.8	81.9	10550	185.40	188.50	550	78	608	7020	76.00	146.20	146.20
600	9.0	86.4	83.7	10800	191.70	186.90	600	80	660	7200	80.00	152.00	152.00
650	9.0	87.0	80.1	9900	182.10	182.10	650	81	636	7090	78.00	150.90	150.90
700	8.9	79.2	80.1	9800	182.10	182.10	700	81	636	7090	78.00	150.90	150.90
750	8.9	79.2	80.1	9800	182.10	182.10	750	81	636	7090	78.00	150.90	150.90
800	8.8	71.4	79.2	9675	183.95	178.95	800	82	672	7350	84.00	157.30	157.30
850	8.8	71.4	79.2	9675	183.95	178.95	850	82	672	7350	84.00	157.30	157.30
900	8.8	71.4	79.2	9675	183.95	178.95	900	83	684	7470	86.65	160.70	160.70
950	8.8	71.4	79.2	9675	183.95	178.95	950	83	684	7470	86.65	160.70	160.70
10 000	8.9	79.2	80.1	9800	182.10	178.10	10 000	84	705	7650	88.12	163.20	163.20
050	9.0	81.0	81.0	101.25	182.25	182.25	050	85	722	7650	92.25	166.75	166.75
100	9.0	81.0	81.0	101.25	182.25	182.25	100	85	722	7650	92.25	166.75	166.75
150	9.1	82.8	81.0	103.50	183.40	185.40	150	86	722	7650	92.25	166.75	166.75
200	9.1	82.8	81.0	103.50	183.40	185.40	200	86	722	7650	92.25	166.75	166.75
250	9.2	84.6	82.8	105.75	185.55	188.55	250	86	722	7650	92.25	166.75	166.75
300	9.2	84.6	82.8	105.75	185.55	188.55	300	87	756	7830	94.80	172.80	172.80
350	9.2	84.6	82.8	105.75	185.55	188.55	350	87	756	7830	94.80	172.80	172.80
400	9.2	84.6	82.8	105.75	185.55	188.55	400	88	774	7920	96.75	174.90	174.90
450	9.2	84.6	82.8	105.75	185.55	188.55	450	88	774	7920	96.75	174.90	174.90
							500	88	774	7920	96.75	174.90	174.90
							550	89	792	8010	99.00	179.10	179.10

Area Media = 7005.10

Area Media = 7005.10

Volúmen = 50x7905 = 395255 m<sup>3</sup>

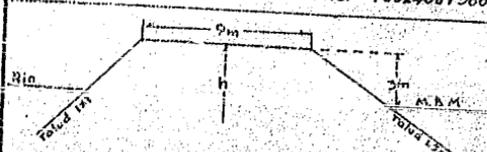
Peso = 1.6x395255 = 632408 Tons.

Volúmen = 50x7801 = 390050 m<sup>3</sup>

Peso = 1.6x390050 = 624080 Tons.

Volúmen Total = 395255 + 390050 = 785305 m<sup>3</sup>

Peso Total = 632408 + 624080 = 1256488 Tons.



$S = 9h + 1.25h^2$

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MEXICO  
ESCUELA NAL. DE INGENIEROS

PLANO N<sup>o</sup>-9

TESIS PROFESIONAL  
Abel Pérez Trejo

1943

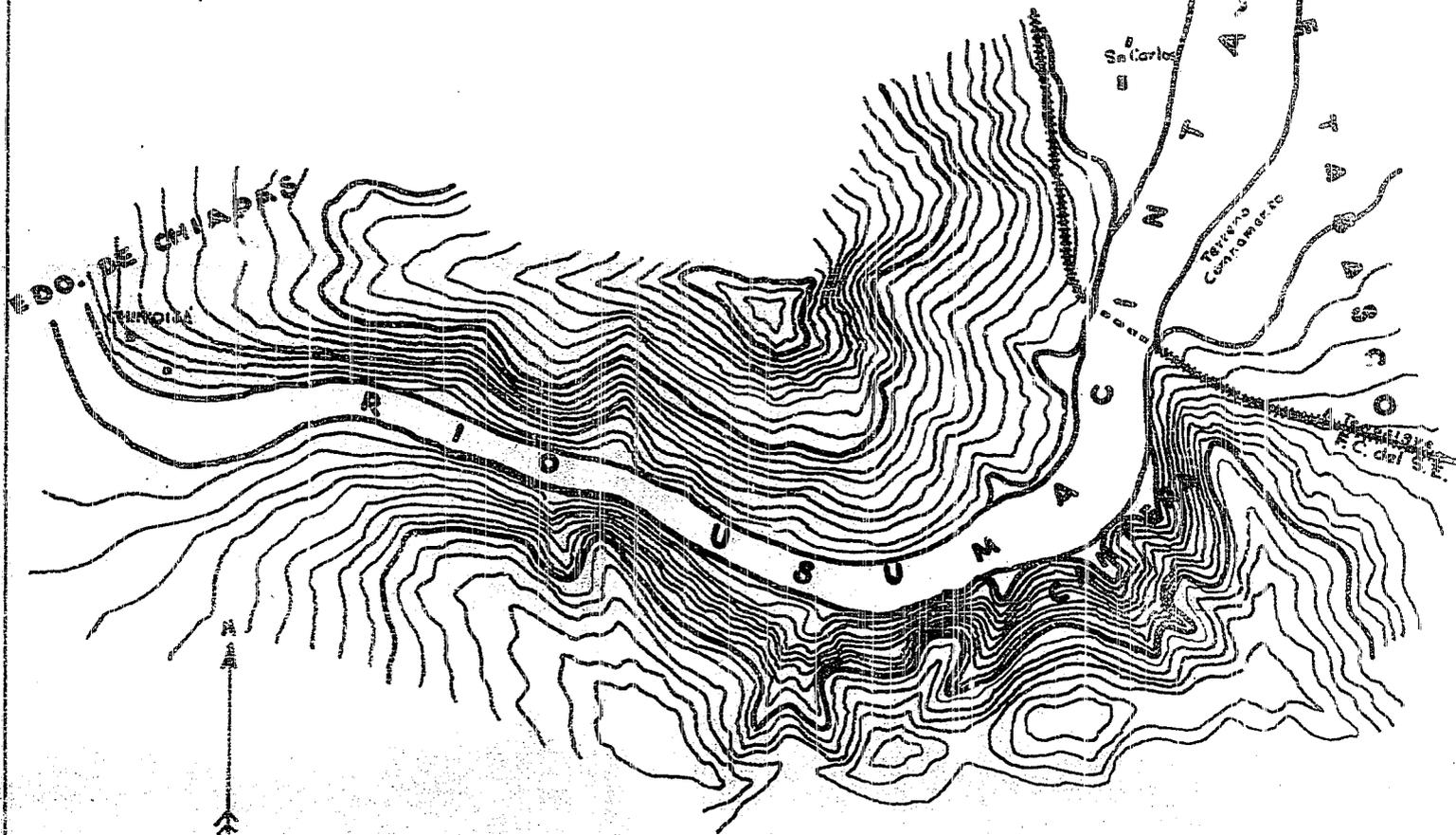
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MEXICO  
ESCUELA NAL. DE INGENIEROS

PLANO N°-10

TESIS PROFESIONAL 1943  
ABEL PEREZ TREJO.

CROQUIS DE LA CANTERA BOCA DEL  
CERRO, MUN. DE TENOSIQUE, EDO. DE TAB.

E/C. APROX. 1:10 000



o estratos de origen volcánico para el objeto deseado.

Es así que sólo en la jurisdicción del municipio de Tenosique, del propio Estado de Tabasco, existe un lugar denominado Boca del Cerro, el cual está constituido por un cañón o garganta de la Sierra Madre y que sirve de lecho a las aguas del Usumacinta.

Dicho lugar es el más apropiado para la producción de la piedra requerida, sin que por esto deje de pasar inadvertida la gran distancia que separa los sitios de producción y aprovechamiento, pues entre la desembocadura del río Grijalva y Boca del Cerro, hay un recorrido de 376 km. el cual se hace en su mayor parte por el Usumacinta.

Así pues para el transporte se requerirá también un equipo fluvial capaz de proporcionar sin interrupción alguna y durante todo el tiempo que dure la construcción, la producción íntegra de la cantera.

Por la importancia de esta obra se supone que la descarga diaria sobre ambas escolleras, debe ser de 500 toneladas de piedra cuando menos, es decir, que en la cantera se deben producir 1 000 toneladas por día.

Ahora bien, dada la gran distancia de transporte, se requerirá para estas 1 000 toneladas un convoy de 4 chalanes de 250 toneladas arrastrados por un remolcador.

La velocidad de la corriente es de 6 km/h. por lo que la velocidad de un convoy cargado en el mis-

mo sentido podrá ser de 9 km/h., por lo tanto el tiempo que haría este mismo convoy de Boca del Cerro a la desembocadura del Grijalva sería:

$$t_0 = \frac{e}{V} = \frac{376 \text{ km.}}{9 \text{ km/h}} = 42 \text{ h.}$$

Por interrupciones: 6 h.

$$\therefore t_1 = 42 + 6 = 48 \text{ h.}$$

Suponiendo que la descarga de los chalanes a las plataformas que conduzcan la piedra al lugar de su aprovechamiento, se haga en 12 h., tendremos que:

$$t_2 = 12 \text{ h.}$$

El convoy ya descargado y navegando aguas arriba, perderá, por observaciones hechas en otras embarcaciones, 1/4 de su velocidad aguas abajo, por lo tanto:

$$v' = .75 \times 9 = 6.75 \text{ km/h.}$$

$$\therefore t_3 = \frac{376 \text{ km.}}{6.75 \text{ km/h}} = 56 \text{ h.}$$

Por último si suponemos que el tiempo para volver a cargar el mismo convoy es igual al doble del de descarga, tendremos que:  $t_4 = 2 t_2 = 24 \text{ h}$

Por lo tanto el tiempo completo por viaje redondo será:

$$T = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$$

$$\therefore T = 48 + 12 + 56 + 24 = 144 \text{ h.}$$

que traducido a días tendremos  $T = 6$  días.

Por lo tanto el quipo indispensable para -- proveer 1 000 Tons. diarias, sería de 6 convoyes, pero -- como debemos suponer que para no interrumpir por ningún concepto el transporte de piedra, es necesario tener -- unidades de repuesto y en este caso se valorizarán en -- un 35% por lo que:

$$\text{Nº Unidades} = .35 \times 6 = 2.0$$

Es decir, que el equipo total sería de 8 -- convoyes o sean 32 chalanes y 8 remolcadores.

En cuanto a la naturaleza de la piedra, se -- según el análisis de algunas muestras, es de calidad --- aceptable para estas obras, pues según su clasificación es de naturaleza dolomítica y cuyos elementos en % son:

Sílice .....	0.40 %
Oxido de Fe y Al ...	1.13 %
Carbonato de Ca ....	56.85 %
Carbonato de Mg.....	41.78 %

Su absorción de agua después de 20 horas de inmersión, correspondió a un 61% y en la prueba al agua salada la muestra se comportó satisfactoriamente, por -- lo que puede decirse en general que aunque la piedra -- tiene una resistencia a la compresión muy cercana al --- límite más bajo de la caliza es de amplia resistencia -- para la construcción de las escolleras; además aunque -- es dolomita, ésta hace excepción al resistir perfecta-

mente al intemperismo, por otro lado, siendo pequeña su absorción podrá resistir perfectamente la acción del agua salada.

### PROCEDIMIENTOS GENERALES DE CONSTRUCCION.

Para efectuar estos trabajos en general hay tres prácticas o procedimientos por seguir y que son:

- 1º Por medio de Chalanes,
- 2º Usando un puente de servicio
- 3º Utilizando la parte que se va construyendo.

El primer procedimiento consiste en llevar la piedra hasta el lugar preciso de su aprovechamiento en Chalanes especialmente hechos para esto, a fin de que puedan descargar por su parte inferior o bien se auxilie a las maniobras de descarga por medio de una Grua instalada en otro Chalán.

Este procedimiento no es aplicable en este caso por dos razones poderosas, siendo la primera porque en vista de que los Chalanes necesitan cierto calado para maniobrar, la construcción de las escolleras que emergerán 3 metros sobre la marea baja media, sería imposible, además en tiempo de los Nortes se tropezaría a menudo con dificultades en vista de que la desembocadura queda completamente expuesta a estos temporales y por lo tanto sería muy difícil controlar los

Chalanes.

El segundo procedimiento consiste en construir un viaducto generalmente sobre pilotes, siguiendo el alineamiento de las escolleras, pudiéndose en este caso trabajar todo lo largo de la parte de obra provisional construída, mediante plataformas de ferrocarril que conduzcan la piedra a una Grúa para la descarga o bien por volteo de las mismas plataformas.

Sin embargo, también este procedimiento en este caso no es aplicable, ya que por la longitud de las escolleras, la obra provisional tendría un costo considerable, además tiene la gran desventaja que si durante la construcción del dique queda algún punto débil, éste no se manifiesta ya que no se trabaja apoyándose en la parte construída, por otro lado, en temporales de alguna importancia también el puente queda expuesto a sufrir desperfectos con lo cual se retrasaría la construcción.

Por último, el tercer procedimiento es el más sencillo y lógico para este proyecto pues consiste en ir construyendo sobre la parte de enrocamiento ya terminada, los viaductos para el servicio de transporte de material y Grúa o Grúas de descarga.

Este procedimiento tiene los siguientes inconvenientes:

1º La construcción de la escollera es más lenta que en los dos procedimientos anteriores.

2º Tener un frente de trabajo más reducido.

Sin embargo es preciso sacrificar la rapidez de la construcción a cambio de la calidad del trabajo, pues también es cierto que con este procedimiento de construcción el constante tráfico de la carga en la corona y a lo largo de la escollera, permite una mejor consolidación y revela en el transcurso del tiempo que dure la obra, los puntos débiles que pudiera tener, para su inmediato refuerzo.

Por lo tanto este procedimiento será el -- que se aplique en la construcción del proyecto que se viene tratando.

Ahora bien, con el objeto de acelerar la terminación de la obra a la vez que para obligar a la corriente a que por sí misma destruya parte de los bajos formados en la barra, se atacará por igual la construcción de los dos diques, ayudando al encausamiento de dichas aguas con el dragado del canal, que también se hará al mismo tiempo, el cual tendrá 100 m. de ancho y 4 300 m. de largo, según puede verse en el plano número 6 . El material por dragar arrojará un total de 1 230 570 m<sup>3</sup>; con esto seguramente se logrará disminuir el gasto sobre el canal lateral, por lo que poco a poco acabará por cegarse, además de que se acelerará esa obturación con el material dragado de la barra principal y depositado en dicho canal.

### PROCESO DE LA OBRA.

Como en toda obra de esta magnitud, va precedida de ciertos trabajos auxiliares o preliminares, los cuales también ocupan un lugar importante dentro de todo el conjunto de la obra, pues son éstos en los que se apoya para llevar a cabo la construcción, por lo tanto también afectan al presupuesto general.

En consecuencia, en este caso particular, se tendrá necesariamente que adquirir el equipo indispensable para estos trabajos a fin de preparar todo aquello que pueda ser útil a la obra de acuerdo con el lugar y la finalidad que se persiga, así pues, en el sitio de producción o sea en Boca del Cerro, como primer paso, se comenzará por desmontar y limpiar 20 Has. de terreno para descubrir la cantera y lugar donde se instalará un campamento, ya que el lugar de explotación de la piedra dista 10 km. del poblado más próximo, que es Tenosique.

2º Construcción de 10 casas para Oficinas y habitaciones para los obreros, dotándolas de todos los servicios esenciales como son el sanitario, el de abastecimiento de agua y el de alumbrado, facilitándose los dos primeros porque el campamento quedará sobre la margen derecha del río Usumacinta y a la salida propiamente dicha de la cantera.

3º Instalación de una línea telefónica entre Tenosique y Boca del Cerro con una longitud de 10km.

4º Una vez limpia la cantera se aprovechará la piedra suelta existente en ella, así como todo el demás desperdicio para construir cerca de la misma, un muro de sostenimiento relleno con dicho desperdicio - del lado de tierra el espacio que quede con el fin de - formar un malecón de embarque que facilite la carga directa de los chalanes.

5º Sobre el malecón se instalarán dos grúas fijas de 15 tons. de capacidad a 10 m. de radio,

6º Instalaciones de las tuberías necesarias de aire para la explotación de la cantera.

7º Adquisición de una lancha para el servicio de la cantera.

Por otro lado, al igual que en Boca del Cerro, también en la desembocadura del Grijalva se harán necesarios algunos trabajos de la misma índole que los anteriores, pero que estarán destinados a preparar el lugar de aprovechamiento y los cuales se desarrollarán de acuerdo con el siguiente orden.

I. Desmonte y limpia de 15 has. de terreno en ambas márgenes del río para instalar patios de vía y campamento, pues como se dijo en un principio, Frontera se encuentra a 10 km. de la desembocadura.

II. Localización de un camino que una el campamento con el puerto de Frontera a fin de facilitar el transporte de los materiales necesarios desde la población hasta el lugar de la obra.

III. Construcción de 15 casas con los servicios indispensables, para oficinas y habitaciones de los empleados y trabajadores.

IV. Construcción del camino para cuyo objeto además del equipo necesario como son palas, carretillas, etc. se adquirirán dos camiones de volteo.

V. Construcción de los muelles de 50 m. de largo, uno sobre cada margen, a fin de hacer el transbordo de la piedra de los chalanes a las plataformas que la conduzcan a la punta de la escollera

VI. Construcción de terracerías y tendido de vías sobre ambas márgenes destinadas a formar los patios y viaductos principales hasta los arranques de las escolleras.

VII. Instalación sobre cada muelle de una grúa fija de 15 tons. a 10 m. de radio.

VIII. Adquisición de dos lanchas para servicio de comunicación entre ambas márgenes y una vez terminado el camino de Frontera al campamento se hará necesaria la compra de dos camiones más, de redilas, para el transporte de materiales, así como un guayín para el servicio urgente entre la población y el lugar de la obra.

Concluidos los trabajos preliminares se procederá a la ejecución de todos aquellos trabajos y maniobras para conseguir la realización del proyecto objetivo y desarrollándose en el orden siguiente:

- I. PRODUCCION,
- II. TRANSPORTE,
- III. CONSTRUCCION DE LA ESCOLLERA Y  
DRAGADO DEL CANAL DE NAVEGACION.

Este último punto se ejecutará a su vez de acuerdo con lo dicho al tratar los párrafos correspondientes al tercer método de mejoramiento de una desembocadura y un tercer procedimiento general de construcción.

Naturalmente la ejecución de cada uno de esos tres puntos exigen la adquisición de un equipo especial, que de acuerdo con el mismo orden anterior se compondrá de:

I. A. EXTRACCION:

- 2 Compresoras de 14 .150 m<sup>3</sup> per min.
- 10 Perforadoras neumáticas tipo pesado con mangueras de 50 cm.<sup>3</sup>
- 1 Máquina afiladora de Jack-Bits.
- 24 Juegos de barras de acero con cuello y rosca para barrenación hasta 8 m.

I. B. CARGA EN LOS CRALANES.

- 2 Grúas fijas de 15 toneladas a 10 m. de radio.

I. C. LIMPIA DE LA CANTERA.

- 1 Pala mecánica de .7646 m<sup>3</sup> monta-

da sobre orugas y equipada también con áraga de arrastre.

II. TRANSPORTE.

8 Remolcadores para río, de no más de 1.22 m. de calado.

32 Chalanes de 250 toneladas de capacidad.

III. A. TRANSBORDO.

2 Grúas fijas de 15 toneladas de capacidad a 10 m. de radio.

III. B. MANEJO DE LA PIEDRA EN TIERRA.

2 locomotoras "Brookville" de 20 toneladas.

34 Plataformas de vía angosta de 25 toneladas de capacidad.

1 Compresora portátil de 3.115 m. cúbicos por minuto.

III. C. COLOCACION DE LA PIEDRA EN ESCOLLERA.

2 Grúas doble vía de 15 toneladas de capacidad, a 25 m. de radio.

Para el dragado del canal entre escolleras se necesitará de preferencia una draga especial, de altura, con tolva, debido a las condiciones actuales de la barra y con una capacidad de 5 000 m.<sup>3</sup> por día; sin embargo, en vista del equipo tan pobre con que se cuenta para estos casos en el país, bien puede construirse di-

cho canal en dos fases pues en tiempo de calma, puede utilizarse la draga "Ciudad del Carmen" para abrir el canal a 4.5 m. de profundidad, para que inmediatamente con este calado pueda entrar y maniobrar la draga "Veracruz", para ampliar y profundizar el canal de acuerdo con las dimensiones convenidas en el proyecto.

COSTO DE LA OBRA.

Teniéndose ya definido en todos sus aspectos el método de mejoramiento de la desembocadura del Grijalva y habiéndose hecho ya una descripción más o menos detallada del proyecto y su programa de trabajo sólo falta para terminar este estudio, formular el costo de la obra, para lo cual habiéndose fijado ya con anterioridad la producción diaria de piedra y el volumen total de material por dragar, se harán los siguientes análisis de costos por tonelada y metro cúbico respectivamente de dichos materiales.

En el caso de la piedra, se deben tomar en consideración desde el primer paso, que consiste en su extracción en la cantera, hasta el último aspecto del proceso que será el acomodamiento de la misma piedra ya sobre el alineamiento de las escolleras y en la parte concerniente a salarios se han tomado en cuenta los que fija la tarifa de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, en vigor.

Se hace notar también que por ser ésta una obra de Estado, en este análisis no se incluye la amortización del equipo, pues no se pretende su recuperación al finalizar la obra, debiendo reportar ésta el costo íntegro de adquisición en todo caso ese equipo redundará en economía, de permanecer útil en otras obras posteriores.

ANALISIS DE COSTOS.

ESPECIFICACIONES	UNID.	Nº UNIDADES.	UNI PRECIO UNIT.	VALOR	TOTAL
<b>I. PRODUCCION.</b>					
Para extraer 1 000 Tons. dia rias de piedra de 100 kg. a 15 Tons. siendo el corazón el 62% del volumen total y el recubrimiento el 38% considerándose ya un desperdicio del 30% y teniendo en cuenta que el peso volumétrico de la piedra es de 1.6 debe trabajar se a un volumen de roca fija de 890 m <sup>3</sup> y se necesitan:					
<b>MATERIALES.</b>					
Explosivos	kg.	244	\$ 4.65	\$ 1134.60	
Pzas. detonantes	Pza.	28	" 1.20	" 33.60	
Herramientas Ataque "Jack Bits"	"	24	" 2.25	" 54.00	
Piedra esmeril para afilar	"	2	" 10.00	" 20.00	
Repuesto de tubería, mangueras, conexiones, etc.	"		" 70.00	" 70.00	
Estopa	Kg.	6	" 0.80	" 4.80	
Cable manila para amarres	mt.	8	" 3.00	" 24.00	1341.
<b>COMBUSTIBLES.</b>					
Combustible Diessel	Lts.	300	" 0.09	" 27.00	
Gasolina	"	25	" 0.20	" 5.00	32.
<b>LUBRICANTES.</b>					
Aceite Lubricante	"	10	" 0.90	" 9.00	
Grasa amarilla	"	2	" 0.80	" 1.60	10.6
<b>REFACCIONES</b>					
			"	30.00	30.
<b>SALARIOS.</b>					
Se trabajarán 2 turnos en un día					
2 Sobrestantes	Jnl.	1	" 15.00	" 30.00	
2 Compresoristas	"	1	" 6.72	" 13.44	
2 Ayud. compresoristas	"	1	" 4.24	" 8.48	
10 Perforistas	"	1	" 4.24	" 42.40	
10 Ayud. Perforistas	"	1	" 3.36	" 33.60	
2 Pobladores	"	1	" 5.04	" 10.08	
4 Peones	"	1	" 3.12	" 12.48	
2 Herreros	"	1	" 5.04	" 10.08	
4 Herreros	"	1	" 4.24	" 16.96	
				\$ 177.52	
20% para pago 7º día y fiestas				" 35.50	
				\$ 213.02	141.5

ESPECIFICACIONES.	UNID.	Nº DE UNID.	PRECIO UNIT.	VALOR	TOTAL
DE LA HOJA 46:				\$213.02	\$ 1413.60
10 % por paradas reparación eq equipo				" 21.30 "	<u>234.32</u>
					\$ 1647.92

RESUMEN:

Costo por tonelada.

Materiales	1341.00/1000	1.3410
Combustibles	32.00/1000	0.0320
Lubricantes	10.60/1000	0.0106
Refacciones	30.00/1000	0.0300
Salarios	1647.92/1000	1.6479
		<hr/>
		3.0615

ESPECIFICACIONES	Nº DE UNID.	PRECIO UNIT.	VALOR	TOTAL
<b>b) CARGA A BORDO DE LOS CHALANES</b>				
Para cargar los 1000 Tons. de piedra del patio de la cantera a los chalanes se necesitan utilizar dos grúas fijas de 15 Tons. - de capacidad a 10 mts. de radio - emplazados en los extremos del atracadero.				
<b>MATERIALES.</b>				
10 Estrobos cable acero con cable de repuesto para grúas.	Mts.	152 \$ 5.00	\$ 760.00	
	"	6 " 5.00	" 30.00	\$ 790.00
<b>COMBUSTIBLES.</b>				
Combustible Diessel	Lts.	360 " 0.09	" 32.40	
Gasolina	"	24 " 0.20	" 4.80	" 37.20
<b>LUBRICANTES.</b>				
Aceite lubricante	"	10 " 0.90	" 9.00	
Grasa amarilla	kg.	4 " 0.80	" 3.20	
Untura para cables			" 1.50	" 13.70
<b>REPARACIONES.</b>				
			" 22.00	" 22.00
<b>SAIARIOS (3 turnos)</b>				
6 Operadores de Grúas	Jnl.	1 " 11.60	" 69.60	
6 Engrasadores	"	1 " 4.24	" 25.44	
3 Mecánicos	"	1 " 6.72	" 20.16	
18 Peones	"	1 " 3.36	" 60.48	
45 Peones	"	1 " 3.12	" 140.40	
			\$ 316.08	
20 % para pago 7º día y fiestas			" 63.22	
			\$ 379.30	
10 % por paradas reparación equipo,			" 37.93	" 417.23

ESPECIFICACIONES

UNID. N° DE PRECIO  
UNID UNIT. VALOR TOTAL

RESUMEN:

Costo por tonelada.

Materiales	790.00/1000	0.7900	
Combustibles	37.20/1000	0.0372	
Lubricantes	13.70/1000	0.0137	
Refacciones	22.00/1000	0.0220	
Salarios	417.23/1000	<u>0.4172</u>	
			\$ 1.2801

ESPECIFICACIONES.	UNID.	Nº DE UNID.	PRECIO UNIT.	VALOR	TOTAL
<b>c) LIMPIA DE LA CANTERA.</b>					
Para retirar del frente de ataque de la cantera y del patio de trabajo el material que por su tamaño o calidad no se transportará a las escolleras y se empleará en amacizar el frente, se necesita:					
<b>MATERIALES.</b>					
6 Estrobos cable acero con Cable de repuesto para pala mecánica	mts.	31	\$ 5.00	\$ 155.00	
Cabo manila para amarres	"	5	" 5.00	" 25.00	
	"	3	" 3.00	" 9.00	\$ 189.00
<b>COMBUSTIBLE.</b>					
Combustible Diessel	Lts.	200	" 0.09	" 18.00	
Gasolina	"	20	" 0.20	" 4.00	\$ 22.00
<b>LUBRICANTES.</b>					
Aceite lubricante	"	5	" 0.90	" 4.50	
Grasa Amarilla	kg.	2	" 0.80	" 1.60	
Untura para cables				" 1.50	" 7.60
<b>REPARACIONES.</b>					
				" 15.00	" 15.00
<b>SALARIOS.</b>					
2 Operadores de Pala	Jnl.	1	"11.60	" 23.20	
2 Engrasadores	"	1	" 4.24	" 8.48	
2 Cabos	"	1	" 4.24	" 8.48	
70 Peones	"	1	" 3.12	" 218.40	
				\$ 258.56	
20% para pago 7º día y fiestas				" 51.71	
				\$ 310.27	
10% por paradas reparación equipo,				" 31.02	\$ 341.29

ESPECIFICACIONES.

UNID. N° DE PRECIO VALOR TOTAL  
UNID. UNIT.

RESUMEN:

COSTO POR TONELADA.

Materialles	189.00/1000	0.1890
Combustibles	22.00/1000	0.0220
Lubricantes	7.60/1000	0.0076
Refacciones	15.00/1000	0.0150
Salarios	341.29/1000	<u>0.3412</u>
		0.5748

ESPECIFICACIONES

UNID. N° DE PRECIO VALOR TOTAL  
UNED. UNIT.

II. TRANSPORTE:

El transporte de la piedra se hará mediante el equipo ya descrito con anterioridad y para lo cual se necesitará además:

MATERIALES:

Caballería, pintura etc., para gastos de entretenimiento de las embarcaciones

\$ 45.00 \$ 45.00

COMBUSTIBLES.

Combustible diessel

Lts. 5400 \$ 0.09 "486.00 "486.00

LUBRICANTES.

Aceite lubricante

" 50 " 0.90 " 45.00

Grasa Amarilla

kg. 8 " 0.80 " 6.40

Aceite negro transmisión

" 5.00 " 56.40

REFACCIONES.

" 45.00 " 45.00

SALARIOS.

1 Patrón

Jnl. 1 " 7.60 " 7.60

2 Patrones

" 1 " 6.72 " 13.44

2 Maestros maquinistas

" 1 " 7.20 " 14.40

2 Maquinistas

" 1 " 4.32 " 8.64

4 Marineros

" 1 " 3.84 " 15.36

4 marineros

" 1 " 3.36 " 13.44

1 Cocinero

" 1 " 4.24 " 4.24

1 Marmitón

" 1 " 2.88 " 2.88

\$ 80.00

Como son 6 días los que dura el viaje, por lo tanto,

" 6 "80.00 "480.00 "480.00

RACIONES

17 " 1.50 " 25.50 " 25.50

---

ESPECIFICACIONES	UNID.	Nº DE PRECIO	VALOR	TOTAL
	UNID.	UNIT.		

---

RESUMEN.

COSTO POR TONELADA.

Materiales	45.00/1000	0.0450		
Combustibles	486.00/1000	0.4860		
Lubricantes	56.40/1000	0.0564		
Salarios	480.00/1000	0.4800		
Raciones	25.50/1000	0.0255		
Refacciones	45.00/1000	<u>0.0450</u>		
		1.1379		

ESPECIFICACIONES.	UNID.	Nº DE UNID.	PRECIO UNIT.	VALOR	TOTAL
-------------------	-------	-------------	--------------	-------	-------

III. CONSTRUCCION DE LA ESCOLLERA

a). Transbordo de la Piedra.

Como antes se dijo, la piedra será transbordada de los -- chalanes a las plataformas de -- tierra por medio de grúas fijas emplazadas en los muelles, con capacidad de 15 Tons. a 10 mts. de radio. Esta operación se hará a fin de facilitar el manejo de la piedra a la vez que trabajar en todo tiempo.

MATERIALES.

10 Estrobos cable acero con cable de repuesto para la Grúa	mts.	112.5	\$ 5.00	\$562.50	
Estopa	kg.	9	" 0.80	" 7.20	\$592.20
	"	4.5	" 5.00	" 22.50	

COMBUSTIBLES.

Acete Diesel	lts.	274	" 0.09	" 24.66	
Gasolina	"	18	" 0.20	" 3.60	" 28.26

LUBRICANTES.

Acete Lubricante	"	7.6	" 0.90	" 6.84	
Grasa Amarilla	kg.	3	" 0.80	" 2.40	
Untura para cables				" 1.85	" 11.09

REFACCIONES

" 17.00 " 17.00

SALARIOS.

2 Operadores de Grúa	Jnl.	1	"11.60	" 23.20	
2 Engrasadores	"	1	" 4.24	" 8.48	
2 Mecánicos	"	1	" 5.04	" 10.08	
20 Peones	"	1	" 3.36	" 67.20	
30 Peones	"	1	" 3.12	" 93.60	
				"202.56	
20% para el pago 7º día				" 40.51	
				"243.01	
10% por paradas para reparación equipo				" 24.31	"267.38

ESPECIFICACIONES.	UNID.	Nº DE PRECIO	VALOR	TOTAL
		UNID. UNIT.		

RESUMEN.

COSTO POR TONELADA.

Materiales	592.20/1000	0.5922		
Combustibles	28.26/1000	0.0282		
Lubricantes	11.09/1000	0.0110		
Refacciones	17.00/1000	0.0170		
Salarios	267.38/1000	<u>0.2673</u>		
		0.9157		

ESPECIFICACIONES.

UNID. N° DE PRECIO VALOR TOTAL  
UNID. UNIT.

b) MANEJO DE LA PIEDRA EN TIERRA

Para transportar los 1000 Tons. de piedra desde el muelle hasta la escollera, se emplearán locomotoras Brockville de 20 Tons. y plataformas de 25 - Tons. de capacidad.

MATERIALES.

Durmientes	Pzas.	4	\$	3.10	\$	12.40	
Tornillos de Vía	"		"	4.85	"	4.85	
Clavo de vía	kg.	5.5	"	0.50	"	2.75	
Estopa	"	3	"	0.80	"	2.40	\$ 22.40

COMBUSTIBLE.

Aceite Diessel	Lts.	200	"	0.09	"	18.00	
Gasolina	"	20	"	0.20	"	4.00	" 22.00

LUBRICANTES.

Aceite lubricante	"	10	"	0.90	"	9.00	
Grasa Amarilla	kg.	3	"	0.80	"	2.40	
Aceite Negro transmisión					"	1.00	" 12.40

REFACCIONES.

" 20.00 " 20.00

SALARIOS.

2 Maquinistas	Jnl.	1	"	6.72	"	13.44	
2 Mayordomos	"	1	"	6.72	"	13.44	
8 Carroteros	"	1	"	4.24	"	33.92	
2 Cabos de Vía	"	1	"	4.24	"	8.48	
10 Peones	"	1	"	3.12	"	31.20	
1 Herrero	"	1	"	5.04	"	5.04	
1 Mejador	"	1	"	3.36	"	3.36	

\$108.88

20% para pago 7º día y fiestas.

" 21.78

\$130.66

10% por paradas para reparación del equipo

" 13.07 " 143.73

---

ESPECIFICACIONES	UNID.	Nº DE PRECIO	VALOR	TOTAL.
		UNID. UNIT.		

---

RESUMEN.

COSTO POR TONELADA.

Materiales	22.40/1000	0.0224		
Combustibles	22.00/1000	0.0220		
Lubricantes	12.40/1000	0.0124		
Salarios	143.73/1000	0.1437		
Refacciones	20.00/1000	<u>0.0200</u>		
		0.2205		

ESPECIFICACIONES	UNID.	Nº de UNID.	PRECIO UNIT.	VALOR	TOTAL
------------------	-------	-------------	--------------	-------	-------

e) COLOCACION DE LA PIEDRA EN LA ESCOLLERA.

De acuerdo con las razones expuestas la colocación de la piedra se hará simultáneamente sobre las dos Escolleras.

MATERIALES.

15 Estrobos de cable de acero	mts.	174	\$ 5.00	\$ 870.00	
Cables de repuesto para las Grúas,	"	6	" 5.00	" 30.00	
Estopa	kg.	8	" 0.80	" 6.40	\$906.40

COMBUSTIBLES.

Aceite Diessel	lts.	458	" 0.09	" 41.22	
Gasolina	"	19	" 0.20	" 3.80	" 45.02

LUBRICANTES.

Aceite Lubricante	"	7	" 0.90	" 6.30	
Grasa Amarilla	"	3.25	" 0.80	" 3.00	
Untura para cable				" 1.85	
Aceite negro transmisión				" 1.20	" 12.35

REFACCIONES.

	"	20.00	" 20.00
--	---	-------	---------

SALARIOS.

2 Superintendentes	JNL.	1	"16.00	" 32.00	
2 Operadores de Grúa	"	1	"15.00	" 30.00	
2 Engrasadores	"	1	" 5.04	" 10.08	
2 Mecánicos	"	1	" 9.36	" 18.72	
2 Carpinteros	"	1	" 4.24	" 8.48	
2 Cabos	"	1	" 4.24	" 8.48	
34 Peones	"	1	" 3.36	" 114.24	
				\$ 222.00	

20% para pago 7º día y fiestas	"	44.20
	\$ 266.20	

10% por paradas para reparación del equipo	"	26.62	"292.82
--	---	-------	---------

ESPECIFICACIONES.	UNIL.	Nº DE UNID.	PRECIO UNIT	VALOR	TOTAL
-------------------	-------	-------------	-------------	-------	-------

RESUMEN.

COSTO POR TONELADA.

Materiales	906.40/1000	0.9064			
Combustibles	45.02/1000	0.0450			
Lubricantes	12.35/1000	0.0123			
Refacciones	20.00/1000	0.0200			
Salarios	292.82/1000	<u>0.2928</u>			
					1.2765

RESUMEN GENERAL.

I. PRODUCCION.

Extracción de piedra	\$ 3.06
Carga a bordo de los Chalanés	1.28
Limpia de la cantera	0.57

II. TRANSPORTE.

Transporte	1.38
------------	------

III. CONSTRUCC. DE ESCOLLERA.

Transbordo de la piedra	0.92
Manejo de la piedra en tierra	0.22
Colocación de la piedra	<u>1.28</u>

\$ 8.71

Como se ve el costo total por tonelada es \$8.71, que multiplicado por la cantidad de obra nos da:

$$\$ 8.71 \times 1\,500\,000 = \$ 13\,065\,000.00$$

Para tener una idea del costo por metro cúbico del dragado, se tomarán en cuenta los siguientes datos estadísticos mensuales de algunas dragas nacionales, obtenidos durante el año de 1942:

DRAGA	E N E R O			F E B R E R O		
	Vol. Remov. M3.	Gasto mensual.	Precio unit.	Vol. Remov. M3.	Gasto mensual.	Precio unit.
VERACRUZ	15 327 236	17 309.65	1.13	22 743 942	16 130.21	0.71
TAMPICO	41 576 000	20 952.89	0.50	1 820 000	15 510.40	8.52
COATZAC.	43 659 000	31 648.02	0.72	45 168 000	29 682.24	0.66
C.CARMEN	9 120 000	22 856.94	2.50	41 380 800	22 542.13	0.54
	M A R Z O			A B R I L		
VERACRUZ	10 916 525	17 821.24	1.63			
TAMPICO	8 612 000	15 433.81	1.79	38 934 000	20 072.31	0.52
COATZAC.	64 386 000	32 804.96	0.51	50 274 000	30 632.50	0.61
C.CARMEN						



COSTO UNITARIO  
MEDIO MENSUAL  
POR M3.

VERACRUZ	1.36
TAMPICO	1.54
COATZACOALCOS	2.51
CIUDAD DEL CARMEN	<u>1.78</u>
T O T A L:	\$ 7.19

Obtenidos los costos unitarios medios mensuales de cada una de las dragas, el costo medio por m3. resulta ser de:

$$\frac{7.19}{4} = \$1.80/M3.$$

que será el que se tome en cuenta para el presupuesto.

Por lo tanto, la cantidad que se erogará por concepto de dragado será:

$$\$1.80 \times 1.230\ 570 = \$ 2\ 215\ 026.00$$

En consecuencia el presupuesto general de la obra quedará formado de la siguiente manera:

<u>C O N C E P T O</u>	<u>IMPORTE</u>
Adquisición del equipo necesario y ejecución de trabajos preliminares.....	\$ 505 950.00
Importe del equipo necesario para la construcción de las escolleras.....	" 2 800 000.00
Construcción de las escolleras...	" 13 065 000.00
Dragado del canal de navegación..	" 2 215 026.00
	<hr/>
S U M A :	\$ 18 585 976.00
Gastos por dirección técnica y administración, 10 % de la cantidad anterior .....	" 1 858 597.60
	<hr/>
TOTAL:	\$ 20 444 573.60
	<hr/> <hr/>

Importa el presente presupuesto la cantidad de \$ 20 444 573.60 VEINTE MILLONES CUATROCIENTOS CUARENTA Y CUATRO MIL QUINIENTOS SETENTA Y TRES PESOS 60/100.

RESULTADOS ECONÓMICOS Y SOCIALES DEL PROYECTO.

1. COSTO DE MANTENIMIENTO DE LA OBRA.

Habiendo llegado al final del presente estudio, sólo falta la consideración de los resultados económicos y sociales que se obtienen con la realización del proyecto; así tenemos que, en primer lugar, el costo de mantenimiento o conservación de las obras que se ejecuten en favor del mejoramiento del puerto, se reducirá a un mínimun y llegará a ser casi nulo debido a las razones técnicas ya dadas con anterioridad.

2. AMORTIZACION DE LA OBRA.

Como consecuencia de mantenerse siempre abierto el puerto, mediante la conservación de las obras ya descritas, el comercio con el exterior aumentará cada vez y por consiguiente la demanda de producción se hará sentir en toda la zona de influencia del puerto, necesitándose por lo tanto que toda ella dé su máxima producción; ligado a estos acontecimientos está también el aumento que por conceptos aduanales tendrá el Fisco, siendo esta última parte la más interesante, pues de ella depende la amortización del costo total de la obra en un tiempo que por decirlo así fuera económico.

Por lo tanto, en este caso si se tuvieran un número regular de datos, tanto de exportaciones habidas hasta la fecha así como de las entradas aduanales que dichas exportaciones han causado, lo que tendría que hacerse sería dibujar estos puntos en unas gráficas y encontrar por cualquier procedimiento matemático las ecuaciones que ligaran aproximadamente esos valores; con estas ecuaciones y para un tiempo más o menos largo, se podrían encontrar los crecimientos probables, tanto de las exportaciones, como de las recaudaciones aduanales.

Construída la curva de los ingresos aduanales, se procedería a calcular con los valores que ésta proporcionara a partir de la fecha en que se terminará la obra, el tiempo de amortización más económico, para lo cual se harían los ensayos respectivos, ya fuera que a las anualidades se les impusiera un cierto interés o no.

Como se dijo en un principio, en el presente caso no es posible el cálculo del tiempo de amortización en vista de que los datos de que se disponen para la construcción de las curvas de exportaciones y entradas aduanales son muy pocos y por lo tanto no es posible conocer, ni siquiera con la aproximación que en estos casos se requiere, el desarrollo probable de dichas curvas.

Sin embargo, por los datos que en las tablas 2 y 3 se dan, puede asegurarse que el tiempo de amortización de esta obra sería sumamente reducido, toda vez que dichos datos corresponden a un período de relativo auge, que aunque fué debido a obras inestables y costosas, da idea de lo que podrá llegar a ser el puerto una vez que se termine el proyecto que aquí se describe.

3. RESULTADOS SOCIALES. Como consecuencia de la realización del proyecto y del movimiento marítimo y económico que el puerto adquiriera con el tiempo, las condiciones sociales y económicas del Estado de Tabasco también experimentarán un bienestar pues la densidad de población aumentará debido a la intensificación de las comunicaciones, así como por el establecimiento de grandes capitales de inversión, los que harán de esta entidad una de las más productivas de la República, y producirán el auge de la riqueza local.

Por otro lado, al aumentar la densidad de la población, las necesidades de ésta serán cada vez mayores por lo que aumentarán las probabilidades de que el Gobierno Federal lleve a cabo algunas obras más como son las de los mejoramientos en las confluencias de ríos y arroyos principales que cruzan la entidad, canalización y desague de las aguas estancadas por desbordamientos de los ríos, saneamiento de las principales ciudades, así como la purificación y abastecimien-

to de aguas de las mismas, construcción de vías de comunicación terrestres y otras tantas obras que eleven el standard de vida del Estado en general y lo liguen más estrechamente al resto de nuestra República.

México, D. F., octubre de 1943.

---

Abel Perez Trejo.

APT/lma.

I N D I C E .

CAPITULO I.

	Página
Estudio General del Estado de Tabasco:	
El Estado de Tabasco .....	1
Explotación del Plátano .....	2
Zona de Influencia del Puerto Frontera	4
Importancia del movimiento comercial - del Puerto de Frontera, Tab.....	7

CAPITULO II.

Razones técnicas y económicas que originaron la apertura del canal lateral.....	10
---	----

CAPITULO III.

Razones técnicas y económicas que justifican el mejoramiento de la desembocadura del río Grijalva;

A) Razones técnicas:

Evidencia de la corriente Litoral	19
Vientos.....	20
Corrientes.....	20
Mareas .....	21
Naturaleza del fondo .....	22

B) Razones económicas:

Véase Capítulo I, II y página 27  
(Distancia entre escolleras)

CAPITULO IV.

Métodos de Mejoramiento de una desembocadura:

Método de Escolleras.....	23
Método de Dragado .....	24
Método Mixto .....	26

# I N D I C E

## CAPITULO V.

	página
Localización de las Estructuras:	
Distancia entre escolleras.....	27
Dirección de las escolleras.....	28
Tipo de la sección transversal y volúmenes de enrocamiento de las escolleras.....	30
Transporte y calidad de la piedra	32

## CAPITULO VI

Procedimientos generales de construcción.....	36
Proceso de la obra .....	39
Costo de la obra .....	45

## CAPITULO VII

Resultados económicos y sociales del proyecto:	
Costo de mantenimiento de la obra	64
Amortización de la obra .....	64
Resultados sociales .....	66