

01146

3
29



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
Facultad de Ingeniería

T E S I S

**ESTUDIO ECONOMICO DE LAS ALTERNATIVAS
PROPUESTAS PARA RESOLVER EL PROBLEMA DE
AZOLVAMIENTO EN PUERTO MADERO, CHIAPAS.**

QUE PRESENTA:

JESUS DOMINGO PUENTE ARMAS

COMO REQUISITO PARA OBTENER
EL GRADO DE

**MAESTRO EN INGENIERIA
[CONSTRUCCION]**

ASESOR: ING. JULIO PINDTER VEGA



CIUDAD UNIVERSITARIA
JUNIO DE 1994

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis 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.

C O N T E N I D O

RESUMEN

INDICE DE CUADROS

INDICE DE PLANOS

INDICE DE FIGURAS

INTRODUCCION

| | |
|---|----|
| | 1 |
| 1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS. | 3 |
| 1.1. Antecedentes | 3 |
| 2.2. Objetivos | 5 |
| 2. CARACTERISTICAS FISICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO. | 6 |
| 2.1. Marea y niveles | 6 |
| 2.2. Oleaje | 8 |
| 2.3. Corrientes | 8 |
| 2.4. Vientos | 8 |
| 2.5. Cambios en la línea de playa | 8 |
| 2.6. Infraestructura e instalaciones existentes | 11 |
| 3. TRABAJOS DE DRAGADO REALIZADO Y CARACTERISTICAS DE LAS DRAGAS. | 21 |
| 3.1. Descripción de los trabajos | 21 |
| 3.2. Características de las dragas en operación | 27 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 4. | DESCRIPCION DE LAS ALTERNATIVAS PLANTEADAS PARA REDUCIR EL AZOLVAMIENTO DENTRO DEL PUERTO. | 34 |
| 4.1 | Continuar con los trabajos de dragado en la zona del cana de navegaci3n de acceso. | 34 |
| 4.2 | Prolongaci3n del rompeolas del lado oriente del canal de acceso. | 38 |
| 5. | INGENIERIA DE PROYECTO. | 42 |
| 5.1. | Consideraciones y costo de las operaciones de dragado. | 42 |
| 5.2. | Dise1o y presupuesto de la estructura | 42 |
| 6. | CLASIFICACION Y ESTUDIO ECONOMICO DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCION. | 53 |
| 6.1 | Clasificaci3n de las alternativas | 53 |
| 6.2. | Estudio econ3mico | 54 |
| 7. | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. | 65 |
| | REFERENCIAS | 68 |
| | BIBLIOGRAFIA. | 69 |

DEDICATORIAS

A mis padres:

ERNESTO PUENTE MUÑOZ y
ANA Ma. ARMAS de PUENTE (+)

que gracias a Dios, han tenido fe y perseverancia en mi formación profesional, de quienes siempre he recibido cariño, apoyo, educación y buenos ejemplos, por lo que estoy completamente orgulloso de ellos, y que en cada instante que pasa encuentro motivos para estarles eternamente agradecido.

A mi hermana:

MIRYAM RUTH,

por su gran contribución en el desarrollo de mis facultades intelectuales y morales.

A mis sobrinos:

GABRIEL y JORGE,

por mantenerme siempre alentado con la esperanza que el día de mañana mejoren mis avances.

AGRADECIMIENTOS

- A la UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO y profesores de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería, por la transmisión de sus valiosos conocimientos y experiencias.

- Al Ing. JULIO PINDTER VEGA,

por su valiosa asesoría que hizo posible la realización de este trabajo y además por el apoyo que me ha permitido para desarrollarme profesionalmente en el apasionante sector portuario de nuestro país.

- Al personal de PUERTOS MEXICANOS,
que intervino con sus valiosas aportaciones y ayuda en el contexto de esta tesis.

- A mis AMIGOS, todos, así como a muchas personas, que desinteresadamente, me brindaron sus ayuda, en la medida que fue posible, durante mis estudios, mi estancia en esta ciudad y en la elaboración de mi tesis.

INDICE DE FIGURAS

| No. | DESCRIPCION | PAG. |
|-----|--|------|
| 2.1 | Ubicación geográfica de Puerto Madero, Chiapas. | 7 |
| 2.2 | Diagrama de Lenz y resumen anual de las características de los vientos.- | 9 |
| 2.3 | Cambios en la línea de playa del puerto.- | 10 |
| 2.4 | Infraestructura e instalaciones portuarias existentes.- | 20 |
| 3.1 | Zonas de navegación que presentan azolvamiento.- | 22 |
| 3.2 | Volúmenes de material dragado durante los años de 1983 a 1993, según el cuadro # 3.1.- | 25 |
| 3.3 | Forma y componentes de una draga de tipo autopropulsada de tolva y succión.- | 29 |
| 3.4 | Forma y componentes de una draga de tipo estacionaria.- | 30 |
| 4.1 | Comparación de los volúmenes programados y reales dragados durante los años de 1989 a 1993.- | 36 |
| 4.2 | Lugar de operaciones de las dragas y zonas de tiro para el año de 1994 y 1995.- | 37 |
| 4.3 | Avance de la línea de playa del puerto, en el futuro.- | 38 |
| 4.4 | Determinación de la longitud del rompeolas oriente | 39 |
| 6.1 | Gráfica de los ingresos por recaudación de derechos por aprovechamiento del puerto.- | 58 |
| 6.2 | Comparación de los ingresos con los gastos totales causados en el puerto.- | 64 |

INDICE DE CUADROS

| No. | DESCRIPCION | PAG. |
|-----|---|------|
| 3.1 | Volúmenes de material dragado durante los años de 1983 a 1993.- | 24 |
| 3.2 | Volúmenes y gastos por concepto de dragado en los últimos 4 años.- | 26 |
| 3.3 | Características de las dragas que se encuentran en operación, en Puerto Madero, Chiapas.- | 32 |
| 4.1 | Presupuesto de la prolongación del rompeolas del lado oriente del canal de acceso.- | 41 |
| 5.1 | Resultados del cálculo de diseño de la prolongación del rompeolas oriente.- | 51 |
| 6.1 | Clasificación de las alternativas propuestas.- | 54 |
| 6.2 | Ingresos anuales por recaudación anual de derechos por aprovechamiento del puerto.- | 57 |
| 6.3 | Flujo de efectivo del puerto en el año de 1990.- | 60 |
| 6.4 | Flujo de efectivo del puerto en el año de 1991.- | 61 |
| 6.5 | Flujo de efectivo del puerto en el año de 1992.- | 62 |
| 6.6 | Flujo de efectivo del puerto en el año de 1993.- | 63 |

INDICE DE PLANOS

| No. | DESCRIPCION | PAG. |
|---------|--|------|
| TPM-001 | Plano de Batimetría General del Puerto zona exterior, tomado del Plano No. RGOM-11-89, elaborado por la Residencia de Obras de Puerto Madero, Chiapas. | 43 |
| TPM-002 | Plano de Ingeniería de Proyecto de la prolongación del rompeolas lado oriente desde el cadenamamiento 0+915 a 1+415 | 52 |

R E S U M E N

Esta tesis presenta un estudio económico de las alternativas propuestas para resolver el problema de azolvamiento, ocasionado por el acarreo litoral, que se presenta en el canal de navegación de acceso de Puerto Madero, Chiapas, a fin de establecer junto con los criterios de operación y funcionamiento del mismo, la alternativa más adecuada.

Las alternativas planteadas son: A) Continuar con los trabajos de dragado en la zona del canal de navegación de acceso, manteniendo constante la profundidad oficial que permite el arribo de las embarcaciones con toda libertad y B) Construir la prolongación del rompeolas lado oriente, con lo que se lograría retener el acarreo litoral, que al entrar al puerto, produce el azolvamiento en las zonas de tránsito marítimo; de las cuales, después de haber realizado el ejercicio económico, se determinó que la alternativa más apropiada para la solución del problema de azolvamiento dentro del puerto es llevar a cabo la construcción de la prolongación del rompeolas lado oriente (Alternativa "B").

Con esta solución se logra además, por un lado, una mejor racionalización de las inversiones dado los altos gastos que causaría continuar las operaciones de dragado y, por otro, darle al puerto mejor funcionabilidad y confiabilidad, fomentando así una mayor participación de los sectores social y privado en la explotación de éste, dada la potenciabilidad productiva que tiene la región del Soconusco, para lo cual fue creado Puerto Madero, Chiapas.

- o -

Vo. Bo. DEL ASESOR:



ING. JULIO PINDTER VEGA

I N T R O D U C C I O N

Puerto Madero es un puerto de altura y cabotaje localizado al sureste del país cuya actividad principal que tiene es la pesquera y comercial.

En este puerto se han presentado problemas desde el inicio de la construcción de sus rompeolas, como son los procesos de erosión en la costa poniente y azolvamiento en la costa oriente y en la zona del canal de navegación de acceso, ocasionado por el transporte litoral, por lo que se ha tenido que mantener constante la profundidad oficial, que permite el arribo de las embarcaciones con toda libertad, con operaciones continuas de dragado en la zona de navegación el cual ha resultando muy costoso desde que se inició, en 1983.

Esta Tesis expone precisamente un estudio económico a fin de encontrar una solución a este problema, mediante la evaluación de las alternativas que se proponen al respecto, tomando en cuenta la situación económica por la que atraviesa el puerto.

Primeramente, es importante notar las características físicas de la zona de estudio, asimismo las instalaciones existentes en el puerto, dadas a conocer en el capítulo segundo.

En el capítulo III se describen todos los trabajos de dragado realizados, indicando los volúmenes dragados desde el año de 1983 hasta 1993. Igualmente, se señalan los gastos ocasionados por este concepto en los últimos cuatro años (de 1990 a 1993). Al final de este capítulo se mencionan las características principales de los equipos de dragado que actualmente están en operación, como son las dragas "Manzanillo II", "Guaymas" y "Veracruz".

Las alternativas que se plantean para resolver el problema del azolvamiento consisten en dos, la primera propone continuar con los trabajos de dragado en la zona del canal de navegación de acceso, a la que en este estudio se le denominará como la alternativa "A" y la segunda, denominada alternativa "B", se basa en construir la prolongación del rompeolas del lado oriente del canal de acceso. La descripción de éstas se desarrollan en el capítulo IV, donde se emplean costos y volúmenes obtenidos de los cálculos efectuados en la ingeniería de proyecto contenida en el capítulo V, consistente en considerar el diseño y presupuesto de cada una de las alternativas.

En el capítulo 6 se presenta el estudio económico, en donde se toma en cuenta los costos que significa ejecutar cada una de las alternativas, los criterios de operación y funcionamiento actual del puerto.

Por último, en el capítulo 7 se expresan las conclusiones a las que se llegaron, dando a conocer la alternativa más adecuada para resolver el problema de azolvamiento del puerto, desde el punto de vista económico. De la misma manera, al final se exponen las recomendaciones que se pueden hacer para lograr el mejor funcionamiento y desarrollo del puerto y las que conciernen a estudios de laboratorio mediante modelos físicos y matemáticos, que son intrínsecos para prevenir posteriores efectos del transporte litoral y del comportamiento de las mareas.

Al final se localizan los títulos de las referencias utilizadas, así también la bibliografía que intervino para la comprensión de algunos términos y criterios de diseño.

1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS.

1.1. ANTECEDENTES

Puerto Madero se localiza en la costa del Océano Pacífico, al sureste de la República Mexicana, en el Estado de Chiapas, cerca de la frontera con la República de Guatemala.

La construcción de las obras de infraestructura de Puerto Madero se iniciaron en el año de 1972, cercanas a una población denominada San Benito, Mpio. de Tapachula, Chiapas, aprovechando la existencia de una zona lagunaria para el desarrollo de las dársenas. Estas obras consistieron, básicamente, en la construcción de dos rompeolas paralelos. Uno de 800 m. de longitud al lado oriente y el otro de 650 m. de longitud en el lado poniente, para formar el Canal de Acceso que tiene 80 m. de ancho de plantilla con una profundidad útil de 10 m., al mismo tiempo se dragó la zona donde se localizaría la dársena para operación y ciaboga de embarcaciones. Posteriormente se construyeron los muelles para la zona pesquera, comercial y la Armada de México; y fue hasta el 12 de junio de 1975 cuando el puerto se abrió para dar entrada a las embarcaciones.

Actualmente a este puerto se le ha catalogado como problemático debido a que desde el inicio de la construcción de sus rompeolas se han presentado procesos de erosión en la zona poniente y de azolvamiento en la zona oriente de dichas estructuras que protegen el canal de acceso, teniendo como consecuencia el azolvamiento del mismo, lo que ha sido causado por el transporte litoral.

Con la finalidad de reducir el fenómeno de erosión en la

costa poniente, se construyeron durante los años de 1975 a 1977 una serie de espigones a base de piedras de diferentes tamaños, desde el No. 1 al No. 17, pero desafortunadamente esto no fue suficiente para estabilizar la playa, afectando aún la comunicación terrestre entre la población y las instalaciones de la Residencia de Obras del Puerto.

Posteriormente se ha complementado la protección a base de mantenimiento de estos espigones, que por el mismo efecto de erosión, han quedado en alguna ocasión aislados de la playa, así como la construcción de 3,004 m. de longitud de protección marginal entre el rompeolas poniente y el espigón No. 16, durante los años de 1978 a 1990. Sin embargo, el problema continua.

Por otro lado, para proteger al canal de acceso del problema de azolvamiento, de 1978 a 1989 fue prolongado en longitud el rompeolas oriente por 115 m. y también en 1980 fue construido un espigón de 135 m. de longitud al oriente de este rompeolas. No obstante, estas construcciones de protección resultaron insuficientes para retener el volumen de transporte litoral (estimado en 500 mil metros cúbicos al año), que afecta en gran medida el tráfico marítimo al congestionarse el acceso a causa de los azolves aportados por este flujo de material playero proveniente de las extensas playas del lado oriente de dicho puerto y que es depositado, considerablemente, en las inmediaciones de los morros del canal exterior, mientras que otra parte del material continua su curso animada por las olas y corrientes de fondo, expandiéndose a lo largo del canal principal, zona de expansión y áreas laterales, por lo que se ha tenido que realizar una gran inversión en mantenimiento por medio de dragado constante desde 1983.

1.2. OBJETIVO

El objeto del presente estudio es proponer las alternativas para dar solución al problema del azolvamiento del canal de acceso y de otras zonas del puerto, para que de esta manera se logre reducir los altos gastos, que el Gobierno Federal está afrontando, por concepto de mantenimiento a través de las actividades de dragado que se han y se están realizando para permitir la operación en el puerto. En base a las alternativas planteadas, se efectuará un estudio económico con la finalidad de encontrar, tomando en cuenta los criterios de operación y funcionamiento del puerto, la alternativa más apropiada para que sea ejecutada.

2. CARACTERISTICAS FISICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO.

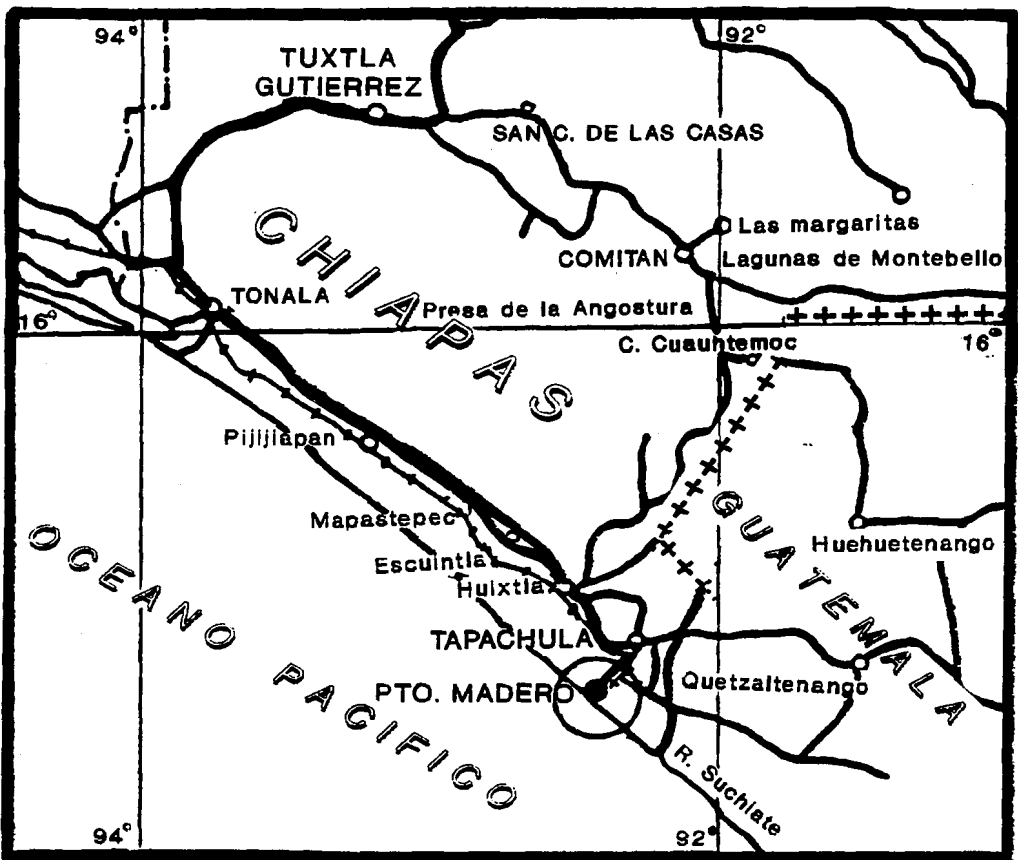
Puerto Madero se ubica geográficamente en las coordenadas de 14°42'9'' de latitud norte y 92°25'6'' de longitud oeste del meridiano de Greenwich (figura No.2.1), a una altura de 3 m. (promedio) sobre el nivel del mar. El clima predominante es tropical, semihúmedo con temperatura promedio anual de 19.6° a 32.7°C. (Ref. 2.)

2.1. MAREA Y NIVELES

Las características de la marea astronómica de Puerto Madero es del tipo semi-diurno. El rango de la marea media es cerca de 1.47 m. El nivel de referencia para la estructura del puerto y sondeo del fondo del mar está tomado en el nivel de bajamar media inferior que es 0.693m. más bajo que el nivel medio del mar. (Ref. 1)

Los niveles más significantes (Ref. 2) son los siguientes:

| | REFERIDAS AL N.M.M. | REFERIDAS AL N.B.M.I. |
|---------------------------------|------------------------|--------------------------|
| PLEAMAR MAXIMA REGISTRADA | 1.311 M. | 2.004 M. |
| NIVEL DE PLEAMAR MEDIA SUPERIOR | 0.755 M. | 1.448 M. |
| NIVEL DE PLEAMAR MEDIA | 0.662 M. | 1.355 M. |
| NIVEL MEDIO DEL MAR | 0.000 M. | 0.693 M. |
| NIVEL DE MEDIA MAREA | -0.002 M. | 0.691 M. |
| NIVEL DE BAJAMAR MEDIA | -0.655 M. | 0.038 M. |
| NIVEL DE BAJAMAR MEDIA INFERIOR | -0.693 M. | 0.000 M. |
| BAJAMAR MINIMA REGISTRADA | -1.096 M. | -0.403 M. |



2.2. OLEAJE

La dirección del oleaje con mayor frecuencia corresponde a la sur y la sur oeste, los períodos predominantes varían entre 10 y 12 segundos (Ref. 1), y las alturas de ola de 2 a 2.50m. (Ref. 3). El transcurso de más riesgo para la zona del puerto es durante los meses de mayo a octubre, que es la época en que se presentan las mayores precipitaciones pluviales, y en ocasiones hasta ciclones, lo que llega a producir un oleaje más alto.

2.3. CORRIENTES

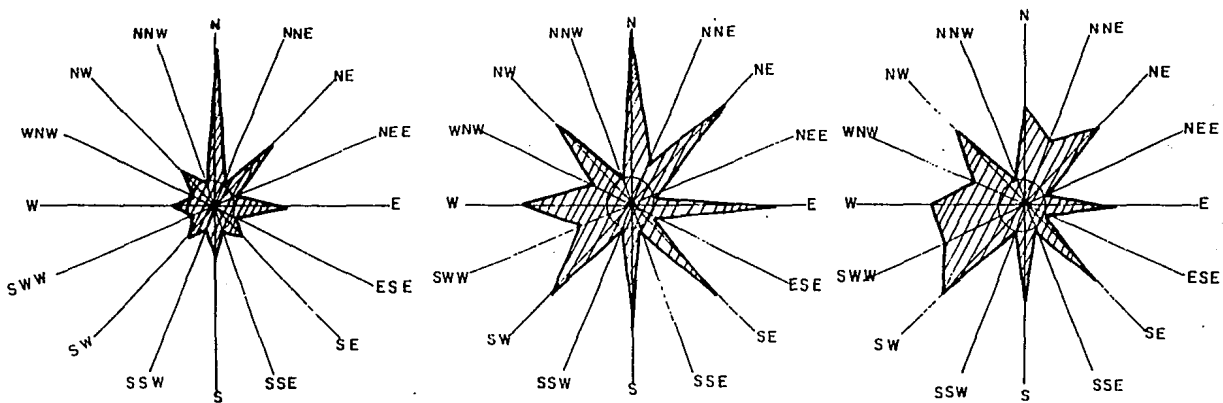
En cuanto a las corrientes, se tiene que estas son de 10 a 20 cm/seg. con dirección de Poniente a Oriente y de 50 a 75 cm/seg. con direcciones de Oriente a Poniente (Ref. 3).

2.4. VIENTOS

Los vientos tienen como característica principal la dirección e intensidad. Como puede observarse en el diagrama de Lenz y el resumen anual mostrado en la figura No. 2.2., en las vecindades de Puerto Madero el viento reinante es el N. soplando 41.24 días al año y el viento dominante es el SW. con una velocidad media de 4.22 m/seg.

2.5. CAMBIOS EN LA LINEA DE PLAYA

Antes que se iniciaran los trabajos de construcción del puerto, la costa se caracterizaba por ser una playa recta arenosa, misma que fue alterándose debido a los procesos de erosión y azolvamiento que se han mencionado; teniéndose como consecuencia, variaciones en la línea de playa como lo muestra



n (FRECUENCIA, %)

nV (FRECUENCIA, x.V.media)

V² MAX (velocidad maxima)

| | N | NNE | NE | NEE | E | ESE | SE | SSE | S | SSW | SW | SWW | W | WNW | NW | NNW |
|--------------------------|-------|------|-------|-----|-------|-----|------|-----|------|-----|------|------|------|------|------|-----|
| n | 41.24 | 0.05 | 19.65 | 0.0 | 13.70 | 0.0 | 4.45 | 0.0 | 5.67 | 0.0 | 3.45 | 0.05 | 5.04 | 0.09 | 5.72 | 0.0 |
| nV | 14.00 | 2.00 | 12.00 | 0.0 | 12.00 | 0.0 | 9.00 | 0.0 | 9.00 | 0.0 | 9.00 | 3.00 | 9.00 | 2.00 | 9.00 | 0.0 |
| Vmax | 1.78 | 1.41 | 1.95 | 0.0 | 1.73 | 0.0 | 1.89 | 0.0 | 1.68 | 0.0 | 2.05 | 1.73 | 1.82 | 1.22 | 1.90 | 0.0 |
| V² max | 3.18 | 2.00 | 3.80 | 0.0 | 3.00 | 0.0 | 3.58 | 0.0 | 2.82 | 0.0 | 4.22 | 3.00 | 3.32 | 1.50 | 3.61 | 0.0 |

Fig. 2.2. DIAGRAMA DE LENZ Y RESUMEN ANUAL DE LAS CARACTERISTICAS DEL VIENTO.

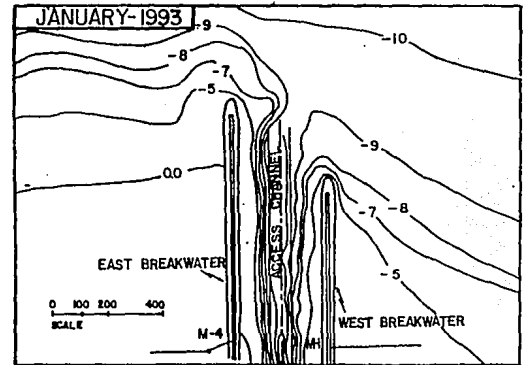
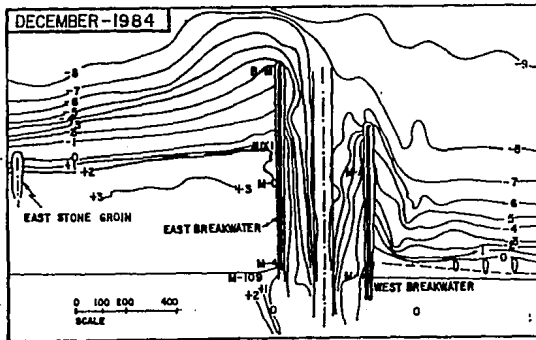
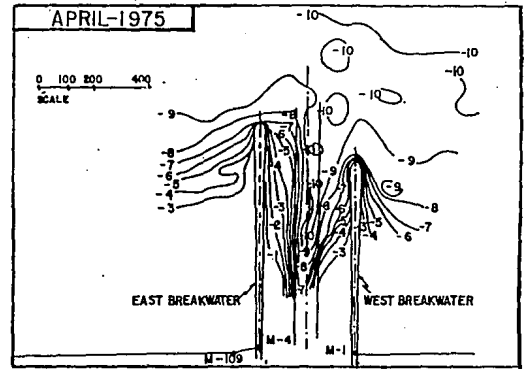
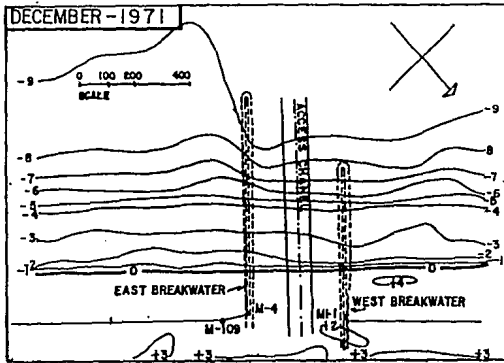


Fig. # 2.3. Cambios en la línea de playa en Puerto Madero, Chiapas (Ref. 1, Pag. 3)

la figura # 2.3.

2.6. INSTALACIONES PORTUARIAS EXISTENTES.

Las instalaciones portuarias comprende las obras de infraestructura y las edificaciones de superestructuras, destinadas a la atención de embarcaciones y a la prestación de servicios portuarios, por lo que dadas las actividades comerciales y pesqueras que se desarrollan en este puerto, las edificaciones existentes lo forman el puerto comercial, el puerto pesquero y el propio Edificio Operativo. Además cuenta con instalaciones portuarias de carácter militar destinadas para el uso de la Armada de México.

La obras de infraestructura, de acuerdo al último Catastro Portuario, se integran las obras de protección, obras de atraque, áreas de agua, áreas de almacenamiento y señalamiento marítimo.

Las características principales de la infraestructura con que cuenta actualmente el puerto se describe a continuación, mismas que pueden observarse en planta en la figura # 2.4.

OBRAS DE PROTECCION

ROMPEOLAS ORIENTE: Localización: Margen sureste del canal de navegación principal.

Longitud: 915 metros.

Ancho de corona: 6 metros.

Estructura: Piedra 1a. 2a. y Coraza.

ROMPEOLAS PONIENTE: Localización: Margen noroeste del canal de

navegación principal.
Longitud: 650 metros.
Ancho de corona: 6 metros.
Estructura: Piedra 1a. 2a. y Coraza.

**17 ESPIGONES
PLAYEROS:**

Localización: A 350 m. del rompeolas
poniente empiezan.
Longitud: Uno de 145 m. y los demás
varían entre 30 y 65 m.
Ancho de corona: 4.50 metros.
Longitud total: 911 metros.
Altura : +3.60 m. a +4.8 m.
Estructura: Piedra diferentes tamaños.

ESPIGON ORIENTE:

Localización: Lado noreste del seno de la
escollera oriente.
Longitud: 75 m.
Ancho de corona: 1.7 metros.
Altura : +2.50 m.
Estructura: Bolsacreto.

PROTECCION MARGINAL: Localización: Del espigón No. 1 al
No. 15.

Longitud: 3,004 m.
Estructura: Piedra diferentes tamaños.

ESPIGON INTERIOR:

Localización: A 1,100 m. de la escollera
oriente.
Longitud: 115 m.
Ancho de corona: 11.0 metros.
Altura : +3.50 m.
Estructura: Piedra diferentes tamaños.

AREAS DE AGUA

BOCANA:

Localización: Entre rompeolas oriente
y morro del rompeolas poniente.
Ancho de plantilla: 80 m.

Longitud: 335 m.
Profundidad útil: 10 m.
Area: 8,700 m2.

**CANAL DE NAVEGACION
PRINCIPAL:**

Localización: De la bocana a
dársena de expansión.
Longitud: 630 m.
Ancho de plantilla: De 80 a 70m.
Profundidad útil: De -9.1 a -12.3 m.
Area: 60,800 m2.

**CANAL DE ACCESO
A DARSENA PESQUERA:**

Localización: De la dársena de
expansión a la dársena pesquera.
Longitud: 550 m.
Ancho de Plantilla: 60 m.
Profundidad útil: -7.1 m.
Area: 63,475 m2.

**CANAL A DARSENA
PRINCIPAL:**

Localización: De la dársena de
expansión a la dársena principal.
Longitud: 550 m.
Ancho de Plantilla: 80 m.
Profundidad útil: -10 a -12.3 m.
Area: 57,200 m2.

DARSENA DE EXPANSION:

Localización: Al término del canal de
navegación principal en bifurcaciones
de canales.
Area: 34,000 m2.
Profundidad útil: -8.3 m.
Ancho de plantilla: 80 m.
Diam. máx. de ciaboga: 200 m.

DARSENA PESQUERA: Localización: Frente a muelles pesqueros.
Area: 110,000 m2.
Profundidad: -7 m.
Ancho de plantillas: 160 m.
Diam. máx. de ciaboga: 100 m.

DARSENA DEL MUELLE COMERCIAL: Localización: Frente a muelle fiscal. Area: 105,000 m2.
Profundidad: -9.3 m.
Ancho de plantillas: 300 m.
Diam. máx. de ciaboga: 250 m.

DARSENA DE LA ARMADA: Localización: Frente a muelle de la Armada.
Area útil: 41,600 m2.
Profundidad: -7 m.
Ancho de plantilla: 170 m.
Diam. máx. de ciaboga: 150 m.

OBRAS DE ATRAQUE

MUELLE DE LA ARMADA: Disposición: Espigón.
Longitud: 85 m.
Ancho: 10 m.
Bandas de atraque: 2
Longitud de atraque: 170 m.
Altura: +2.5 m.
Profundidad: -7 m.
Estructura: Concreto armado.
Uso: Militar.

MUELLE DE PESCA No. 1: Disposición: Espigón.

Longitud: 85 m.
Ancho: 10 m.
Bandas de atraque: 2
Longitud de atraque: 170 m.
Altura: +2.5 m.
Profundidad: -7 m.
Estructura: Concreto armado.
Uso: Pesquero.

MUELLE DE PESCA No. 2: Disposición: Espigón.
Longitud: 75 m.
Ancho: 10 m.
Bandas de atraque: 2
Longitud de atraque: 150 m.
Altura: +2.5 m.
Profundidad: De -6 a -7 m.
Estructura: Concreto armado.
Uso: Pesquero.

MUELLE DE PESCA No. 3: Disposición: Espigón.
Longitud: 85 m.
Ancho: 10 m.
Bandas de atraque: 2
Longitud de atraque: 170 m.
Altura: +2.5 m.
Profundidad: -7 m.
Estructura: Concreto armado.
Uso: Pesquero.

MUELLE DE COMBUSTIBLE: Disposición: T.
Longitud: 50 m.
Ancho: 10 m.
Bandas de atraque: 1

Longitud de atraque: 50 m.
Altura: +2.5 m.
Profundidad: De -6 a -7 m.
Estructura: Concreto armado.
Uso: Fuera.

MUELLE COMERCIAL:

Disposición: Marginal.
Longitud: 151 m.
Ancho: 31 m.
Bandas de atraque: 1
Longitud de atraque: 151 m.
Altura: +4 m.
Profundidad: De -9.5 m.
Estructura: Concreto armado.
Uso: Carga general.

SEÑALAMIENTO MARITIMO

FARO SAN BENITO:
de

Localización: Al poniente del canal
acceso, a 2,500 m. de la bocana.
Altura de la Estructura: 22 m.
Alcance geográfico: 14 mi. náuticas.
Caract. Luminosos: Destellos blancos.
Período: 30''
Estructura: Metálica con casa de
mampostería:
Fuente de energía: Electricidad

**BALIZA DE SITUACION DEL
RONPEOLAS ORIENTE:**

Localización: Morro del ronpeolas
oriente.
Altura de la Estructura: 10 m.
Alcance geográfico: 13 mi. náuticas.
Caract. Luminosos: Destellos rojos.

Período: 30 dest./min.
Estructura: Metálica.
Fuente de energía: Solar.

**BALIZA DE SITUACION DEL
ROMPEOLAS PONIENTE:**

Localización: Morro del rompeolas
poniente.
Altura de la Estructura: 10 m.
Alcance geográfico: 13 mi. náuticas.
Caract. Luminosos: Destellos verdes.
Período: 30 dest./min.
Estructura: Metálica.
Fuente de energía: Solar.

**BALIZAS DE ENFILACION
DE ENTRADA A CANAL DE
NAVEGACION:**

Altura: 16 m. la anterior y 20 m. la
posterior.
Alcance geográfico: 15 mi. náuticas
Período: 1 destello blanco cada 10
segundos la anterior y 3 destellos
blancos cada 6 segundos la posterior.
Estructura: Metálica.
Fuente de energía: solar.

**BALIZAS DE ENFILACION
1er. RUMBO GANCHO.**

Localización: Desembocadura del río
Suchiate.
Altura: 17 m. la anterior y 20 m. la
posterior.
Alcance geográfico: 15 mi. náuticas
la anterior y 16 la posterior.
Período: 1 destello blanco cada
segundo y medio la anterior y 2
destellos blancos cada 7 y medio
segundo la posterior.
Estructura: Concreto.

Fuente de energía: solar.

BALIZAS DE ENFILACION DE RUMBO (MUELLE FISCAL): Período: 2 destellos cada 6 seg. la anterior y 4 cada 12 seg. la posterior.
Caract. Luminosos: Destellos blancos.
Fuente de Energía: Solar.

BALIZAS DE ENFILACION (MUELLE DE PESCA): Período: 1 destello cada 2 seg. la anterior y 4 cada 12 seg. la posterior.

4 BOYAS DE CANAL: Período: 20 destellos por minuto.
Caract. luminosas: Destellos blancos.
Fuente de energía: Solar.

BOYA DE PUERTO MADERO DE RECALADA: Período: 1 dest. cada 10 segundos.
Caract. luminosas: destellos blancos.
Eclipse más largo. 8 segundos.

AREAS DE ALMACENAMIENTO

PATIO FISCAL: Localización: Parte posterior del muelle fiscal.
Area total: 22,350 m2.
Area útil: 13,410 m2.
Servicios: Agua potable, alumbrado y equipos contra incendio.

COBERTIZO: Localización: Extremo sur del muelle fiscal.
Dimensiones: 63 x 10 m.
Area total: 630 m2.

Area Útil: 441 m2.

Servicios: Agua potable, alumbrado y equipos contra incendio.

Uso: Almacén de plátano.

BODEGA DE TRANSITO:

Localización: En el extremo norte del muelle fiscal.

Dimensiones: 30 x 84 m.

No. de Puertas: 8 de 6 x 4 m.

Capac. de carga del piso: 8 ton./m2.

Area total: 2,520 m2.

Area Útil: 1,764 m2.

**PUERTO
COMERCIAL**

**EDIFICIO
OPERATIVO**

**PUERTO
PESQUERO**

SIMBOLOGIA

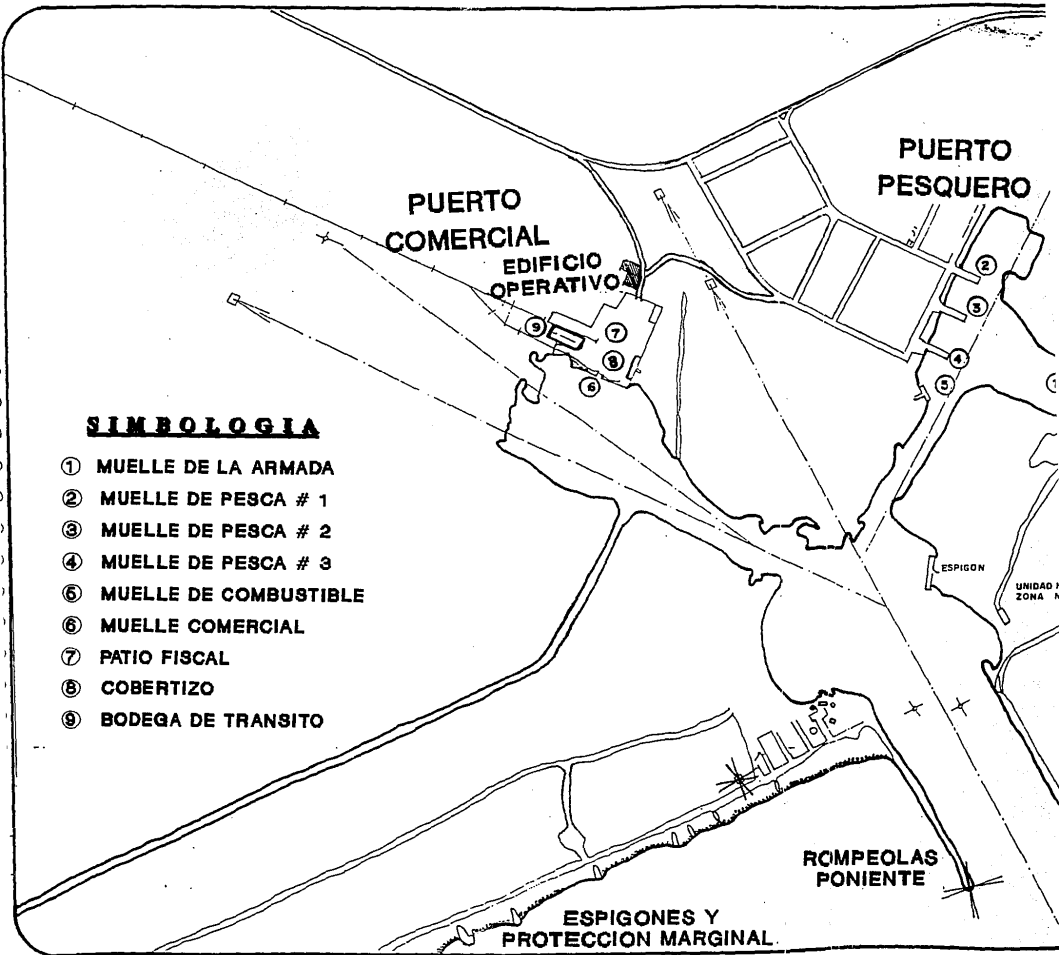
- ① MUELLE DE LA ARMADA
- ② MUELLE DE PESCA # 1
- ③ MUELLE DE PESCA # 2
- ④ MUELLE DE PESCA # 3
- ⑤ MUELLE DE COMBUSTIBLE
- ⑥ MUELLE COMERCIAL
- ⑦ PATIO FISCAL
- ⑧ COBERTIZO
- ⑨ BODEGA DE TRANSITO

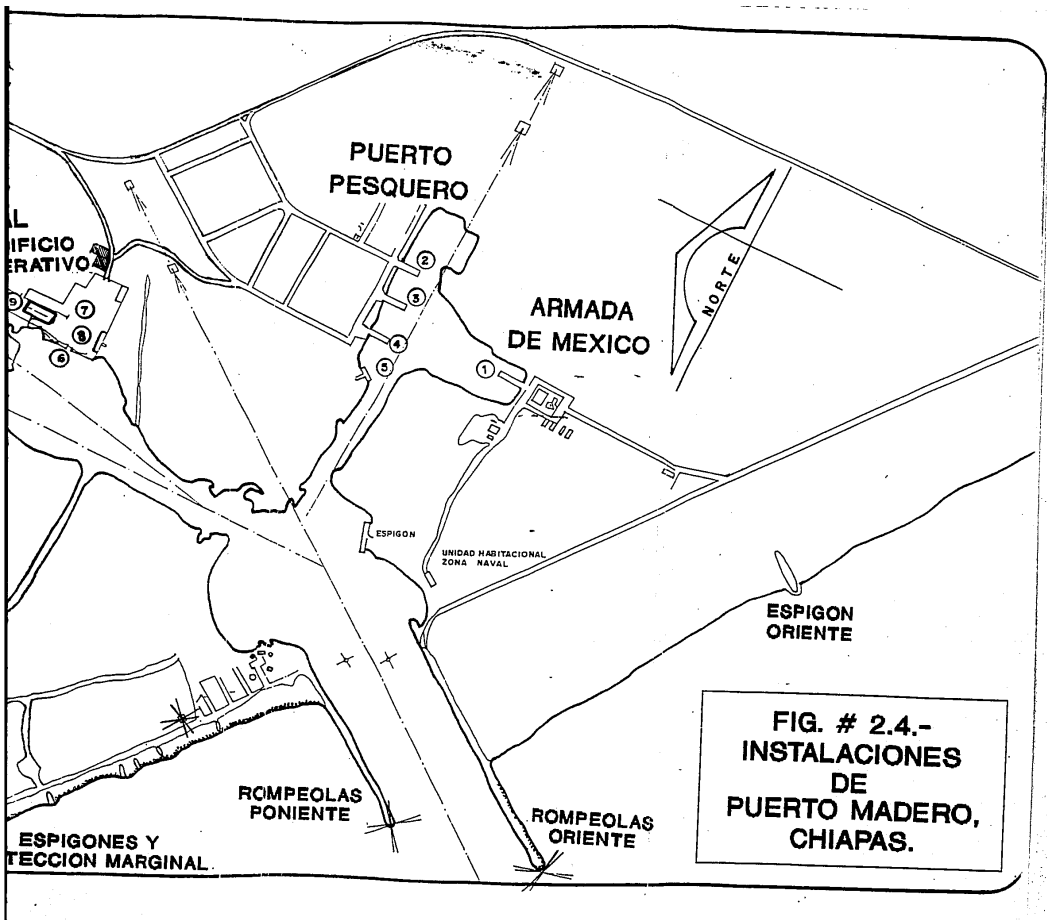
ESPIGON

UNIDAD
ZONA N

**ROMPEOLAS
PONIENTE**

**ESPIGONES Y
PROTECCION MARGINAL**





OFICIO OPERATIVO

PUERTO PESQUERO

ARMADA DE MEXICO

NORTE

ESPIGON

UNIDAD HABITACIONAL ZONA NAVAL

ESPIGON ORIENTE

ROMPEOLAS PONIENTE

ROMPEOLAS ORIENTE

ESPIGONES Y RECCION MARGINAL

FIG. # 2.4.-
INSTALACIONES
DE
PUERTO MADERO,
CHIAPAS.

3. TRABAJOS DE DRAGADO REALIZADOS EN EL PUERTO.

3.1. DESCRIPCION DE LOS TRABAJOS

Las operaciones de dragado en Puerto Madero, Chis., se iniciaron en 1983 para permitir el tráfico marítimo, dándole mantenimiento a las áreas navegables debido a la presencia de azolves causado por el transporte litoral.

En esta descripción se mencionan las áreas que han sido dragadas y para ello es necesario referirse a la figura # 3.1.

El cuadro # 3.1 muestra en detalle los volúmenes que por operaciones de dragado se han efectuado por el transcurso de 11 años, desde 1983 hasta 1993, mismos que se encuentran graficados en la figura # 3.2.

Como puede observarse en este cuadro, las principales áreas más afectadas en un principio fueron las zona de expansión y el canal de acceso interior al puerto pesquero. Posteriormente, otras zonas con presencia de azolve que impedían el tránsito de las embarcaciones, corresponden al canal de acceso principal y al canal de acceso interior a la dársena principal o puerto comercial.

Con la finalidad de captar los azolves recurrentes en la zona y consecuentemente mantener el calado oficial en el puerto, en el año de 1988 se construyó una fosa de captación de azolve, localizada atrás del seno del rompeolas oriente; sin embargo, el volumen dragado fue mayor aun para 1989.

Ante esta circunstancia, el 15 de enero de 1990 comenzó la construcción de otra fosa de captación de azolve, ahora

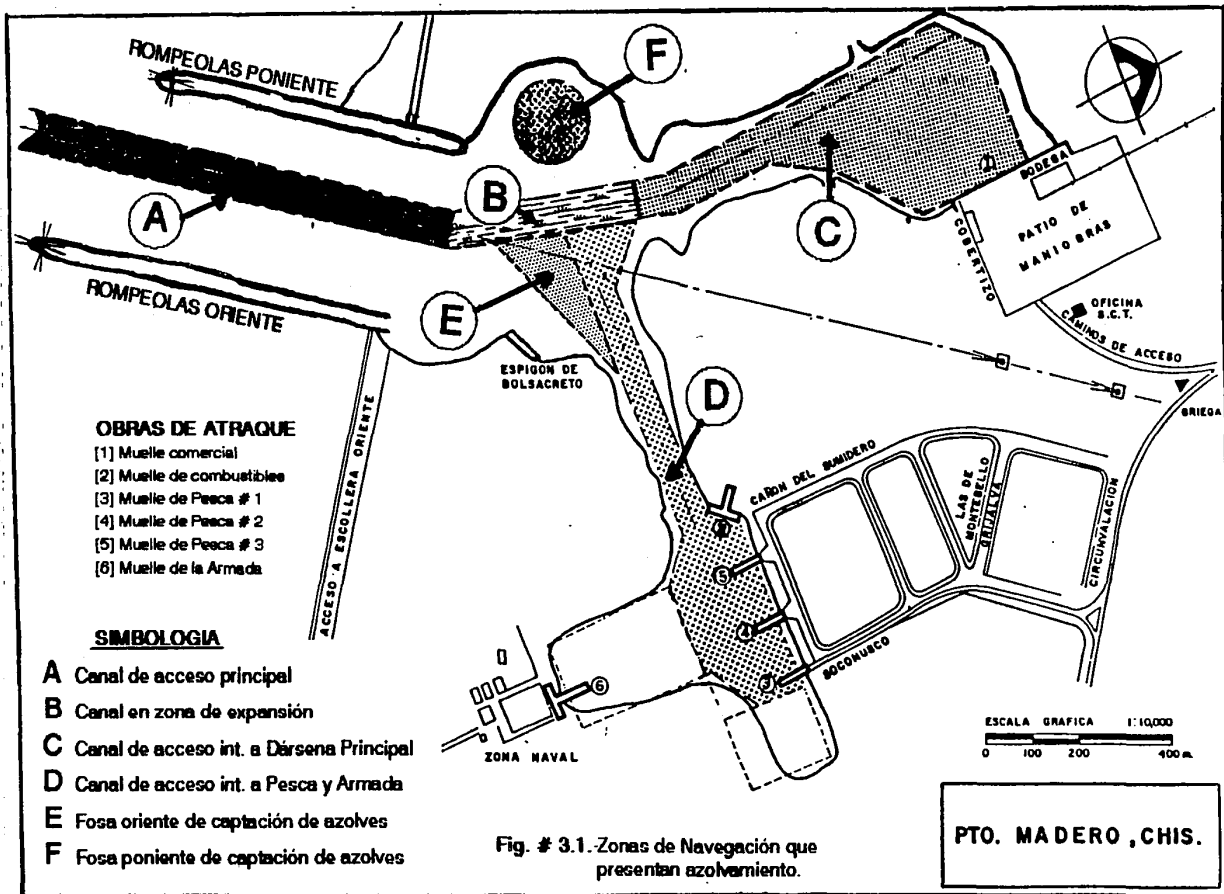


Fig. # 3.1.-Zonas de Navegación que presentan azolvamiento.

P.TO. MADERO , CHIS.

localizada a la altura de la bocana, con dimensiones de 180 metros de ancho por 500 metros de longitud a una profundidad de -12.00 metros referida al Nivel de Bajamar Media Inferior (N.B.M.I.), donde se dragarían 630,000 m³., con la draga "Manzanillo II", pero debido a que se requirió los servicios de esta draga en otro puerto, la obra quedó inconclusa, habiéndose dragado hasta el 25 de marzo un volumen de 529,774 m³.

En este mismo año de 1990, para mantener operable el resto del interior del puerto, se extrajeron aproximadamente 333, 621 m³., con las dragas "Manzanillo II", "Presidente Madero" y "Guaymas", de los cuales 101,328 m³., (extraídos por esta última) corresponden a la construcción de la fosa de captación localizada a la altura del seno del rompeolas poniente.

Para 1991 era evidente la continuidad del azolve en el canal aunque con menor dificultad para el tráfico marítimo que el principio del año anterior, pues según levantamiento efectuado a mediados de enero se encontró la curva batimétrica -10.00 metros invadiendo el canal exterior, siendo mas notorio a la altura del morro oriente.

De nueva cuenta, para superar las necesidades prioritarias del puerto, las autoridades portuarias incluyeron el puerto en el Programa Anual de Obras con 750,000 m³., asignando para tales trabajos a las dragas "Presidente Madero", "Guaymas", y "Manzanillo II". Sin embargo, debido a otras necesidades en el litoral, únicamente se contó con la draga "Presidente Madero", misma que extrajo 363,263 m³.

En 1992 continuaron los trabajos de mantenimiento con las

CUADRO # 3.1.-

VOLUMENES DE MATERIAL DRAGADOS EN LAS ZONAS DE
NAVEGACION DEL PUERTO. DURANTE LOS AÑOS DE 1983 A 1993.

| LOCALIZACION | AÑO | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | TOTAL P/ZONA |
|--|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| CANAL DE ACCESO INTERIOR A PESCA | | 117,690 | 40,200 | 87,714 | 88,262 | 94,350 | 260,229 | 140,958 | 142,180 | 4,700 | | | 976,283 |
| CANAL DE ACCESO INT. A DARSENA PRINCIPAL | | | 99,898 | 42,658 | | 143,873 | 8,431 | 206,870 | 28,800 | 86,333 | 310,643 | 278,263 | 1,205,769 |
| CANAL DE ACCESO PRINCIPAL | | | | 80,222 | | 569,939 | 249,590 | | 591,087 | 272,230 | 573,849 | 649,280 | 2,986,197 |
| FOSA ORIENTE DE CAPTACION DE AZOLVES | | | | | | | 79,410 | | | | | | 79,410 |
| FOSA PONIENTE DE CAPTACION DE AZOLVES | | | | | | | | | 101,328 | | | | 101,328 |
| ZONA DE EXPANSION | | 232,880 | 558,444 | 23,180 | 11,830 | | | 539,900 | | | | | 1,366,234 |
| TOTAL EN M3. | | 350,570 | 698,542 | 233,774 | 100,092 | 808,162 | 597,660 | 887,728 | 863,395 | 363,263 | 884,492 | 927,543 | |

FUENTE: VOCALIA DE DRAGADO, PUERTOS MEXICANOS, S.C.T.

PUERTO MADERO, CHIAPAS

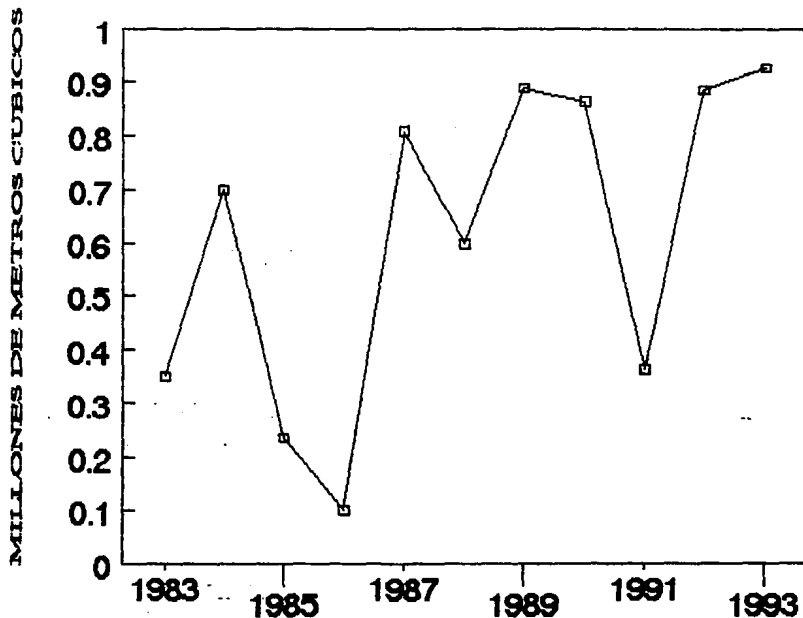


Fig. 3.1.— Volúmenes de material dragado en las zonas de navegación del puerto durante los años de 1983 a 1993, según los datos del cuadro # 3.1,

CUADRO # 3.2

VOLUMENES Y GASTOS POR CONCEPTO DE DRAGADO
EN LOS ULTIMOS 4 AÑOS

| AÑO | LOCALIZACION | DRAGA OPERADA | VOLUMEN [m3] | PRECIO MILES DE [N\$] | PRECIO UNITARIO PROM./AÑO |
|---------------------------------|---|--|--------------|-----------------------|---------------------------|
| 1990 | CANAL EXTERIOR Y PRINCIPAL FOSA PONIENTE | PRES. MADERO MANZANILLO II GUAYMAS | 34,799 | N\$4,828 | |
| | | | 556,288 | | |
| | | | 101,328 | | |
| | CANAL ACCESO A DARSENA FISCAL Y DARSENA FISCAL | PRES. MADERO | 28,800 | N\$192 | |
| CANAL ACCESO A DARSENA DE PESCA | PRES. MADERO | 142,180 | N\$666 | | |
| | TOTAL | | 863,395 | N\$5,686 | U.S\$ 2.06 N\$6.59 |
| 1991 | CANAL EXTERIOR | PRES. MADERO | 272,230 | N\$1,657 | |
| | CANAL ACCESO A DARSENA FISCAL | PRES. MADERO | 86,333 | N\$1,033 | |
| | CANAL ACCESO A DARSENA DE PESCA | PRES. MADERO | 4,700 | N\$27 | |
| | TOTAL | | 363,263 | N\$2,717 | U.S\$ 2.34 N\$7.48 |
| 1992 | CANAL EXTERIOR | TABASCO | 545,949 | N\$4,035 | |
| | | PRES. MADERO | 27,900 | N\$365 | |
| | CANAL ACCESO A DARSENA FISCAL Y DARSENA FISCAL | TABASCO | 107,377 | N\$1,168 | |
| | | PRES. MADERO | 203,266 | N\$1,729 | |
| | TOTAL | | 884,492 | N\$7,297 | U.S\$ 2.58 N\$8.25 |
| 1993 | CANAL EXTERIOR, ACCESO A DARSENA FISCAL Y DARSENA | PRES. MADERO | 927,543 | N\$8,570 | |
| | | | TOTAL | 927,543 | N\$8,570 |

dragas "Presidente Madero" y "Tabasco", las que concluyeron el año dragando un total de 884,492 m3. siendo el canal de acceso principal la zona que representó casi el 60% del volumen total de material dragado y por lo que corresponde al año de 1993, las operaciones continuaron en el canal de acceso principal, el de acceso interior a darsena principal y la propia darsena, trabajos que se hicieron con la draga "Presidente Madero", extrayéndose un total de 927,543 m3.

Por último, de acuerdo con datos proporcionados por las autoridades portuarias, se presentan en el cuadro # 3.2 los gastos ocasionados por las operaciones de dragado de mantenimiento ejecutadas con las dragas que se mencionan, en los últimos 4 años, es decir, de 1990 a 1993, como también el promedio de los precios unitarios obtenidos por cada año, dividiendo las sumas totales del gasto entre volúmenes de material dragado.

3.2. CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE LAS DRAGAS EN OPERACION

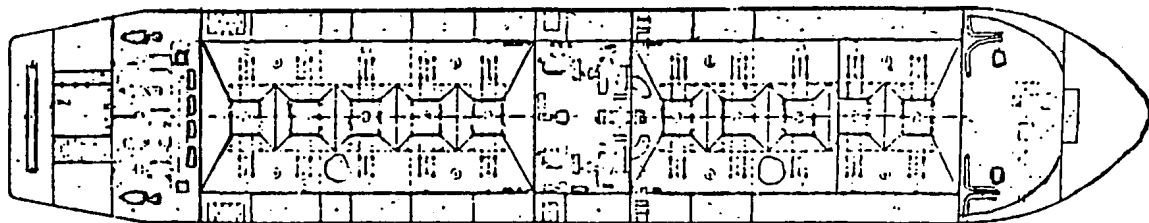
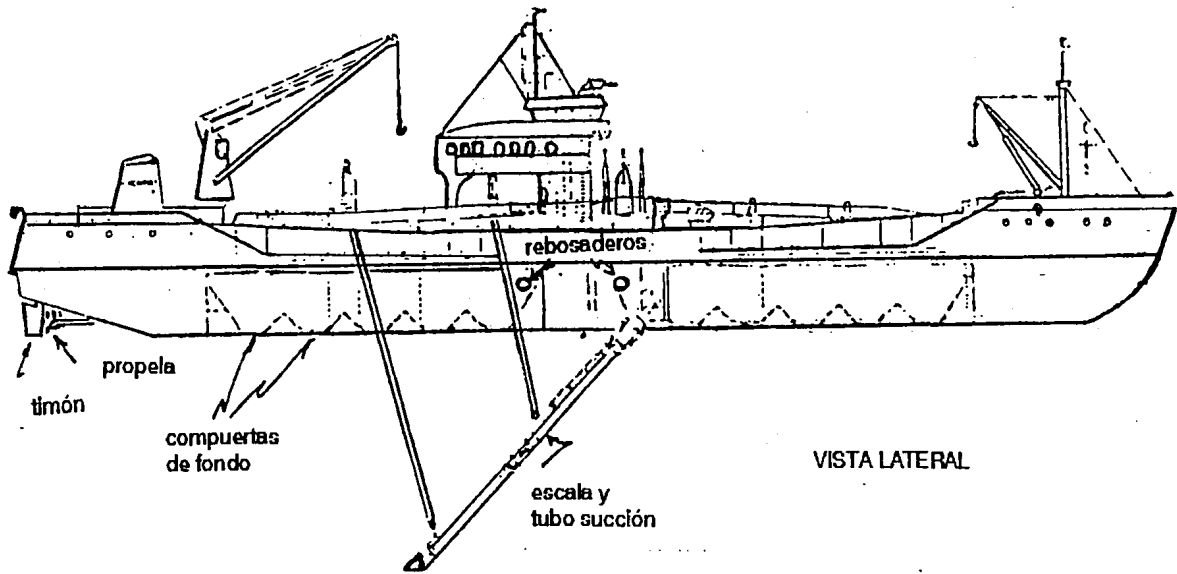
Las características aquí descritas se refieren a las dragas que permanecen en operación dentro del puerto, las cuales son, las dragas "Manzanillo II", "Guaymas" y "Veracruz II".

La "Manzanillo II" es una draga autopropulsada, es decir, que puede navegar. Es un barco con un equipo de draga de succión. Este tipo de draga es muy eficiente en la conservación de canales de navegación. Colocando su tubería en posición de ataque y funcionando sus bombas de succión, el barco recorre lentamente sobre el eje del canal y va recogiendo material que deposita en su tolva hasta que se llena. Levanta su tubería de succión y sale navegando hasta el

lugar de tiro, donde vacía a fondo perdido. En la figura # 3.3 puede apreciarse la forma y sus componentes de una draga de este tipo denominada autopropulsada de tolva y succión.

Las dragas "Guaymas" y "Veracruz II", son de tipo estacionarias, no son aptas para navegar, (ver figura # 3.4). Sus trabajos lo realizan en aguas tranquilas, protegidas contra los fuertes vientos y oleaje. Reciben también el nombre de "portátiles" por el hecho que se pueden desmontar en varias partes, que se cargan a vehículos terrestres para su traslado a otro lugar de trabajo, en donde podrá montarse nuevamente y ponerse a flote con ayuda de una o más grúas. Junto al montaje se realiza la colocación de la tubería, asegurándose que las uniones no permitan fugas. Parte de esa tubería se instala flotante, sujeta a pontones y otra parte sobre tierra, apoyada y fija a puentes, de tal manera que sea fácil y en breve tiempo aumentar o disminuir la longitud de la tubería y cambiar de lugar de tiro, cuando se decide que el material amontonado no debe crecer más, porque se dificulta la descarga por ese material amontonado. La instalación de la tubería requiere de alguna grúa flotante y de un cargador que ayude en las maniobras de acarreo y acoplamiento de la tubería. Montada y a flote este tipo de draga y realizadas las pruebas de operación, con su tubería de descarga completa, está lista para iniciar los trabajos de dragado.

El funcionamiento de las dragas estacionarias es tal que se colocan anclas a distancias adecuadas, a estribor, babor y a proa de la draga, de tal manera que al accionar los malacates en forma coordinada, jalando con el de babor y suelto el de estribor, se produce giro de la draga de derecha a izquierda. Para permitir ese giro de la draga, se levantó uno de los zancos y entonces el centro del giro será el zanco



PLANTA

Fig. # 3.3. Forma y componentes de una draga de tipo autopropulsada de tolva y succión.

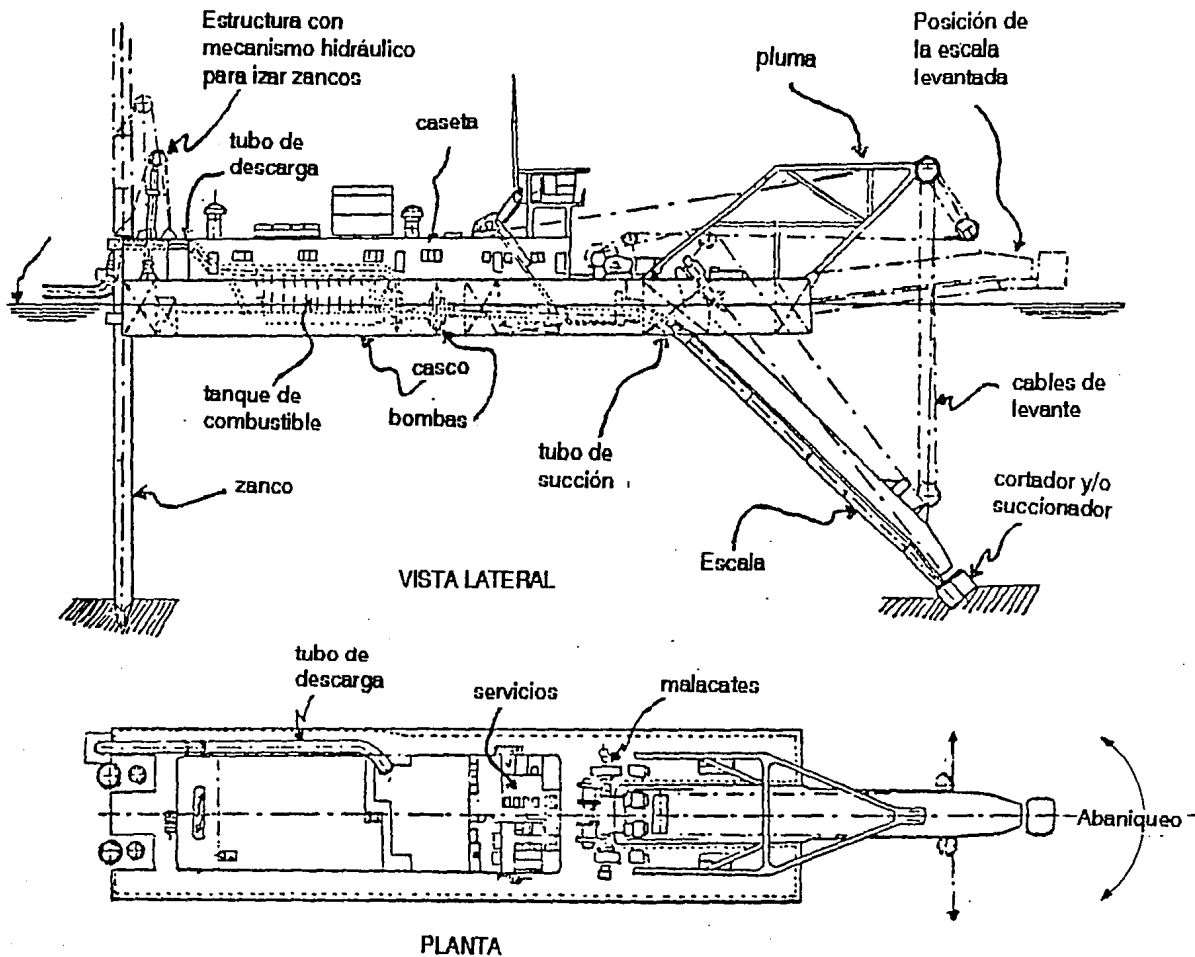


Fig. # 3.4. Forma y componentes de una draga de tipo estacionaria

que permanece apoyado al fondo.

Se baja la escala, colocando al cortador y boca del tubo succionador, sobre el fondo. Al operar el cortador rompe con sus dientes el material del fondo, mismo que es succionado y descargado al lugar de tiro a través de la tubería; trabajo que desarrollan las potentes bombas dragadoras.

El corte, succión y abaniquo se realizan lenta y coordinadamente, controlados por el operador desde la caseta de controles. Después de varias pasadas se verifica la profundidad lograda y cuando se llega a la de proyecto, se procederá a dar un paso hacia adelante, usando los zancos y accionando el winche de proa. Colocada la draga en su nueva posición, reanuda el dragado, para repetir el ciclo.

En el cuadro # 3.3 se enlistan las principales características de estas dragas, aunque es necesario mencionar antes algunos conceptos sobre estos.

Observando la planta de un barco y utilizando la nomenclatura especializada, las principales partes se denominan: proa la delantera, popa la trasera, estribor la derecha y babor la izquierda.

Eslora total es la distancia entre los puntos extremos más salientes de proa a popa.

Manga es el mayor ancho del buque, sin tener en cuenta el plano de flotación, por lo que esta dimensión máxima puede estar por encima o por debajo de dicho plano.

Puntal es la distancia vertical, en la cuaderna maestra,

CUADRO # 3.3

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS DRAGAS QUE SE ENCUENTRAN EN OPERACION EN PUERTO MADERO, CHIAPAS.

| UNIDAD: | MANZANILLO II' | 'GUAYMAS' | 'VERACRUZ II' |
|----------------------------|----------------|--------------|---------------|
| TIPO: | Autopropulsada | Estacionaria | Estacionaria |
| PAIS DE ORIGEN: | Francia | E. U. A. | Japón |
| ESLORA: (m) | 113.50 | 35.72 | 102.50 |
| MANGA: (m) | 19.00 | 7.92 | 17.50 |
| PUNTAL: (m) | 9.00 | 1.82 | 5.00 |
| CALADO MAXIMO: (m) | 8.00 | 1.04 | 3.40 |
| CALADO MINIMO: (m) | 3.88 | 0.79 | |
| DRAGADO MAXIMO: (m) | 27.00 | 14.22 | 25.00 |
| DIAMETRO SUCCION: (pulg.) | 35.50 | 24.00 | 30.00 |
| DIAMETRO DESCARGA: (pulg.) | 55.00 | 20.00 | 27.00 |
| CAPACIDAD TOLVA: (m3) | 4,000 | | |
| POTENCIA CORTADOR: (H.P.) | | 170 | 938 |

FUENTE: Vocaña de Dragado, Puerto Mexicanos, S.C.T.

entre el canto bajo de la quilla y la cara superior de cubierta principal. Se denomina puntal de trazado para distinguirla del puntal a otras cubiertas.

Calado es la distancia vertical comprendida entre la línea de flotación y la quilla.

Amura es la parte del casco donde comienza a hacerse finas las formas de la nave por la proa.

Ala es la parte del casco donde se empiezan a hacerse finas las formas de la popa.

Casco es el forro que envuelve al buque hasta la cubierta principal, formando la estanqueidad.

Quilla es la pieza longitudinal que corre de proa a popa a lo largo de la línea más baja del buque.

4. DESCRIPCION DE LAS ALTERNATIVAS PLANTEADAS PARA REDUCIR EL AZOLVAMIENTO DENTRO DEL PUERTO.

4.1. CONTINUAR CON LOS TRABAJOS DE DRAGADO EN LA ZONA DEL CANAL DE NAVEGACION DE ACCEBO AL PUERTO.

Esta alternativa consiste en continuar con las operaciones de dragado que se han venido desarrollando desde que comenzó el azolvamiento dentro del puerto.

De antemano, las autoridades portuarias han elaborado un programa indicativo para llevar a cabo el dragado de mantenimiento durante los años de 1994 y 1995 que en total suman la cantidad de 1'950,000 m³. De acuerdo a este programa en 1994 se plantea dragar un total de 1'200,000 m³ y para 1995, 750,000 m³. Ahora bien, por cada año se tiene programado dragar en zonas tal como se indica a continuación.

Dragar durante el presente año 280,000 m³. y 150,000 m³. en 1995, en la fosa exterior de captación de azolves a -12.0 m. ; 650,000 m³. en 1994 y 480,000 m³ durante 1995, en el canal entre escolleras de 100 m. de ancho, canal en zona de expansión e interior de 100 m. y dársena de ciaboga a -10.30 m. Estas zonas serán desazolvadas con la draga "Manzanillo II" Es decir que en total, ésta dragará en 1994 un total de 930,000 m³. y en 1995, 630,000 m³. El resto del volumen total que es de 390,000 m³. será extraído por la draga "Guaymas" en las fosas oriente y poniente de captación de azolves a -6.0 m., del cual 270,000 m³. será dragado en 1994 y 120,000 m³. en 1995.

De acuerdo con la información proporcionada por las autoridades portuarias, los precios unitarios a los cuales

estarán sujetos estos trabajos serán los siguientes:

Los trabajos realizados con la draga "Manzanillo II" tendrán un precio unitario de \$ 10.24/m³. y los ejecutados con la draga "Guaymas" a un precio de \$ 8.65/m³.

Por otra parte, es necesario hacer notar que ha existido diferencias en los volúmenes programados de material a dragar con los realmente ejecutados, como se distingue en la fig. 4.1. con datos de 1989 a 1993. Esta variación ha ocurrido por dejar trabajos inconclusos debido al requerimiento del equipo de dragado, para realizar otros trabajos en el litoral o por causas de mantenimiento correctivo en las propias dragas, lo que ocasiona el incumplimiento del programa establecido.

En base a lo anterior y para fines de fijar un costo por este concepto de dragado de mantenimiento dentro del puerto, en caso de llevarse a cabo esta alternativa, se considera un promedio de los volúmenes reales dragados desde el año de 1983 hasta 1993 que resulta de 600,000 m³. anuales; el cual, al multiplicarse por el costo unitario más representativo del presente año, de \$10.24/m³., originaría un gasto anual de \$6'144,000.00.

Por último se manifiesta que los trabajos de dragado ya iniciaron a partir del mes de marzo, de acuerdo al programa antes mencionado, porque es indispensable mantener constante la profundidad oficial de las zonas de navegación para que el puerto esté en condiciones de operación.

El lugar de operación de las dragas y la zonas de tiro del material que se está dragando en estos momentos, se detallan en la figura # 4.2.

PUERTO MADERO, CHIAPAS

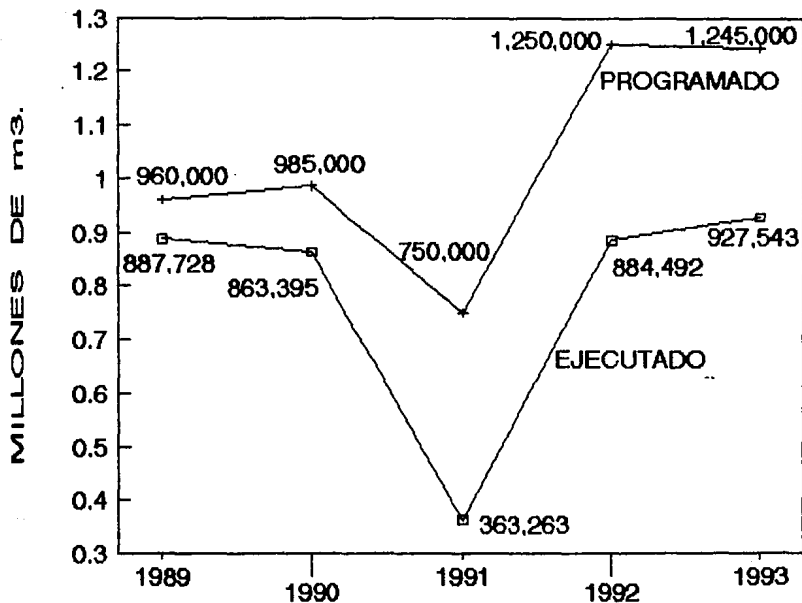
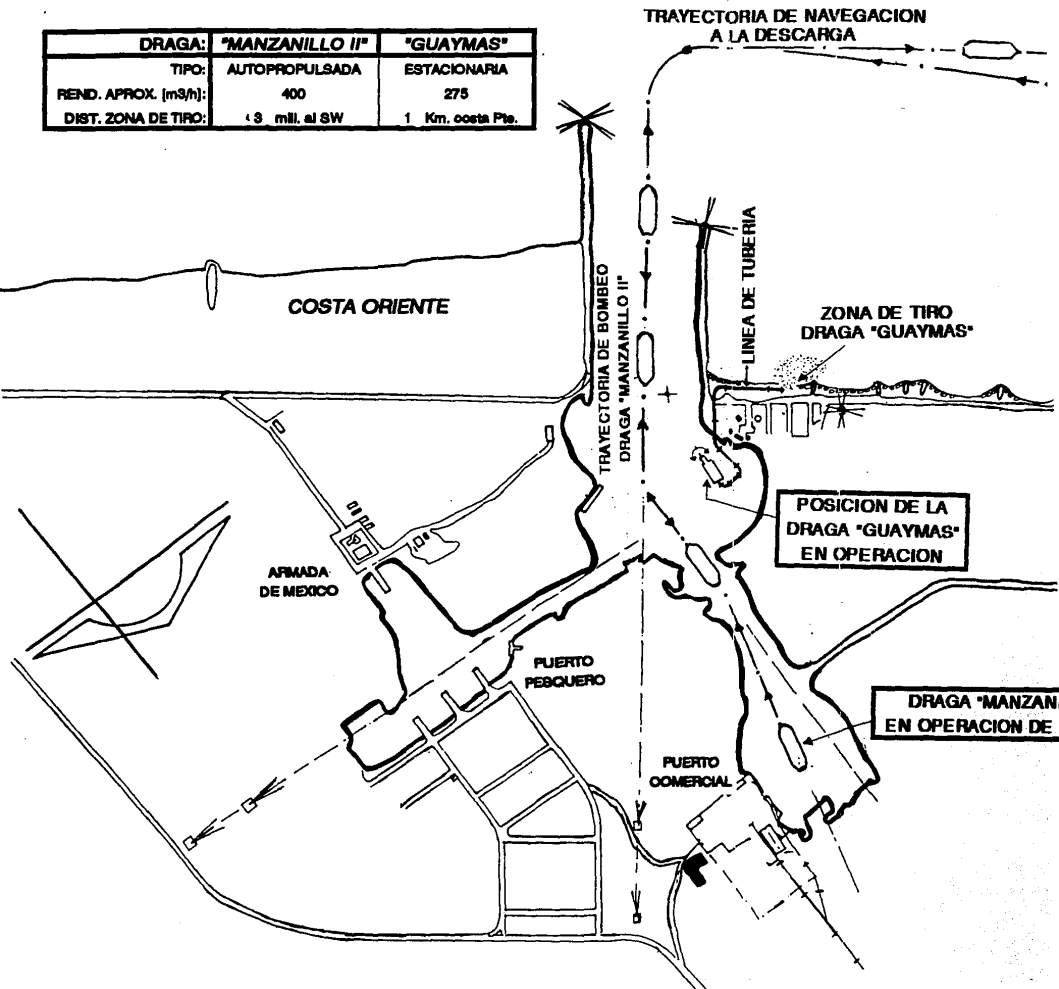
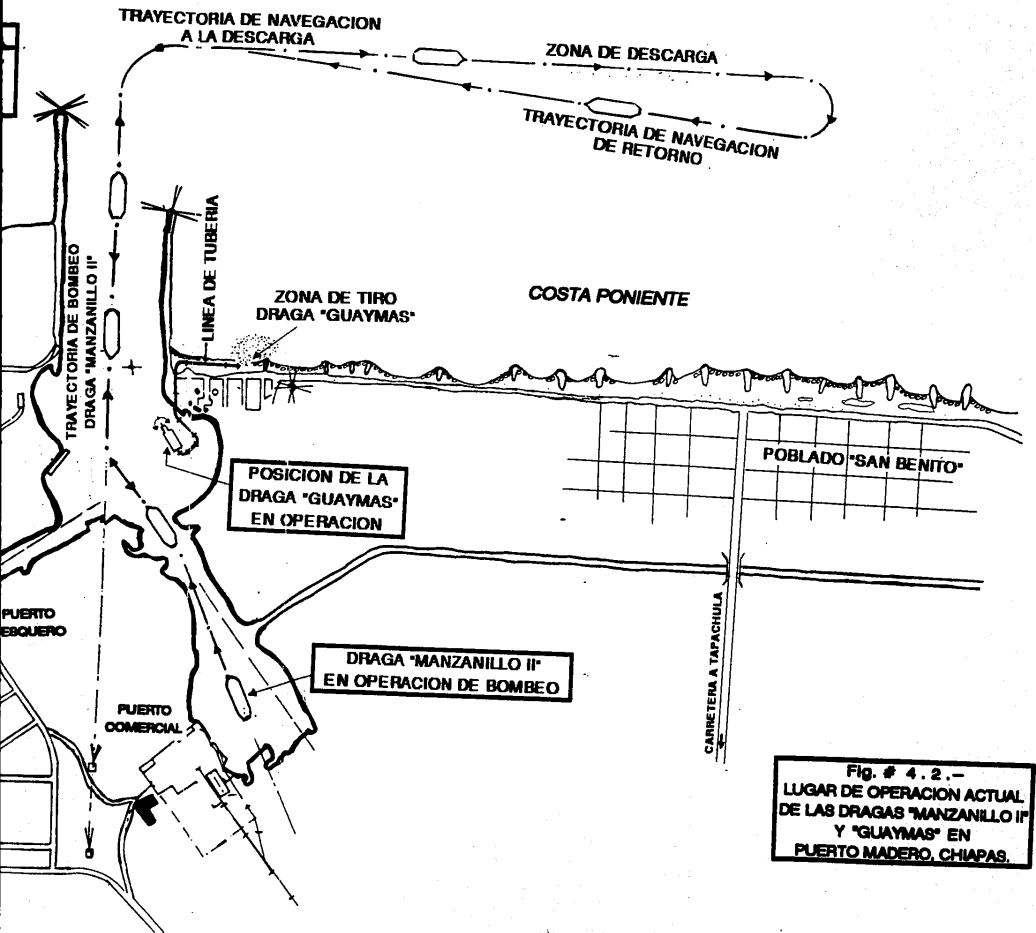


FIG. # 4.1. Comparación de los volúmenes de material programados a dragar con los realmente ejecutados durante los años de 1989 a 1993.

| DRAGA: | "MANZANILLO II" | "GUAYMAS" |
|-----------------------------------|-----------------|------------------|
| TIPO: | AUTOPROPULSADA | ESTACIONARIA |
| REND. APROX. (m ³ /h): | 400 | 275 |
| DIST. ZONA DE TIRO: | 3 mill. al SW | 1 Km. costa Pto. |





4.2. PROLONGACION DEL ROMPEOLAS DEL LADO ORIENTE AL CANAL DE ACCESO.

Esta es la segunda alternativa propuesta para resolver el problema de azolvamiento en las áreas navegables del puerto en cuestión. La prolongación del rompeolas consiste en diseñar dicha estructura con arranque en el morro del rompeolas existente.

El criterio de diseño utilizado es el de Hudson para rompeolas de enrocamiento cuyos datos y cálculo se expone en el capítulo siguiente dedicado a la ingeniería de proyecto.

La longitud de prolongación que se utiliza en el diseño está tomada del "Estudio en modelo físico y matemático para resolver el problema de azolvamiento en Puerto Madero, Chis." (Ref. 3). Este estudio llegó a determinar la longitud de la prolongación requerida para el rompeolas lado oriente en función de su propia vida útil, es decir, en función del tiempo que tardará en llegar la línea de playa al morro de esta prolongación.

La figura # 4.3 (Ref. 3, Pag. 31) ilustra el comportamiento que tendrá la línea de playa a lo largo de 20 años en la playa oriente. La ordenada 200 indica la posición de la línea base (punto C-M en el plano batimétrico anexo) que corresponde a una poligonal perpendicular al rompeolas existente realizada en 1987 (año cero), a partir de la cual se obtuvo las predicciones de la línea de playa desarrollado en el Estudio antes referido. Esta figura señala que dentro de 5 años la posición de la línea de playa con respecto a la línea base se localiza a una distancia de 350m. Asimismo, para dentro de 10 años la posición de la línea de playa con

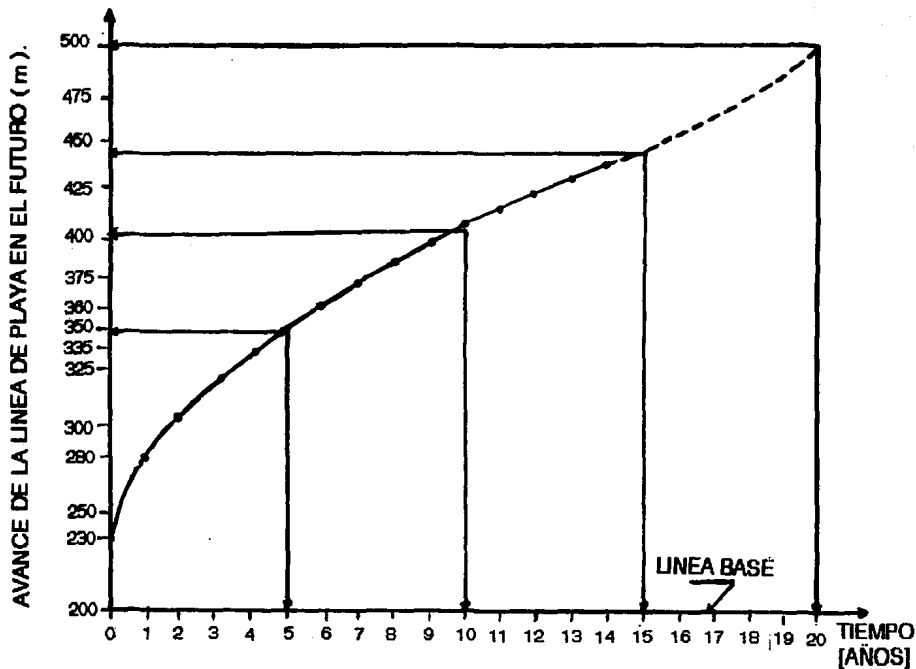
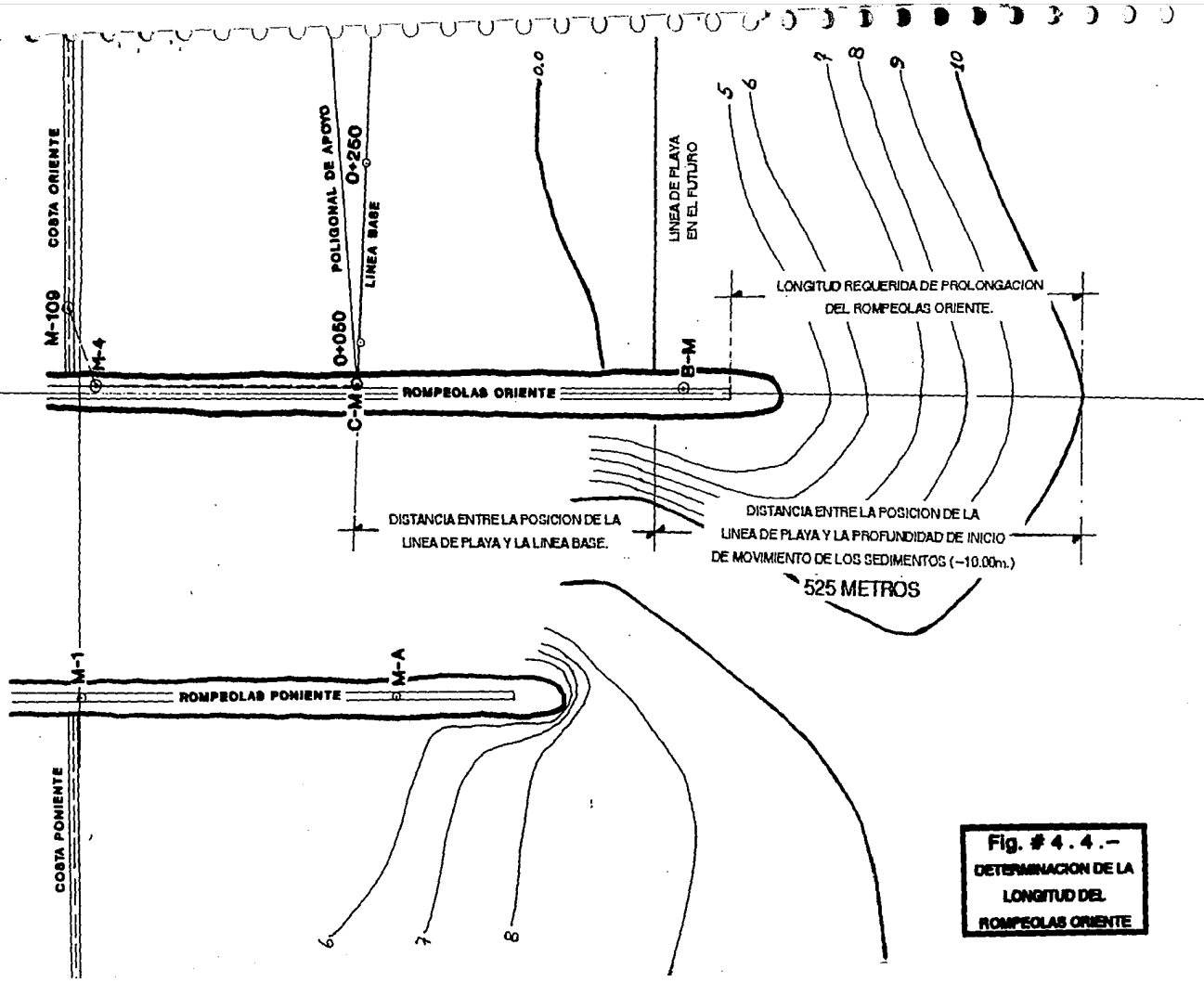


Fig. # 4.3.- Avance de la línea de playa en el futuro, en la costa oriente, ocasionado por el transporte litoral y el oleaje generador proveniente de la dirección sur (Ref. 3, Pág. 31).



**Fig. # 4.4.-
DETERMINACION DE LA
LONGITUD DEL
ROMPEOLAS ORIENTE**

respecto a la línea base se localizará a 405 m., dentro de 15 años, ésta se localizará a 440 m. y para dentro de 20 años, la posición de la línea de playa se localizará a 500m. de la línea base.

Considerando que la distancia hacia el mar entre la posición de la línea de playa y la profundidad de inicio de movimiento de los sedimentos (-10.00) es de 525 m. la prolongación requerida del rompeolas lado oriente resulta ser para 5, 10, 15 y 20 años, de 416 m., de 466 m., de 480 m. y de 530 m. respectivamente, tomando como la más conveniente la longitud de prolongación de 500 m. para realizar el diseño de la sección transversal.

La estructura estará formada por 3 capas. La capa del núcleo, la capa secundaria y la de coraza, todas con piedra extraída de un banco localizado aproximadamente a 80 km. del puerto. Las secciones tipo y los pesos de la piedra que formará cada capa se ilustran en el plano de proyecto (Plano TPM-002) contenido en el capítulo correspondiente a ingeniería de proyecto.

De acuerdo con los cálculos, el peso total del núcleo es de 242,308.6 ton., el de la capa secundaria de 128,210.9 ton. y el peso de la coraza de 299,199.6 ton. que al sumar resulta un peso total de la estructura de 669,719 ton. en toda su longitud.

El costo total de esta estructura, considerando los precios unitarios para la zona que incluye la explotación y colocación de la piedra a líneas y niveles de proyecto, será de \$ 70'378,806.00 según lo muestra el presupuesto en el cuadro # 4.1.

CUADRO # 4.1

**PRESUPUESTO: PROYECTO DE LA PROLONGACION DEL ROMPEOLAS ORIENTE
EN PUERTO MADERO, CHIS.**

| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | IMPORTE |
|--|--------|--------------|-----------------|---------------------|
| PIEDRA PARA NUCLEO, PRODUCTO DE EXPLOTACION DE BANCO, COLOCADAS A LINEAS Y NIVELES DE PROYECTO | TON | 242,308.2 | \$38.50 | \$9,328,866 |
| PIEDRA PARA CAPA SECUNDARIA, PRODUCTO DE EXPLOTACION DE BANCO, COLOCADAS A LINEAS Y NIVELES DE PROYECTO | TON | 128,210.9 | \$45.00 | \$5,769,491 |
| PIEDRA PARA CORAZA, PRODUCTO DE EXPLOTACION DE BANCO, COLOCADAS A LINEAS Y NIVELES DE PROYECTO | TON | 299,199.6 | \$70.00 | \$20,943,972 |
| ACARREO TERRESTRE AL PRIMER KILOMETRO DE PIEDRA PARA NUCLEO, CAPA SECUNDARIA Y CORAZA PRODUCTO DE EXPLOTACION DE BANCO | TON | 669,718.7 | \$1.50 | \$1,004,578 |
| ACARREO TERRESTRE EN KMS. SUBSECUENTES AL PRIMER KILOMETRO DE PIEDRA PARA NUCLEO, CAPA SECUNDARIA Y CORAZA | T/KM. | 52,907,777.3 | \$0.63 | \$33,331,900 |
| TOTAL: | | | | \$70,378,806 |
| | | | U.S | \$21,993,377 |

NOTAS:

- [1] Los precios e importes están en Nuevos Pesos
- [2] Los precios unitarios fueron proporcionados por el Departamento de Precios Unitarios, de la Vocalía de Obras Marítimas, de acuerdo a los tabuladores de la S.C.T.
- [3] Los cantidades de los volúmenes corresponden a los resultados del diseño, contenidos en el capítulo V (Ingeniería de Proyecto)

5. INGENIERIA DE PROYECTO

5.1. CONSIDERACIONES Y COSTO DE LAS OPERACIONES DE DRAGADO EN FORMA CONTINUA Y UNICA.

Para esta alternativa, la forma en que se determina los volúmenes de material que se espera dragar, en forma continua y única, consiste en considerar un valor promedio de los volúmenes de material dragados en el puerto desde 1983, que de acuerdo con los datos que nos proporcionó el cuadro # 3.1, este valor promedio resulta de 600,000 m³. anuales.

El precio unitario considerado para el presente año es de \$ 10.24/m³., por lo que si se multiplica éste por el volumen a dragar, obtenemos un costo anual por dragado de mantenimiento de \$ 6'144,000.00.

5.2. DISEÑO Y PRESUPUESTO DE LA ESTRUCTURA.

Para el diseño de la estructura se tomará el criterio de Hudson, las características físicas de la zona de estudio así como el reciente plano batimétrico del puerto (Plano No. TPM=001) y otros datos proporcionados en el diseño teórico del rompeolas contenido en el estudio del modelo físico y matemático para resolver el problema que aqueja al puerto (Ref. 3).

PARAMETROS DE DISEÑO:

ALTURA DE OLA: 5.22 m. (ciclónica)

PESO ESPECIFICO DEL MATERIAL: $\gamma_s = 2.5 \text{ ton/m}^3$ (ROCA)

COSTA ORIENTE

ROMPEOLAS ORIENTE

PROLONGACION ROMPEOLAS ORIENTE

500 M.

EJE DEL CANAL

ROMPEOLAS PONIENTE

COSTA PONIENTE

0+915

1+415

-6

-7

-8

-9

10

PLANO TPM-001

PLANO DE BATIMETRIA
GENERAL DEL PUERTO
ZONA EXTERIOR
TOMADO DEL PLANO No. RGOM-11-89
ELABORADO POR LA RESIDENCIA
DE OBRAS DE PUERTO MADERO, CHIAPAS.

DENSIDAD DEL AGUA DEL MAR : $\tau_w = 1.025 \text{ ton/m}^3$

COEFICIENTE DE TRABAZON: $K_D = 2.9$ en MORRO y 3.5 en CUERPO

TALUDES : En el morro: 2:1
En el cuerpo: 2:1

Por lo que Cotangente de α (Cot α) ó talud de enrocamiento es igual a 2.0, en morro y cuerpo.

El peso de los elementos de coraza de la escollera se calcula aplicando la fórmula de Hudson, la que expresa:

$$W = \frac{\tau_a H^3}{K_D (S_s - 1)^3 \cot \alpha}$$

donde:

- W : Peso de elementos de coraza en ton.
 τ_a : Peso específico del material en ton/m³.
 H : Altura de ola de diseño en metros
 K_D : Coeficiente de trabazón adimensional
 S_s : Densidad relativa = τ_a / τ_w

A) CALCULO DE PESOS DE LOS ELEMENTOS DEL MORRO:

A.1 CORAZA.

$$S_s = \tau_a / \tau_w = 2.5 / 1.025 = 2.44$$

$$W_c = \frac{2.5(5.22)^3}{2.9(2.44-1)^3 \cdot 2} = \frac{355.6}{17.32} = 21 \text{ ton.}$$

Por recomendación del Shore Protection Manual, el rango de pesos será de 125 % a 75%, por lo que se tiene:

$$21 \cdot 1.25 = 27 \text{ ton.}$$

$$21 \cdot 0.75 = 16 \text{ ton.}$$

A.2 CAPA SECUNDARIA.

$$W = W_c/10 = 21/10 = 2.1 \text{ ton.}$$

Aplicando la recomendación del Shore Protection Manual, el rango de pesos será de :

$$2.1 \cdot 1.25 = 2.6 \text{ ton.}$$

$$2.1 \cdot 0.75 = 1.6 \text{ ton.}$$

A.3 NUCLEO.

De acuerdo al Shore Protection Manual, el rango de pesos para el núcleo, será:

$$W_c/200 = 21 \text{ ton.}/200 = 105 \text{ Kg.}$$

$$W_n =$$

$$W_c/6000 = 21 \text{ ton.}/6000 = 3.5 \text{ Kg.}$$

Se colocará roca de 3 Kg. a 1000 Kg. para considerar un mejor aprovechamiento del material.

B. CALCULO DE PESOS DE LOS ELEMENTOS DEL CUERPO.

Aplicando la misma fórmula de Hudson y con los datos proporcionados, se tiene:

$$\text{Cot } \alpha = 2; \quad K_D = 3.5; \quad S_s = 2.44; \quad H = 4.20$$

B.1 CORAZA.

$$W_c = \frac{2.5(4.20)^3}{3.1(2.44-1)^3 * 2} = \frac{185.22}{20.90} = 9 \text{ ton.}$$

El rango de pesos de acuerdo al Shore Protection Manual, es:

$$9 * 1.25 = 12 \text{ ton.}$$

$$9 * 0.75 = 7 \text{ ton.}$$

B.2. CAPA SECUNDARIA.

$$W_{cs} = W_c/10 = 9/10 = 0.90 \text{ ton.}$$

El rango de pesos será de:

$$0.9 * 1.25 = 1.2 \text{ ton.}$$

$$0.9 * 0.75 = 0.7 \text{ ton.}$$

B.3. NUCLEO.

De acuerdo al Shore Protection Manual, el rango de pesos para el núcleo, será:

$$Wc/200 = 9 \text{ ton.}/200 = 45 \text{ Kg.}$$

$Wn =$

$$Wc/6000 = 21 \text{ ton.}/6000 = 1.5 \text{ Kg.}$$

Se colocará roca de 1 kg. a 900 Kg. para considerar un mejor aprovechamiento del material.

C. CALCULO DE LOS ESPESORES DE CAPA EN EL MORRO.

El espesor de la coraza y el número de los elementos se determina con la siguiente fórmula:

$$e_r = (\eta) K_0 (W/W_r)^{1/3}$$

donde:

e_r : Espesor promedio de la coraza (m).

n_r : Número de capas de los elementos de la coraza.

W : Peso promedio de cada elemento (ton)

W_r : Peso específico del material (t/m³)

K_0 : Coeficiente de capa.

Los datos del coeficiente de capa se ilustran en la tabla 4.2. obtenido de ensayos de la S.C.T.

C.1. CORAZA.

$n_r = 2$, $K_0 = 1.15$, $W = 21 \text{ ton.}$, $W_r = 2.5 \text{ ton/m}^3$.

entonces:

$$e_r = (1.15) * 2 (21/2.5)^{1/3} = 4.70 \text{ m.}$$

C.2. CAPA SECUNDARIA.

$$n_r = 2, \quad K_\theta = 1.15, \quad W = 2.5 \text{ ton. (promedio)}, \quad W_r = 2.5 \text{ ton/m}^3.$$

calculando:

$$e_r = (1.15) * 2 (2.5/2.5)^{1/3} = 2.30 \text{ m.}$$

D. CALCULO DE LOS ESPESORES DE LOS ELEMENTOS DEL CUERPO.

D.1 CORAZA.

$$n_r = 2, \quad K_\theta = 1.15, \quad W = 9 \text{ ton.}, \quad W_r = 2.5 \text{ ton/m}^3.$$

entonces:

$$e_r = (1.15) * 2 (9/2.5)^{1/3} = 3.60 \text{ m.}$$

D.2. CAPA SECUNDARIA.

$$n_r = 2, \quad K_\theta = 1.15, \quad W = 2 \text{ ton. (promedio)}, \quad W_r = 2.5 \text{ ton/m}^3.$$

calculando:

$$e_r = (1.15) * 2 (2/2.5)^{1/3} = 2.10 \text{ m.}$$

E. ANCHO MINIMO DE LA CORONA.

Este se calcula con la fórmula siguiente:

$$B = (n_g) K_\theta (W/Wr)^{1/3}$$

donde:

B : Espesor promedio de la coraza (m).

n_g : Número de elementos (se recomienda que el mínimo valor de n_g sea 3).

W : Peso de los elementos de la coraza (ton).

Wr : Peso específico de los elementos de la coraza (t/m³)

K_θ : Coeficiente de capa (tabla 4.1).

Calculando el ancho mínimo en morro y cuerpo, se tiene:

E.1. MORRO.

$$W = 21 \text{ ton.}, \quad n_g = 3, \quad K_\theta = 1.15, \quad Wr = 2.5 \text{ ton/m}^3.$$

$$\text{por lo que: } B = 3 (1.15) * (21/2.5)^{1/3} = 7.0 \text{ m.}$$

E.2. CUERPO.

$$W = 9 \text{ ton.}, \quad n_g = 3, \quad K_\theta = 1.15, \quad Wr = 2.5 \text{ ton/m}^3.$$

$$\text{y el valor de } B = 3 (1.15) * (9/2.5)^{1/3} = 5.30 \text{ m.}$$

Se previene que estos valores de ancho mínimo no están considerando el ancho suficiente para la operación de los

equipos de construcción y mantenimiento. Por lo que se tomarán los valores comprendidos en el diseño teórico del estudio mencionado, el cual establece un ancho de corona de 7.00 m. en cuerpo y de 7.30 m. en morro. El ancho de la capa secundaria de 5.0 m. en cuerpo y de 5.10 m. en el morro y del núcleo de 4.00 m.

F. CALCULO DEL PESO DE LA ESTRUCTURA.

Los volúmenes están calculados entre las secciones de cada cota batimétrica desde el morro de la escollera existente hasta el de la prolongación. Primero se calcularon las áreas de las secciones tanto de la coraza, capa secundaria y núcleo, siendo el cálculo como si fueran una figura geométrica en forma de trapecio para el núcleo, y las demás será idéntico solo restando las áreas de la capa anterior para que únicamente quede el área de la capa en cuestión.

Posteriormente se obtuvo el promedio de áreas por capa en m². que multiplicada por su peso específico de 2.5 ton/m³. nos da un peso en toneladas por metro y por capa, mismo que multiplicado por la longitud de 500 m. no proporciona el peso parcial de cada capa, que sumando estos pesos obtenemos el peso total de la estructura.

Con los pesos obtenidos y utilizando precios unitarios del lugar de la obra, podrá obtenerse el presupuesto del proyecto (ver cuadro 4.1.), con lo que es suficiente para realizar el estudio económico presentado en esta tesis.

Los resultados de estos cálculos se resumen en el cuadro # 5.1. y en el plano de proyecto (Plano No. TPM-002).

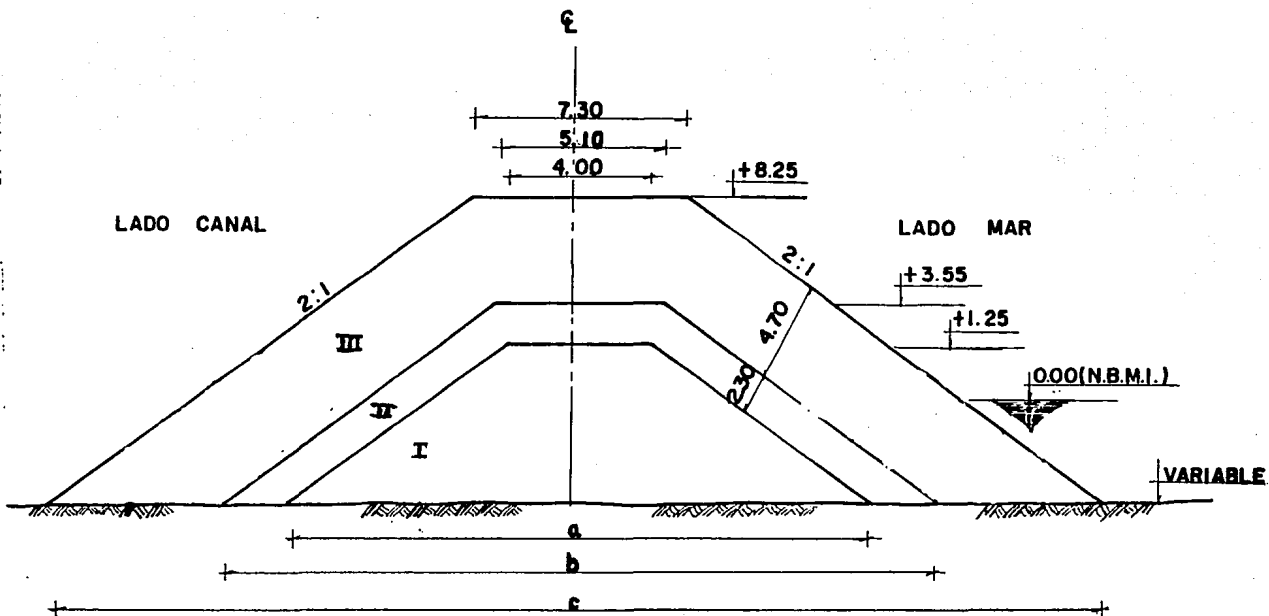
VOLUMENES Y PESO DEL ROMPEOLAS ORIENTE

| | Profund. [metros] | AREAS EN M2. | | | | | |
|--------------|----------------------|--------------|-------|-------|--------|--------|--------|
| | | a | b | c | I | II | III |
| en cuerpo | -4.40 | 26.60 | 36.00 | 52.40 | 86.45 | 72.43 | 178.22 |
| | -5.00 | 29.00 | 38.40 | 54.50 | 103.13 | 78.07 | 186.27 |
| | -6.00 | 33.00 | 42.40 | 58.80 | 134.13 | 87.47 | 204.46 |
| | -7.00 | 37.00 | 46.40 | 62.80 | 169.13 | 96.87 | 220.86 |
| | -8.00 | 41.00 | 50.40 | 66.80 | 208.13 | 106.27 | 237.26 |
| | -9.00 | 45.00 | 54.40 | 70.80 | 251.13 | 115.67 | 253.66 |
| | -10.00 | 49.00 | 58.40 | 74.80 | 298.13 | 125.07 | 270.06 |
| morro | -10.05 | 49.20 | 59.50 | 80.50 | 300.58 | 138.70 | 364.09 |

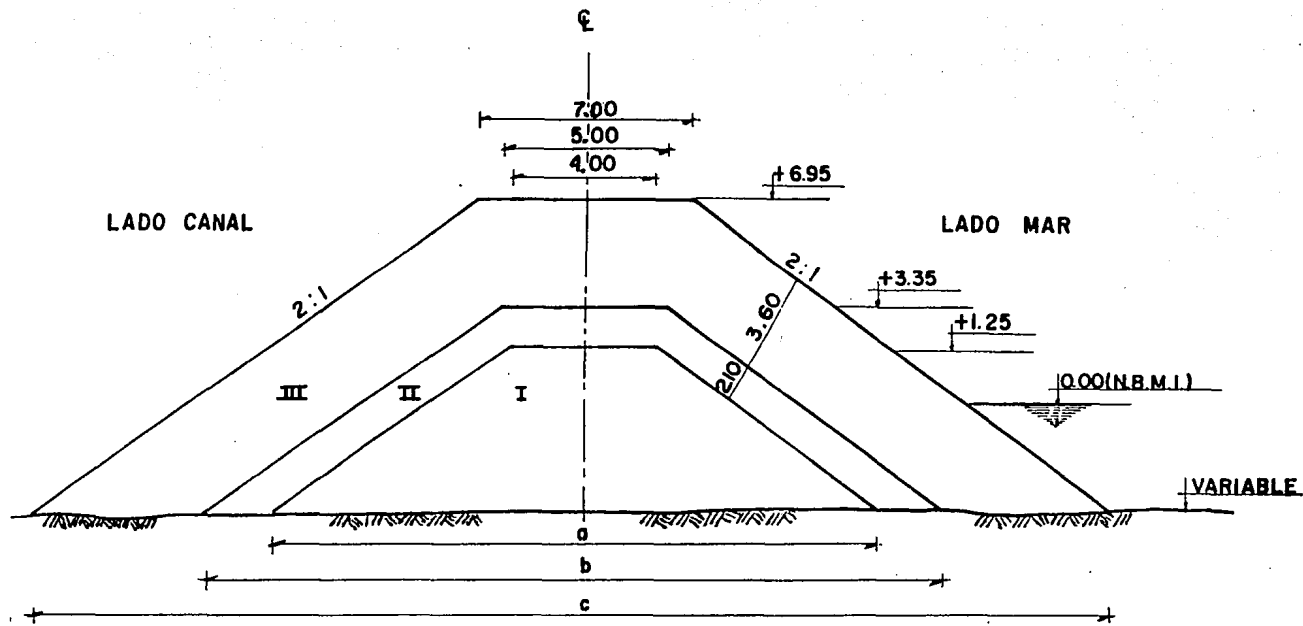
PESO ESPECIFICO DE LA ROCA: 2.5 TON/M3.

LONGITUD DE PROLONGACION DEL ROMPEOLAS : 500 M.

| | UNIDAD | C A P A | | |
|-------------------------------|--------|-------------|-----------------|---------------|
| | | I NUCLEO | II CAP. SEC. | III CORAZA |
| AREAS PROMEDIO POR CAPA | M2. | 193.85 | 102.57 | 239.36 |
| VOLUMEN POR CAPA | M3. | 96923.43 | 51284.37 | 119679.8 |
| VOLUMEN TOTAL PROLONG. | M3. | 267887.66 | | |
| PESO POR CAPA | TON/M | 484.62 | 256.42 | 598.40 |
| PESO PROLONG. POR CAPA | TON. | 242,308.6 | 128,210.9 | 299,199.6 |
| PESO TOTAL PROLONG. | TON. | 669,719 | | |



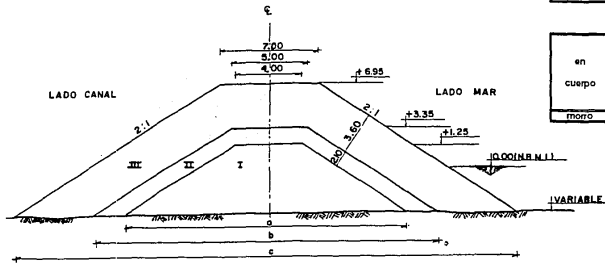
SECCION TIPO MORRO



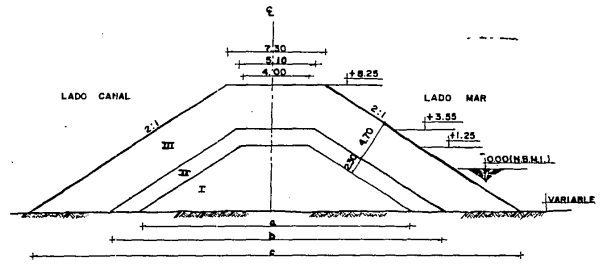
SECCION TIPO CUERPO

VOLUMENES Y PESO DEL ROMPEOLAS ORIENTE

| | Profund. (metros) | AREAS EN M ² | | | | |
|--------|-------------------|-------------------------|-------|-------|--------|--------|
| | | a | b | c | II | III |
| cuerpo | -4.40 | 28.80 | 36.00 | 52.40 | 86.45 | 72.43 |
| | -5.00 | 29.00 | 36.40 | 54.50 | 103.13 | 76.07 |
| | -6.00 | 33.00 | 42.40 | 59.80 | 134.13 | 87.47 |
| | -7.00 | 37.00 | 46.40 | 62.80 | 169.13 | 96.87 |
| | -8.00 | 41.00 | 50.40 | 66.80 | 209.13 | 106.27 |
| | -9.00 | 45.00 | 54.40 | 70.80 | 251.13 | 115.67 |
| morro | -10.00 | 49.00 | 58.40 | 74.80 | 296.13 | 125.07 |
| | -10.05 | 49.20 | 59.00 | 80.50 | 300.59 | 136.70 |



SECCION TIPO CUERPO



SECCION TIPO MORRO

NOTAS:

- EL NORTE CONSIDERADO ES EL ASTRONÓMICO.
- LAS ACOTACIONES Y ELEVACIONES ESTÁN EN METROS EXCEPTO LAS INDICADAS EN OTRA UNIDAD.
- EL NIVEL DE REFERENCIA ES EL NIVEL DE BAJAMAR MEDIA INFERIOR (N.B.M.I.) CON ELEVACION 0.00 METROS
- LA BATIMETRIA SE TOMO DEL PLANO No. PGOM-11-89 DE BATIMETRIA GENERAL ZONA EXTERIOR, ELABORADO POR LA RESIDENCIA DE OBRAS DE PUERTO MADERO, CHIAPAS, QUE SIRVIÓ PARA ELABORAR EL ESTUDIO EN MODELO FÍSICO Y MATEMÁTICO PARA RESOLVER EL PROBLEMA DE AZOLVAMIENTO.
- ALTURA DE CILA DE DISEÑO H_d = 5.22m.
- EL PESO ESPECÍFICO DEL MATERIAL DEBERIA SER DE 2.5 Ton./m³.
- LOS VOLUMENES INDICADOS SON GEOMÉTRICOS.

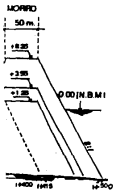
| AREAS | UNIDAD | C A P A | | |
|------------------------|------------------|-----------|-----------|-----------|
| | | NÚCLEO | II | III |
| PROMEDIO POR CAPA | M ² . | 193.85 | 102.57 | 239.36 |
| VOLUMEN POR CAPA | M ³ . | 96923.43 | 51284.37 | 119679.9 |
| VOLUMEN TOTAL PROLONG. | M ³ . | 267987.66 | | |
| PESO POR CAPA | TON/M | 484.62 | 256.42 | 598.40 |
| PESO PROLONG. POR CAPA | TON. | 242,308.6 | 128,210.9 | 299,199.6 |
| PESO TOTAL PROLONG. | TON. | 669,719 | | |

| PESO DE LA PIEDRA | | |
|-------------------|-------------------|------------------|
| CAPA | MORRO | CUERPO |
| (I) Núcleo | De 16 a 27 Ton. | De 7 a 12 Ton. |
| (II) Cap. Sec. | De 1.8 a 2.6 Ton. | De 700 a 1200 Kg |
| (III) Corona | De 3 a 1000 Kgs | De 1 a 900 Kgs |

Capas secundaria y Corona: 2 capas.

TESIS:
ALTERNATIVAS DE SOLUCION AL PROBLEMA DE AZOLVAMIENTO EN PUERTO MADERO, CHIAPAS

PLANO TPM-002
PLANO DE INGENIERIA DE PROYECTO PROLONGACION ROMPEOLAS LADO ORIENTE DEL CAD. 0 + 915 AL CAD. 1 + 415



6. CLASIFICACION Y ESTUDIO ECONOMICO DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCION.

En este capítulo corresponde realizar la clasificación de las alternativas propuestas para resolver el problema de azolvamiento dentro del puerto en cuestión, descritas en el capítulo 4º. Asimismo, se desarrollará el estudio económico de estas alternativas para posteriormente determinar cual de ellas es la más viable para llevar a cabo, desde el punto de vista económico.

6.1. CLASIFICACION.

Son dos alternativas las que se propusieron para resolver el problema de azolvamiento. La primera que consiste en continuar los trabajos de dragado en las zonas del canal de navegación de acceso al puerto, a la que se le denomina como Alternativa "A" y la segunda en construir la prolongación del rompeolas lado oriente, denominada Alternativa "B".

Otra alternativa que podría solucionar el problema de azolvamiento dentro del puerto y los efectos de erosión en la costa poniente, es la instalación del sistema By-Passing, que consistiría en una estación de bombeo equipada con una línea de tubería que deposite la arena bombeada de la costa oriente en la costa poniente, logrando con este procedimiento no alterar la dinámica litoral, pero sin embargo, por falta aun de estudios al respecto, no se analiza en la presente tesis.

Entonces, la clasificación consiste en presentar las alternativas propuestas con sus respectivos costos que tendrán en un período de 20 años, mismo que sirve como tiempo de comparación por ser este valor, la vida útil considerada del

rompeolas de la alternativa "B".

La alternativa "A" que propone continuar con los trabajos de dragado en las zonal del canal de navegación, tendrá un costo anual de \$ 6'144,000.00 considerando para ello un volumen de azolves que deberá dragarse anualmente de 600,000 m3. a un precio unitario de \$ 10.24/m3.

Es necesario obtener una equivalencia de este costo en dólares americanos, por ser esta moneda a la cual se cotizan las adquisiciones de importación de equipos, así como de partes y refacciones para la rehabilitación de los mismos. En tal caso, este costo anual del dragado sería de aproximadamente de US\$ 1'920,000 mismo que si se incrementa anualmente a razón de 4 % por inflación, el gasto total en todo el período de 20 años, sería de 40 millones de dólares aproximadamente.

En el caso de la alternativa "B", cuya propuesta es construir la prolongación del rompeolas del lado oriente del canal de acceso, por una longitud de 500 metros en un lapso de construcción de 3 años; el costo total obtenido es de \$ 70'378,806.00, es decir, casi 22 millones de dólares.

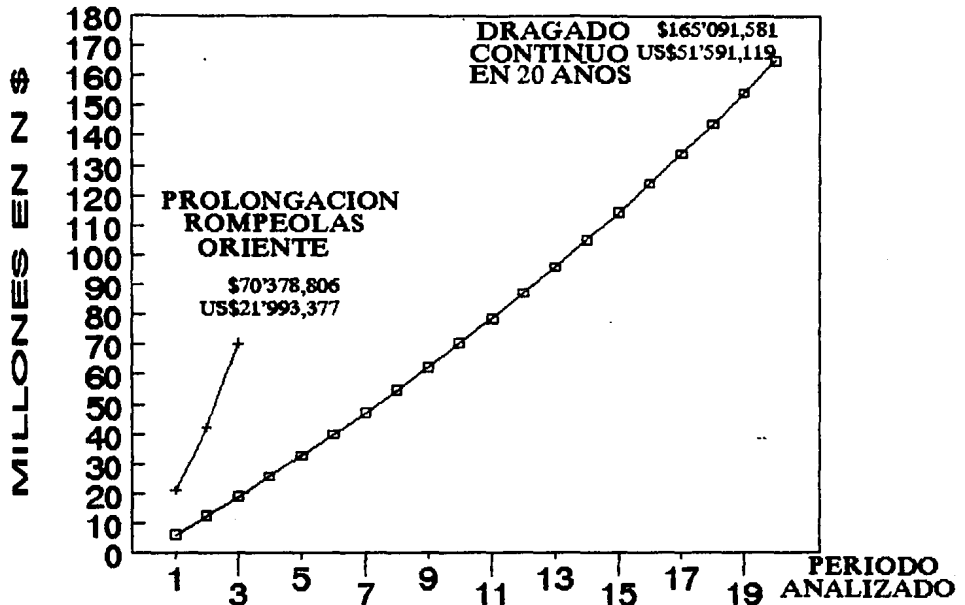
En el cuadro # 6.1 podrá observarse en resumen, la clasificación de las alternativas planteadas de acuerdo al costo que producirá cada una.

6.2. ESTUDIO ECONOMICO.

Para llevar a cabo este estudio económico es necesario conocer tanto los ingresos como los gastos que se generan en el puerto.

CUADRO # 6.1

CLASIFICACION
DE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS



NOTAS:

- [1] El período analizado corresponde a la vida útil de la prolongación del rompeolas, que es de 20 años.
- [2] El costo del dragado, es de \$6'144,000.00 anuales, con un incremento del 4 % anual por inflación respecto al Dolar.
- [3] Se estima que la duración de la construcción del rompeolas, sea de 3 años.

A los ingresos se les conoce como "Recaudación de derechos por aprovechamiento del puerto", los cuales tienen su base legislativa en la Ley Federal de Derechos y que consiste en cobrar, de acuerdo a las tarifas y precios autorizados por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, la utilización de la infraestructura portuaria, por los servicios que se proporcionan para atender el arribo, atraque y muellaje de las embarcaciones, así como la transferencia o almacenaje de carga y transbordo de personas entre embarcaciones, tierra u otros modos de transporte.

En el cuadro # 6.2 se detallan los ingresos percibidos en los últimos cuatro años (de 1990 a 1993), por el uso de la infraestructura portuaria, mientras que la figura # 6.1 ayuda a apreciar cómo estos ingresos se han ido incrementando año con año al ser cada vez mayor el número de arribos de las embarcaciones que exportan e importan mercancías, como es el caso del plátano y la palma de aceite respectivamente, además de las actividades por captura pesquera.

En el caso de los gastos generados en los últimos 4 años, hay que considerar no solo los correspondientes a los del dragado de mantenimiento, sino que también los generados por pago de salarios y honorarios del personal de la delegación portuaria, de las vocalías de obras marítimas y de dragado residentes en el puerto, así como los gastos por adquisición de materiales, mantenimiento menor y pago de servicios generales como es luz, teléfono, consultorías, etc.

Con estos datos, de los ingresos y gastos totales que ha tenido el puerto en cuestión en los últimos cuatro años, es decir, de 1990 a 1993, se realizan los flujos de efectivo presentados en los cuadros # 6.3 a 6.6, donde puede observarse

PUERTO MADERO, CHIAPAS

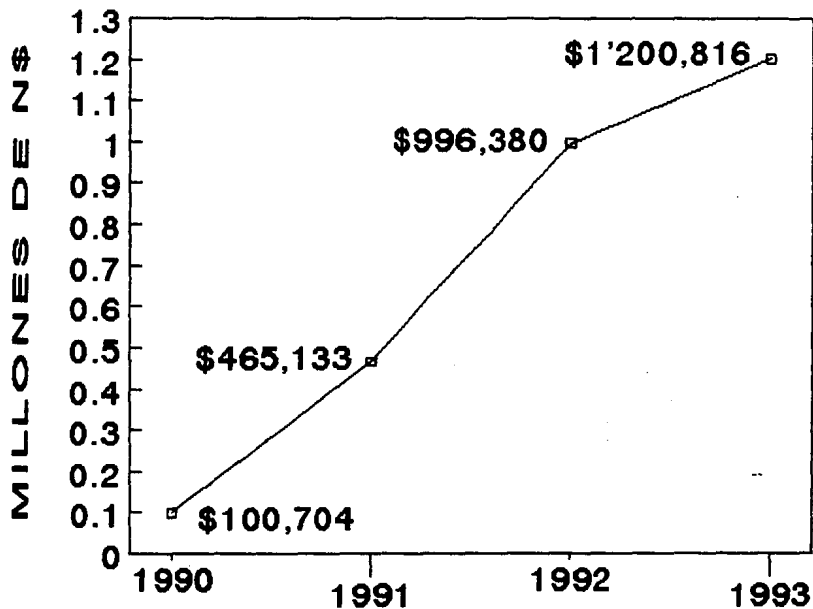


FIG. # 6.1. **Apreciación del incremento anual de los ingresos percibidos por uso de la infraestructura portuaria en los últimos cuatro años.**

CUADRO # 6.2

| INGRESOS ANUALES RECAUDADOS POR USO DE LA INFRAESTRUCTURA PORTUARIA | | | | |
|--|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|
| AÑO | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 |
| No. ARRIBOS DE EMBARCACIONES [*] | 25 | 45 | 55 | 107 [**] |
| ARRIBO | \$29,667.99 | \$325,004.76 | \$668,947.63 | \$794,920.35 |
| ATRAQUE | \$35,416.96 | \$59,302.05 | \$124,431.47 | \$122,370.00 |
| MUELLEJE | \$35,619.52 | \$78,161.21 | \$171,993.10 | \$176,668.00 |
| TRASBORDO | \$0.00 | \$0.00 | \$3,125.70 | \$0.00 |
| ALMACENAJE | \$0.00 | \$2,665.28 | \$27,882.40 | \$106,858.00 |
| TOTAL | \$100,704.46 | \$465,133.30 | \$996,380.30 | \$1,200,816.35 |

FUENTE: Vocalía de Finanzas y Depto. de Estadística, Puertos Mexicanos, S.C.T.

[*] Incluye las embarcaciones con carga de altura y cabotaje.

[**] Dato preliminar para 1993.

que los resultados en ellos, son negativos.

En estos flujos de efectivo, se han elaborado dos columnas. Una de ellas, muestra el flujo tomando en cuenta los gastos totales y la otra sin considerar los gastos por dragado de mantenimiento. Sin embargo los resultados siempre son negativos ya que los gastos totales son sumamente mayores a los ingresos percibidos, como lo muestra la comparación hecha en la figura # 6.2.

Por último, es preciso mencionar que este gasto por dragado de mantenimiento lo afronta directamente el Gobierno Federal, por lo que urge tomar una decisión para solucionar el problema de azolvamiento del puerto desde el punto de vista económico, que logre racionalizar mejor las inversiones.

CUADRO # 6.3

FLUJO DE EFECTIVO DE PUERTO MADERO

| 1990 | CON GASTO DE DRAGADO | SIN GASTO DE DRAGADO |
|---|----------------------------|----------------------------|
| INGRESOS TOTALES | 100,704 | 100,704 |
| APROVECHAMIENTOS | 100,704 | 100,704 |
| GASTOS TOTALES | 7,743,962 | 1,060,590 |
| SERVICIOS PERSONALES (Salarios y Hon. personal Delegación) | 749,738 | 749,738 |
| MATERIALES Y SUMINISTROS (Combustibles y Refacciones) | 101,982 | 101,982 |
| SERVICIOS GENERALES (Telefono, luz, etc.) | 67,568 | 67,568 |
| MANTENIMIENTO MENOR | 90,000 | 90,000 |
| VOCALIA DE DRAGADO (Salarios y Hon. Personal de Dragado) | 997,372 | 0 |
| DRAGADO DE MANTENIMIENTO (Del cuadro # 3.1) | 5,686,000 | 0 |
| VOCALIA DE OBRAS MARITIMAS (Salarios y Hon. Personal O. Marit.) | 51,302 | 51,302 |
| RESULTADOS | (7,643,256) | (959,886) |

FUENTE: Vocalía de Finanzas, Puertos Mexicanos, S.C.T.

NOTAS:

* Las cantidades son en Nuevos Pesos.

* Los números entre paréntesis, significa que el resultado es negativo.

* Se observa que el resultado de la columna donde aun no se consideran los gastos de dragado de mantenimiento y de la Vocalía de Dragado, el resultado es negativo.

* Para este año, el mayor gasto (sin incluir el dragado de mantenimiento) lo representa el pago de salarios y honorarios al personal de la Vocalía de dragado que corresponde al 17.5% del propio dragado de mantenimiento.

CUADRO # 6.4

FLUJO DE EFECTIVO DE PUERTO MADERO

| 1991 | CON GASTO DE DRAGADO | SIN GASTO DE DRAGADO |
|---|----------------------------|----------------------------|
| INGRESOS TOTALES | 457,468 | 457,468 |
| APROVECHAMIENTOS | 457,468 | 457,468 |
| GASTOS TOTALES | 4,808,749 | 1,532,310 |
| SERVICIOS PERSONALES (Salarios y Hon. personal Delegación) | 1,191,144 | 1,191,144 |
| MATERIALES Y SUMINISTROS (Combustibles y Refacciones) | 21,948 | 21,148 |
| SERVICIOS GENERALES (Telefono, luz, etc.) | 55,988 | 55,988 |
| MANTENIMIENTO MENOR | 221,000 | 221,000 |
| VOCALIA DE DRAGADO (Salarios y Hon. Personal de Dragado) | 558,639 | 0 |
| DRAGADO DE MANTENIMIENTO (Del cuadro # 3.1) | 2,717,000 | 0 |
| VOCALIA DE OBRAS MARITIMAS (Salarios y Hon. Personal O. Marit.) | 43,030 | 43,030 |
| RESULTADOS | (4,351,281) | (1,074,842) |

FUENTE: Vocalía de Finanzas, Puertos Mexicanos, S.C.T.

NOTAS:

- * Las cantidades son en Nuevos Pesos.
- * Los números entre paréntesis, significa que el resultado es negativo.
- * Se observa que el resultado de la columna donde aun no se consideran los gastos de dragado de mantenimiento y de la Vocalía de Dragado, el resultado es negativo.
- * Para este año, aunque el volumen dragado fue menor con respecto al año anterior, los gastos de la vocalía de dragado representó un 20 % del dragado de mantenimiento.

CUADRO # 6.5

FLUJO DE EFECTIVO DE PUERTO MADERO

| 1992 | CON GASTO DE DRAGADO | SIN GASTO DE DRAGADO |
|---|----------------------------|----------------------------|
| INGRESOS TOTALES | 996,380 | 996,380 |
| APROVECHAMIENTOS | 996,380 | 996,380 |
| GASTOS TOTALES | 10,339,817 | 2,232,845 |
| SERVICIOS PERSONALES (Salarios y Hon. personal Delegación) | 1,861,269 | 1,861,269 |
| MATERIALES Y SUMINISTROS (Combustibles y Refacciones) | 33,405 | 33,405 |
| SERVICIOS GENERALES (Telefono, luz, etc.) | 47,863 | 47,863 |
| MANTENIMIENTO MENOR | 237,500 | 237,500 |
| VOCALIA DE DRAGADO (Salarios y Hon. Personal de Dragado) | 809,972 | 0 |
| DRAGADO DE MANTENIMIENTO (Del cuadro # 3.1) | 7,297,000 | 0 |
| VOCALIA DE OBRAS MARITIMAS (Salarios y Hon. Personal O. Marit.) | 52,808 | 52,808 |
| RESULTADOS | (9,343,437) | (1,236,465) |

FUENTE: Vocalía de Finanzas, Puertos Mexicanos, S.C.T.

NOTAS:

- * Las cantidades son en Nuevos Pesos.
- * Los números entre paréntesis, significa que el resultado es negativo.
- * Se observa que el resultado de la columna donde aun no se consideran los gastos de dragado de mantenimiento y de la Vocalía de Dragado, el resultado es negativo.
- * En este año, los gastos de la vocalía de dragado, representaron un 11% del gasto de dragado de mantenimiento.

CUADRO # 6.6

FLUJO DE EFECTIVO DE PUERTO MADERO

| 1993 | CON GASTO DE DRAGADO | SIN GASTO DE DRAGADO |
|---|----------------------------|----------------------------|
| INGRESOS TOTALES | 1,200,816 | 1,200,816 |
| APROVECHAMIENTOS | 1,200,816 | 1,200,816 |
| GASTOS TOTALES | 13,011,776 | 3,413,136 |
| SERVICIOS PERSONALES (Salarios y Hon. personal Delegación) | 2,978,030 | 2,978,030 |
| MATERIALES Y SUMINISTROS (Combustibles y Refacciones) | 52,500 | 52,500 |
| SERVICIOS GENERALES (Telefono, luz, etc.) | 57,300 | 57,300 |
| MANTENIMIENTO MENOR | 261,800 | 261,800 |
| VOCALIA DE DRAGADO (Salarios y Hon. Personal de Dragado) | 1,028,640 | 0 |
| DRAGADO DE MANTENIMIENTO (Del cuadro # 3.1) | 8,570,000 | 0 |
| VOCALIA DE OBRAS MARITIMAS (Salarios y Hon. Personal O. Merit.) | 63,506 | 63,506 |
| RESULTADOS | (11,810,960) | (2,212,320) |

FUENTE: Vocalía de Finanzas, Puertos Mexicanos, S.C.T.

NOTAS:

- * Las cantidades son en Nuevos Pesos.
- * Los números entre paréntesis, significa que el resultado es negativo.
- * Se observa que el resultado de la columna donde aun no se consideran los gastos de dragado de mantenimiento y de la Vocalía de Dragado, el resultado es negativo.
- * Para este año de 1993, los gastos de la vocalía de dragado, representaron un 12% del gasto de dragado de mantenimiento.

PUERTO MADERO, CHIAPAS

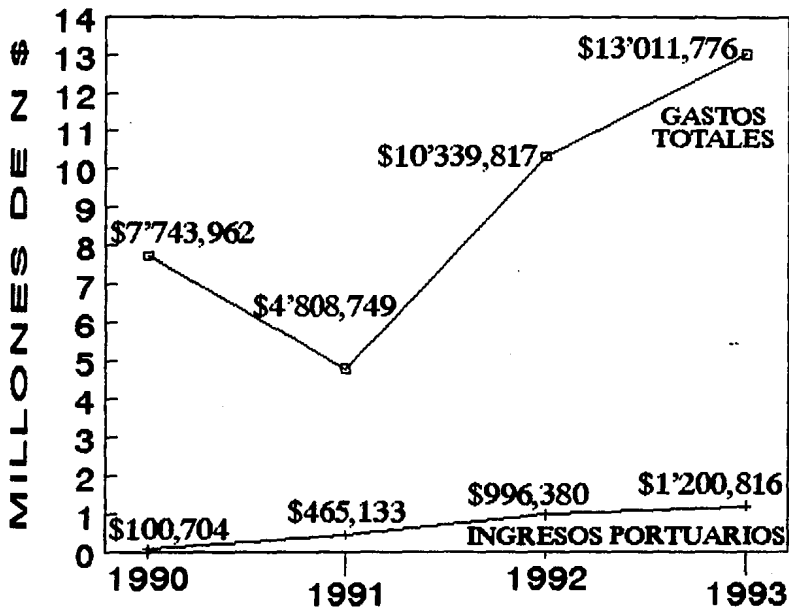


FIG. # 6.2 Comparación de los ingresos recaudados por uso de la infraestructura portuaria con los gastos totales por operación del puerto.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

7.1. CONCLUSIONES

En este capítulo se tomará la decisión para elegir la alternativa más adecuada que solucione el problema del azolvamiento en las zonas de navegación de este puerto; problema que lo ha identificado como un puerto problemático por los cuantiosos volúmenes de azolves que se han dragado y que por falta de estudios antes de su construcción, no fue previsto la gran cantidad de acarreo litoral presentado.

Las conclusiones a las que se llegan después de haber efectuado el estudio referido en el capítulo anterior, son las siguientes:

PRIMERA.- El puerto debe seguir operando en completas condiciones; es decir, mantener siempre su profundidad oficial para que de esta forma el tránsito marítimo no sea vea impedido.

SEGUNDA.- Las erogaciones que se han hecho para mantener dragadas las zonas de navegación dentro del puerto han sido cuantiosas, sumamente mayores a los ingresos que se perciben, además que es un desembolso directo de parte del Gobierno Federal, por lo que urge reducir este gasto.

TERCERA.- Para cumplir con el objetivo del presente estudio, se determina que la solución más adecuada para resolver el problema de azolvamiento, es llevar a cabo la ejecución de la alternativa "B", que se refiere en construir la prolongación del rompeolas del lado oriente del canal de acceso, en una longitud de 500 metros a partir del morro existente, con las

dimensiones y a niveles señalados en el diseño de la sección transversal del capítulo 5., logrando con esta forma, retener el acarreo litoral que al entrar al puerto provoca el azolvamiento de las zonas navegables.

Se califica esta alternativa como la más conveniente por tener un costo de \$ 70'378,806.00, que en dólares americanos equivale a US\$ 21',993,377.00, siendo más económica en cuanto a su cuantificación con respecto a la alternativa "A", la que tendría un gasto de \$165'091,581.00, es decir, US\$51,591,119.00 dólares al término de 20 años, período correspondiente a la vida útil del rompeolas propuesto, mismo que puede ser construido en un lapso de 3 años, consiguiéndose además, una mejor racionalización de las inversiones.

7.2. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que se pueden proporcionar al respecto son:

1. Iniciar la construcción de la prolongación del rompeolas del lado oriente del canal de acceso (alternativa "B") en el menor tiempo posible para resolver el problema de azolvamiento que aqueja al puerto.
2. Como ya se han iniciado en este año los trabajos de dragado de acuerdo al programa indicativo elaborado por las autoridades portuarias, por lo que deben continuar, hasta que la prolongación del rompeolas esté construida.
3. Iniciar un programa de promoción para el desarrollo del puerto que beneficie integralmente a la región, en el cual

participen todos los sectores productivos de la misma, impulsando la producción, procesamiento y comercialización de productos agrícolas, ganaderos, pesqueros, para lo cual fue creado Puerto Madero, Chiapas, así como también fomentar el desarrollo turístico.

4. En defecto del punto anterior, el Gobierno Federal debe poner en marcha un Programa de Reestructuración y Privatización del puerto, el cual fomentaría las actividades portuarias a través de la incorporación de los sectores social y privado en un marco de libre competencia que apoyaría al desarrollo económico del país, teniendo el gobierno federal en materia portuaria y en el ámbito jurídico, sus funciones de carácter esencialmente normativo de estas actividades.

5. Por otro lado, también recomiendo elaborar un estudio por medio de modelos físicos y matemáticos para cuantificar el volumen de material azolvado en las zonas navegables del puerto, que se esperaría tener después de haberse terminado de construir la prolongación del rompeolas del lado oriente del canal, propuesta en la alternativa "B", de esta tesis y

6. Estudiar la alternativa de instalar un equipo de bombeo por medio del sistema By-Passing que podría ayudar a resolver el problema de azolvamiento en las zonas navegables del puerto así como a contrarrestar el proceso de erosión que sufre la playa del lado poniente del canal de acceso.

REFERENCIAS

- (1) PROTECTION AGAINST SHORE EROSION AND CHANNEL, SHOALING AT PORT MADERO, MEXICO. Subgerencia de Estudios Básicos e Investigación, Puertos Mexicanos, S.C.T. & Nippon Tetrapod Co. LTD, in Japan.
- (2) TABLAS DE PREDICCIÓN DE MAREAS PARA PUERTOS DEL OCEANO PACIFICO (1994). Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México.
- (3) ESTUDIO EN MODELO FISICO Y MATEMATICO PARA RESOLVER EL PROBLEMA DE AZOLVAMIENTO EN PUERTO MADERO, CHIS. Reporte técnico No. P.H. 92.5, Septiembre de 1992. Puertos Mexicanos, S.C.T.
- (4) ESTUDIO ECONOMICO PARA LA CONSTRUCCION DE UNA ESTACION DE COMBUSTIBLES EN PUERTO MADERO. Empresa "Pescados de Chiapas", S.A. Puerto Madero, Chis. Archivado en Puertos Mexicanos, S.C.T.

BIBLIOGRAFIA

1. APUNTES DE LA MATERIA DE CONSTRUCCION DE OBRAS MARITIMAS. Ing. Julio Pindter Vega. Maestría en Construcción, División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México.
2. NOTAS SOBRE LA PROTECCION DE OBRAS EXTERIORES DE PROTECCION EN PUERTOS. F. Piña G. Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Instituto Politécnico Nacional. Unidad "Adolfo López Mateos".
3. DRAGADO. F. Piña G. Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Instituto Politécnico Nacional. Unidad "Adolfo López Mateos".
4. II CURSO INTERNACIONAL SOBRE DESARROLLO MARITIMO, PORTUARIO Y COSTERO. MANUAL DE PLANIFICACION PARA LOS PAISES EN DESARROLLO. Ing. Julio Pindter Vega, División de Educación Continua, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México. Palacio de Minería.
5. COMPENDIO "PUERTOS MEXICANOS, Mexican Ports", Puertos Mexicanos, Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
6. BASES PARA EL ANALISIS DE ESTRUCTURAS MARITIMAS. Luis Herrejón de la Torre. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**