

109 2g



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**CONSIDERACIONES SOBRE LA FACTIBILIDAD  
DE NAVEGACION EN LOS RIOS DEL PAIS.**

**T E S I S**

Que para obtener el título de:

**INGENIERO CIVIL**

**P r e s e n t a :**

**Jaime Patricio Ortiz Bortoni**

México, D. F.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

1990



## **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.

# INDICE

	PAG.
Introducción.	4
1.- Análisis Y Recorrido De Los Ríos En Estudio.	7
2.- Estudios Básicos Requeridos.	9
2.1 Estudio Hidrológico.	10
2.1.1 Información Hidrométrica.	10
2.1.2 Información Topográfica.	10
2.1.3 Información Topohidráulica.	10
2.1.4 Información Hidrológica.	11
2.2 Estudio Económico.	11
2.2.1 Demografía.	12
2.2.2 Actividades Económicas.	12
3.- Importancia Del Sistema Integral Del Transporte.	14
3.1 Noción De Complementariedad.	15
3.2 Transporte Carretero.	16
3.3 Transporte Ferroviario.	16
3.4 Implicaciones Para El Sistema Fluvial.	17
4.- Anteproyecto De Obras.	18
4.1 Obras De Encauzamiento.	19
4.1.1 Espigones.	19
4.2 Rectificación De Cauces.	22
4.3 Muelles Y Atracaderos.	25
5.- Evaluación Económica Y Financiera Del Proyecto.	34
5.1 Infraestructura.	35
5.1.1 Rectificación De Cauces.	35
5.1.2 Obras De Protección.	35
5.1.3 Dragados.	36
5.1.4 Terminales.	36
5.1.5 Obras Complementarias.	37
5.2 Operación.	37
5.2.1 Organismo Operador.	37
5.2.2 Rutas Por Atender.	39
5.2.3 Tipos Y Frecuencia De Los Servicios.	39
5.2.4 Características De La Demanda.	40
5.2.5 Embarcaciones.	41
5.3 Aspectos Financieros.	42
5.3.1 Política Tarifaria.	42
5.3.2 Créditos Externos.	42
5.3.3 Estudios Adicionales Complementarios.	43
Conclusiones Y Recomendaciones.	44
Bibliografía.	86

## INTRODUCCION

México, es un país que se encuentra en proceso de desarrollo y requiere de una política dinámica y estable en sus sistemas integrales de comunicaciones y transportes, que son necesarios para la evolución de los potenciales de la nación.

Una de las más antiguas y principales vías de comunicación de los pueblos que hoy en día se consideran como las naciones más desarrolladas e importantes del mundo es la navegación por medio de las vías fluviales, ya que proporcionan un transporte seguro, eficiente y económico de diversos productos por transportar en grandes cantidades y a largas distancias, siendo ésta, la vía de comunicación más económica de todas.

En el caso de México, la importancia potencial del transporte fluvial, garantiza un incremento en la economía, pues constituye una modalidad de muy bajo costo para la distribución de productos en el país, por lo cual, una mayor utilización de este servicio daría como resultado un menor costo global del transporte, beneficiando el consumo final.

Las características técnicas y económicas de los distintos modos de transporte, hacen que cada uno de ellos resulte apto para un determinado tipo de carga y de recorrido. Así, los componentes del sistema de transporte los hace complementarios unos de otros, y no competitivos; así por ejemplo, para la movilización de grandes volúmenes, los transportes ferroviario y fluvial, son los más eficientes, y por lo tanto, los de mejor costo.

A pesar de que en México existe una considerable longitud de ríos navegables en toda época del año, la transportación fluvial ha tenido un escaso desarrollo; esto origina que los demás modos de transporte tengan una demanda artificial, lo que impide el funcionamiento sistémico del transporte.

Hay lugares en los cuales el escaso desarrollo que durante años tuvo el transporte terrestre, ocasionó que la navegación fluvial fuera la principal forma de transporte utilizada.

Actualmente, hay estados con extensa red de ríos navegables, pero al no contar con el apoyo necesario, la transportación fluvial ha visto limitado su desarrollo, por lo que su participación en el movimiento de mercancías resulta insignificante.

Un estudio de navegabilidad en los ríos del país, tiene por objeto establecer las condiciones físicas del momento de la realización de éste y definir los requerimientos para incorporar la navegación comercial al desarrollo e integración socioeconómica de la zona.

A partir del estudio de las características hidrológicas y de la navegación, se determinan los tramos que son transitables en las condiciones del momento del estudio y también se identifican las obras que tendrían que desarrollarse.

Durante el recorrido de los ríos, además de obtenerse las condiciones físicas, también se puede obtener información relativa a las características socioeconómicas de la región en estudio, que sirve de base para detectar los tramos en que el sistema de navegación tendría la mayor demanda.

Además se analizan anteproyectos "tipo" de obras que pudiera ser necesario construir para poner en operación el sistema de navegación.

Con toda esta información se obtiene un panorama general de la factibilidad técnica y económica del proyecto, pero es necesaria una evaluación financiera, así como un análisis político-administrativo.

El presente estudio, pretende dar una idea con una descripción general de los títulos de los estudios necesarios a desarrollar para recabar información y poder evaluar desde los puntos de vista financiero y político-administrativo el establecimiento de un sistema de navegación eficiente, útil y confiable.

## **ANALISIS Y RECORRIDO DE LOS RIOS EN ESTUDIO**

Las principales características físicas de los ríos en estudio, son:

profundidad, ancho del cauce, velocidad de la corriente, obstáculos para la navegación, longitudes navegables de los ríos, entre otras y se establecen mediante el recorrido de los ríos a estudiar. Para levantar las secciones transversales y velocidades, hay que buscar lugares del cauce que se consideren representativos, además de llevar en la embarcación en la que se realice el recorrido, el equipo necesario, tal como: cinta, nivel, ecosonda, molinete y otros mas. Es necesario también, durante el recorrido, tomar fotografías en aquellos lugares de interés para el estudio, donde se presenten curvas del río, obstáculos a la navegación (rocas, troncos, árboles.), atracaderos, embarcaciones que ya circulen por el río, bodegas, efectos de la erosión del río en sus márgenes y todos los fenómenos o efectos que sean de interés. Esto con el fin de ilustrar más la descripción de los recorridos.

Una vez que se han recorrido los ríos, se pueden elaborar planos que contengan a los ríos en planta y secciones transversales levantadas. En estos planos se pueden observar las localizaciones físicas, obstáculos, cambios de dirección y obras.

Con el recorrido de los ríos, es posible identificar los tramos en los cuales puede ser factible establecer, en forma más inmediata, un sistema organizado de transportación fluvial, para ello es conveniente también identificar las localidades que, estando en aquellos tramos aprovecharían dicho sistema. Es importante que en las localidades se realice una investigación de aspectos, tales como: las características demográficas, la disponibilidad de servicios básicos, el acceso a otras formas de transporte, la naturaleza de las actividades económicas, la organización regional de la actividad comercial, entre otras. Es importante destacar que los resultados de esta investigación solo proporcionan un panorama general de las localidades, a partir del cual, se obtiene una idea aproximada de la movilidad de su población; sin embargo, para definir la ubicación, capacidad y otras características de las terminales hay que apoyarse en un estudio que incluya las cuantificaciones de volúmenes potenciales de pasajeros y carga que serían transportados por el sistema de navegación.

## **ESTUDIOS BASICOS REQUERIDOS**

De entre los estudios básicos que se requieren para poder definir ó conocer la factibilidad y conveniencia de navegabilidad de un río, así como de las terminales que se vayan a establecer, tenemos el estudio hidrológico y el estudio económico. A continuación se dará a conocer en forma general en qué consisten básicamente cada uno de estos estudios.

## **2.1 Estudio Hidrológico.**

La factibilidad de establecer el sistema de navegación, está en función de las características hidrológicas de los cauces, así como de la demanda potencial del sistema. El aspecto hidrológico tiene como objeto principal analizar los tirantes (mínimo, medio y máximo), los gastos, las velocidades y otras características de los ríos; que servirán para determinar la capacidad erosiva de la corriente, las obras de protección requeridas, las rectificaciones a que es preciso someter los cauces, así como la embarcación tipo que pudiera llegar a emplearse.

Para el desarrollo de ésto, es conveniente recabar información de carácter hidrométrico, topográfico, batimétrico e hidrológico.

### **2.1.1 Información Hidrométrica.**

Dentro de la información que se pretende obtener en este punto, son los registros de gastos medios diarios, así como de gastos mínimos y máximos mensuales y anuales, para lo cual hay que establecer las estaciones hidrométricas en las cuales se vayan a tomar los datos necesarios para la obtención de estos registros y de ser posible serán convenientes estudios estadísticos por varios años o décadas.

### **2.1.2 Información Topográfica.**

Es preciso obtener información topográfica (algunas publicaciones de cartas) donde se pueden encontrar características, tales como, superficie, pendiente, elevaciones importantes, áreas susceptibles de inundaciones y longitud de los cauces.

### **2.1.3 Información Topohidráulica.-**

Mediante el recorrido de los ríos, es posible levantar secciones a la distancia que se desee, obteniéndose con éstos datos como: área de la sección, ancho en el fondo del cauce, superficie libre del agua, velocidad de la corriente, gasto y profundidad máxima de la sección, etc. Con estos datos y mediante la aplicación de fórmulas (como la de Manning), se puede obtener la pendiente media.

#### **2.1.4 Información Hidrológica.**

Es posible que en el río en estudio se encuentren obras hidráulicas en operación, en construcción ó en proyecto, como pueden ser presas compuertas, almacenes de agua y de donde se pueden recabar datos como: elevaciones (NAME, NAMO, NAMIN, elevaciones de la corona y del desfogue), cargas (máxima, mínima y de diseño), capacidades, área de la cuenca, escurrimiento medio anual, y gasto medio escurrido, etc.

A partir de los hidrogramas y con una descripción de las condiciones particulares de las secciones (profundidad y ancho), es posible obtener información del mes en que se registran los tirantes mínimo y máximo, con su respectivo gasto, además de estar en posibilidad de describir sitios y meses en que se puede tener desbordamientos del cauce.

#### **2.2 Estudio Económico.**

Estos estudios tienen como finalidad la de conocer la incidencia y ponderación de los aspectos económicos en la realización de los proyectos.

En el desarrollo de la fundamentación económica se visualizan todos los aspectos relacionados con la demografía, el crecimiento de la población, pirámide de edades, mortandad, migración interna y externa, aspectos económicos de la población en la zona estudiada, ingresos, capacidad de ahorro, gastos, vivienda, costos del transporte entre otros, así como datos de niveles educativos, desarrollo de sectores básicos productivos y su evolución.

El estudio de navegabilidad de un río, pretende analizar la incidencia de factores socioeconómicos ligados con datos de ingeniería básica obtenidos en los estudios físicos

directos, para lo que se deberá contar con los costos de las obras, ya que la integración de los factores socioeconómicos y los costos reales de los trabajos; ya sea que pueda tratarse de dragado, mejoramiento de muelles, corte de medanos, ampliaciones o rectificaciones, serán básicos para continuar con la parte relacionada con la evaluación del proyecto.

También hay que considerar la realización de estudios de tipo económico y del transporte, ya que esos datos facilitan y son necesarios para realizar la evaluación económica y financiera, así como la relación costo-beneficio, la tasa interna de retorno, indicadores económicos-financieros y también datos sociales de los beneficios que puede aportar la navegabilidad como medio de transporte más económico.

### **2.2.1 Demografía.**

Los aspectos demográficos se pueden ver en dos niveles: uno macro, que comprende un análisis de la población en forma más general, pudiendo ser la población estatal y su distribución municipal y urbano-rural; el otro nivel es el micro, que sería ese análisis, directamente en la localidad puntual ribereña y así poder cuantificar a los usuarios potenciales del sistema de navegación, lo cual es necesario para poder desarrollar el análisis financiero que consiste en una comparación de los beneficios y los costos esperados del sistema.

### **2.2.2 Actividades Económicas.**

Dentro de lo que comprende la actividad económica, es conveniente obtener datos como el porcentaje de la población del lugar en estudio que se encuentra en edad económicamente activa, velocidad en el proceso de urbanización del lugar en estudio, que podría ayudar a ver el tipo de actividad que se tiene y el que se podría tener; y que nos llegará a servir para conocer qué capacidad potencial de producir bienes en una localidad y que en un momento dado pueden ser captados por el sistema de navegación fluvial. Así por ejemplo, si una determinada localidad tiene como principal actividad económica la agricultura y tiene un rápido proceso de urbanización; con cierta seguridad se puede

concluir que reducirá su capacidad potencial de producir bienes que puedan ser captados por el sistema de navegación fluvial.

Entre las actividades económicas, se pueden contar: agricultura, ganadería, pesca, forestal, industrial y turismo, principalmente.

Dentro de la agricultura, podemos encontrar diversas situaciones, como puede ser la mencionada anteriormente en el ejemplo, que al aumentar el proceso de urbanización, disminuye la producción agrícola. Otra situación sería el equipo con que se cuente para esos trabajos, que sería reflejada en la producción que se tenga y en la cantidad de mano de obra empleada en esta actividad. Otra situación es el tipo de cultivo que se tenga; si es de tipo corto o perenne y que puede ser para autoconsumo, que no requieren transporte, a menos que exista la necesidad de completar la producción con importaciones o también puede ser para exportación, que sí requiere de transporte.

En la ganadería y en la actividad forestal, sucede algo similar a la agricultura, y el transporte intervendrá principalmente para la venta o importación de ganado.

La producción pesquera que se pueda tener, independientemente de lo que la naturaleza proporcione va a depender del tipo y tamaño de embarcaciones con que se cuente, lo mismo que de la infraestructura de refrigeración y procesamiento y del apoyo técnico y financiero que se les dé a las localidades donde se pueda tener esta actividad. Si por ejemplo en una localidad se tienen embarcaciones pequeñas propulsadas por remos, la actividad pesquera será a una escala pequeña y traslados a distancias cortas, que en un momento dado puede limitar la demanda del sistema de transporte fluvial.

Para otras industrias, la navegación fluvial puede facilitar el transporte de equipo y materiales para iniciar el desarrollo de esa actividad y posteriormente con la materia a procesar, así como todo el personal que vaya a intervenir en la industria, lo cual puede permitir mover grandes volúmenes y abatir los costos de transporte. Para llevar esto a cabo, habría que ver la necesidad y su posibilidad de construir obras de protección y muelles, así como el establecimiento de un servicio público que beneficie a la población de la localidad y que permita ser atractivo para el turismo e incrementarlo.

## **IMPORTANCIA DEL SISTEMA INTEGRAL DEL TRANSPORTE**

### 3.1 Noción de Complementariedad.

El sistema de transporte está integrado en su componente global por cuatro subsistemas ó modos (carretero, ferroviario, aéreo y marítimo fluvial), los cuales son complementarios entre si. En función de sus características técnicas y económicas, cada uno de los modos resulta apto para la movilización de un cierto tipo de productos; aunque como es natural, pueden darse casos en que dos ó más de los modos satisfagan los requerimientos de un mismo producto; lo que dá lugar a una competencia intermodal. A ello se debe que cualquier modificación que se presente en la oferta de uno de los subsistemas (vía ampliaciones en la capacidad ó mejoramiento del servicio), afectará la demanda de cuando menos uno de los otros componentes del sistema.

De esta forma, la evaluación del sistema de navegación fluvial debe realizarse no solo desde el punto de vista de los aspectos hidrológicos, sino en el contexto del sistema integral del transporte. El estudio socioeconómico, junto a la comparación con otro modo (como el ferroviario, que es el que más competencia tiene con el fluvial), permite la identificación de los productos que podrían ser manejados por el sistema fluvial, aunque ésto considera situaciones de carácter general, por lo que para hacer la selección final del transporte, habría que tomar en cuenta cuestiones como:

- Congruencia entre capacidad del sistema y volúmenes a transportar.
- Congruencia entre rutas del sistema y puntos de origen y destino de la carga.
- Frecuencia y duración del recorrido.
- Tarifas.
- Facilidades a los modos de transporte.
- Demanda actual y futura.

Así por ejemplo: El transporte fluvial puede movilizar volúmenes importantes de mercancías a precios menores a los del transporte carretero, aunque este último ofrece tiempos de recorridos significativamente inferiores a los del transporte fluvial.

De igual forma, el transporte aéreo resulta adecuado para la movilización de productos con un alto valor agregado. Debido a la amplia diferencia que existe entre las mercancías que

pueden transportar los sistemas aéreo y fluvial, el llevar a cabo una comparación entre ellos no es tan significativa como lo es la comparación entre el sistema fluvial y el terrestre (carretero y ferroviario).

### **3.2 Transporte Carretero.-**

Es conveniente que se estudie la composición de la red carretera que estará dentro de la zona de influencia de la localidad ribereña que se esté analizando en ese momento, esto es, qué extensión de caminos existe; ya sean carreteras pavimentadas, revestidas, brechas mejoradas o terracerías. De ahí se deriva un análisis de la demanda que se tiene en ese momento, y ver a presente y a futuro, si lo que se tiene es adecuado ó si es necesario mejorar las condiciones ó aumentar esa red existente.

### **3.3 Transporte Ferroviario.-**

Al igual que el transporte carretero, en el transporte ferroviario es necesario también hacer un estudio de la oferta (lo que se tiene en ese momento), número de estaciones, ubicación de las mismas, localidades comunicadas e incommunicadas por este medio, conveniencias de mejorar o de aumentar este servicio, si es factible para unir dos localidades el uso de uno o de otro modo de transporte y ver su complementariedad entre uno y otro; tomando en cuenta también los puntos en los que existe la mayor concentración de los volúmenes totales por manejar. Es conveniente observar si existen o no desequilibrios entre emisión y recepción, entre estaciones y productos, y por lo tanto movimientos unidireccionales, que originan regresos en vacío, y que por consiguiente se tienen incrementos en los costos del transporte; aunque en el marco del estudio de la navegabilidad facilitaría el análisis del mercado, ya que sólo con investigar la posición con respecto al sistema de navegación tendrían los fabricantes de los productos, se lograría determinar con cierta precisión la demanda que tendría el sistema.

### **3.4 Implicaciones para el Sistema Fluvial.-**

En este punto, se pretende comparar las ventajas que pueda tener cada uno de los modos de transporte entre sí, y poder determinar que modo de transporte es el más conveniente. Así por ejemplo, de lo mencionado en los dos incisos anteriores, tenemos que: en el caso de contar con una cierta red carretera más o menos buena, el transporte carretero podría representar una competencia fuerte para el transporte fluvial, donde este último podría tener más ventaja en zonas en que debido al alto porcentaje de humedad de los suelos, no es posible desarrollar la infraestructura vial. En las demás zonas sí podrían tener una competencia que estaría en función del producto a transportar. Respecto al transporte ferroviario, donde es más posible tener producto que también se puedan llevar por el transporte fluvial, puede ser que al ser bueno cualquiera de los dos (para esos determinados productos), los propietarios de las mercancías se inclinarán por el que más les acomode de acuerdo a otras ventajas que ellos encuentren.

## **ANTEPROYECTO DE OBRAS**

Este punto es complementario al recorrido de ríos; y consiste en identificar los tramos que, para ser navegables, requerirían de obras de encauzamiento, rectificación, dragado ó construcción de muelles, y para ésto, es necesario realizar un levantamiento de detalle de la pendiente y configuración topográfica y batimétrica de los sitios donde se proyecte una obra.

#### **4.1 Obras de Encauzamiento.-**

Aquellos cauces en los cuales el tirante es insuficiente para permitir el tráfico de embarcaciones de buen calado es conveniente encauzar la corriente mediante espigones, muros o diques longitudinales. El confinamiento de dichas obras dá lugar a un encauzamiento del fluido y sus sedimentos, el cual erosionará el fondo del río. Además, un efecto adicional a las obras de encauzamiento consiste en que disminuyen las erosiones laterales.

##### **4.1.1 Espigones.-**

Son estructuras en forma de pantalla que se colocan interpuestas a la corriente hacia una cierta zona del encauce, ya sea para evitar erosiones marginales ó bien para forzar el paso del flujo. Para proyectar los espigones se puede hacer uso de los siguientes criterios:

a) Localización en planta.- En la margen por proteger, se traza una paralela al eje central del río, la cual representa el alineamiento de la parte extrema de los espigones. Los radios de las curvas, medidos hasta el eje central del río deberán tener la siguiente longitud:  $2.5 B \leq r \leq 8 B$

Donde B es el ancho medio de la superficie libre en los tramos rectos (medida en metros). La longitud de los tres primeros espigones será variable; la del primero igual al tirante, mientras que las de los dos siguientes se incrementará gradualmente hasta alcanzar en el cuarto espigón la longitud del diseño.

Cuando la curva por proteger es uniforme, todos los espigones tienen la misma

longitud y ángulo de orientación, por lo que la separación entre ellos es también uniforme. La línea que une los extremos de los espigones influye en su longitud, separación y orientación, por lo que sería conveniente analizar diversas localizaciones de ella. En figuras anexas se presenta la forma de colocar los espigones, así como la manera de trazar su eje.

b) Longitud de los Espigones.- Un espigón debe de tener una longitud de anclaje y una de trabajo; la primera de ellas es la que está dentro de la margen, y la segunda dentro de la corriente. Se considera que la longitud de trabajo -Lt- deberá ser:

$$d \leq Lt \leq B/4$$

donde:

B = ancho medio del cauce (m)

d = tirante medio (m)

Por razones económicas, la longitud del anclaje de los espigones se busca que sea la menor posible, y por ello, muchas veces se acostumbra terminarlos directamente contra la orilla.

c) Separación entre los Espigones.- Depende de la longitud del espigón aguas arriba, y se calcula tomando en cuenta las inclinaciones del espigón respecto a la orilla de aguas abajo y la ampliación teórica de la corriente al pasar por el extremo del espigón. El ángulo acostumbrado para esa ampliación es de 9 a 11 grados.

Si los espigones se empotran con una longitud igual a 1/4 de la longitud de trabajo, la separación puede ser la teórica

En tramos rectos sin empotramiento, la separación debe ser:

Angulo	Separación
70 a 90 grados	(4.5 a 5.5)Lt
60 grados	(5 a 6)Lt

Cuando se trata de curvas; si la curva es irregular o con un radio de curvatura pequeño, la separación entre espigones deberá obtenerse en forma gráfica, quedando así fijadas las longitudes y los ángulos de orientación. Y si la curva es regular (de radio casi

único), la separación se obtiene con:  $S_p = (2.5 \text{ a } 4)L_t$

Si en un tramo de interés especial se desea evitar por completo la falla de los espigones, conviene que la separación entre ellos sea menor, o bien que todos sean empotrados en una longitud que como máximo sea igual a  $L_t/4$ , donde  $L_t$  es la longitud de trabajo.

d) Elevación y Pendiente de los Espigones.- Construir hacia el interior del cauce espigones con pendientes muy grandes, presenta ventajas, entre las que podemos hacer mención de las siguientes:

- Prácticamente no existe socavación local en el extremo del espigón.
- Si el espigón se construye con paredes verticales (tablestacado), solo habrá una ligera erosión en su cara de aguas arriba.
- Para ser construido cada espigón, necesita entre 40 y 70 % del material que se requeriría para hacer un espigón con corona horizontal.
- El depósito de material arenoso entre espigones se efectúa más rápidamente que con corona horizontal.
- Aunque solamente se ha probado en curvas, no hay registro de problemas de separación entre el espigón y la orilla cuando el talud longitudinal y la separación con los espigones adyacentes es de cuatro veces su longitud de trabajo.

Se recomienda que los espigones se construyan con pendiente longitudinal hacia dentro del río. Su elevación inicial deberá ser igual a la que tenga la margen o la de la superficie libre al escurrir el gasto formativo. El extremo dentro del cauce deberá tener una altura sobre el fondo, que permita lograr pendientes satisfactorias.

e) Orientación de los Espigones.- Orientaciones mayores de 90 grados obligan a reducir la separación entre los espigones. En casos donde se han empleado ángulos de 120 grados, no han trabajado en forma adecuada (al fallar un espigón, en la margen se producía una erosión mayor a la que permiten espigones cuya inclinación varía entre 60 y 70 grados).

Para ángulos que varían entre 70 y 90 grados, la longitud del espigón es prácticamente la misma. Como la corriente no es paralela a las márgenes para todos los

gastos, conviene colocar los espigones con un ángulo de 70 grados.

En curvas muy forzadas, en que se requiera colocar los espigones con un ángulo menor de 40 grados, conviene hacer la protección con una obra marginal.

Los espigones pueden estar dirigidos hacia aguas abajo o aguas arriba, o también ser normales a la corriente. La orientación de los espigones se mide por el ángulo que forma su eje longitudinal con la tangente a la orilla hacia aguas abajo (en el punto de arranque). En tramos rectos de curvas regulares conviene que los espigones formen un ángulo de 70 grados con la dirección de la corriente. Si la curva es irregular y si tiene un radio de curvatura menor a  $2.5 B$ , los ángulos de orientación serán menores a 70 grados, pudiendo alcanzar valores hasta de unos 30 grados.

f) Permeabilidad de los Espigones.- si el espigón vá a estar permanentemente sumergido, conviene que sea impermeable a fin de que efectivamente aleje la corriente de la orilla.

Si el propósito de los espigones es reducir la velocidad de la corriente en una zona que se desee rellenar con el material arrastrado por el río, conviene que sean permeables para que el agua cargada de sedimentos pase entre ellos y éstos sean depositados al reducirse la velocidad de la corriente.

Los materiales utilizados en la construcción de los espigones deben ser lo suficientemente resistentes (roca sana o maderas resistentes), como para soportar el empuje de la corriente y el de los troncos y otros cuerpos flotantes que pueda arrastrar el río.

#### **4.2 Rectificación de Cauces.-**

En este inciso podemos mencionar en forma más particular el corte de meandros; y ésto es, que en un río en estudio, se encuentren fuertes meandros, los cuales será conveniente eliminar a fin de disminuir el tiempo de navegación. En estos casos, donde se tienen fuertes meandros se puede llegar a hacer una canalización, que de tener una sección transversal igual a la del río, puede permitir aumentar la capacidad hidráulica del mismo. Más adelante se representa en una figura un tramo con meandros.

Si suponemos (para esa figura) que la longitud de la rectificación del cauce (A-B) es cuatro veces mayor, cuando se recorre por el cauce original del río, la capacidad hidráulica de la rectificación puede llegar a ser casi del doble para un ancho de sección y tirante iguales. Por la reducción de longitud, la pendiente aumenta, y con ella, la capacidad de conducción hidráulica del río.

Puesto que en muchos de los ríos del país el régimen es lento, aguas abajo de B (en la misma figura), los niveles no sufrirán alteración alguna, para gastos iguales a consecuencia de la rectificación. En el tramo aguas arriba de A, aumentará la capacidad hidráulica debido al remanso negativo que produce la rectificación, ya que el fondo del cauce se erosiona puesto que la capacidad de transporte de sólidos es mucho mayor en el tramo A-B que en el A-A<sub>1</sub>.

De acuerdo a la figura, en el punto A ocurren las máximas velocidades, lo que hace que la capacidad de arrastre de la corriente sea máxima. La erosión que ello provocará en el fondo del río hará que éste ocupe posiciones como las indicadas con línea punteada. Esa erosión aumentará la capacidad del tramo rectificado, principalmente hacia aguas arriba. La rapidez con la que se erosiona el fondo decrecerá a medida que pasa el tiempo hasta que la corriente adquiera una nueva pendiente de equilibrio, la cual dependerá del gasto dominante del río, así como de los materiales que queden expuestos al ocurrir la erosión.

El principal inconveniente de las erosiones consiste en que el material erosionado tenderá a depositarse en el tramo aguas abajo de B (en la figura), lo que disminuirá la capacidad hidráulica del tramo. El remanso que producirá esa reducción en la capacidad, repercutirá hacia aguas arriba de B; es decir en la propia rectificación. Para evitar que ello suceda, es preciso dragar el fondo del río aguas abajo de B, de tal forma de mantener la sección y pendiente que se tenía antes de la rectificación.

a) Construcción de la Rectificación.- Primeramente se podrá construir un cauce piloto, el cual se ampliará por sí mismo gracias a la capacidad de arrastre y de erosión de la corriente. Las dimensiones del cauce piloto dependerán del gasto y de las propiedades físicas de los materiales que forman las paredes y el fondo del cauce piloto.

En los puntos identificados como A y B en la figura, el cauce piloto se excavará hasta alcanzar el nivel del fondo del río. La pendiente del cauce será uniforme y unirá las elevaciones del fondo de las secciones anteriores; por lo tanto, la excavación se tendrá que llevar hasta la línea imaginaria que une el fondo del cauce en los puntos A y B.

El ancho mínimo del cauce piloto deberá ser igual al doble de la altura que hay del fondo del cauce piloto al terreno natural. De esta forma, en caso de que la erosión al pie de los taludes provoque un deslizamiento, la sección no se cerrará completamente.

La forma antes descrita para calcular el ancho mínimo del cauce de alivio permitirá obtener los tirantes y velocidades para diferentes gastos. Si para el gasto medio de estiaje la velocidad en el cauce piloto es mayor que tres veces la velocidad media necesaria para arrastrar el material del fondo y orillas, deberá adaptarse un ancho mínimo igual al de proyecto. Ello garantizará que el volumen de arrastre superará al del material que procede de aguas arriba, con lo que la sección se erosionará.

En un principio, la ampliación del cauce será más bien lateral, aunque también existirá algo en el fondo, principalmente en el tramo cercano a A'. Al ampliarse la sección, aumentará su radio hidráulico, al igual que la velocidad del cauce y la erosión.

Cabe aclarar que todo lo que hasta ahora se ha descrito ocurre generalmente cuando el material del fondo y orillas es arenoso. En caso de que sea más resisistente por tener un tamaño mayor, o bien, por su cohesión (como en el caso de las arcillas), se debe excavar una sección con ancho mayor, de tal forma que las velocidades que alcance la corriente, tengan un poder erosivo suficiente. Si ésto último no llegara a ocurrir se puede presentar el caso extremo de tener que excavar la sección del cauce piloto con un ancho similar a la del río.

b) Dragado Aguas Abajo.- Si el material removido del fondo y paredes del cauce piloto es arenoso o de diámetro mayor, tenderá a depositarse en el tramo aguas abajo de B, ya que en él disminuye la velocidad por ser menor la pendiente. Dicho sedimento reducirá la sección hidráulica y elevará el nivel del agua, produciendo un remanso que afectará parte del cauce piloto. Para evitar que ésto suceda, se requiere dragar el tramo

aguas abajo de B', o bien colocar una draga fija cerca de B, que retire el material proveniente de aguas arriba.

#### 4.3 Muelles y Atracaderos.-

De acuerdo con el tipo de estructura que posean, pueden clasificarse como muelles propiamente dichos, pantalanes, atraque o plataformas. Sus dimensiones, altura y longitud, dependen exclusivamente del calado y la eslora de las embarcaciones; el ancho en cambio, depende también del tipo de productos a transportar, de la forma en que habrán de ser cargados, así como de la cantidad de pasajeros.

Gran parte de los esfuerzos que se inducen en los terraplenes o muros de muelles, son análogos a los que pueden actuar sobre cualquier otro tipo de estructura. Entre ellos se encuentra el peso propio, el empuje de tierras, la subpresión y obviamente el empuje hidrostático. Las fuerzas más importantes de las obras de atraque y amarre, son las sobrecargas y los esfuerzos horizontales, ya sea de atraque, impacto o amarre.

a) Altura.- En caso de que no exista marea en la corriente, la elevación de la plataforma debe superar en unos dos metros el nivel de aguas máximo extraordinario (NAME).

b) Longitud.- Si el muelle recibe en forma simultánea un solo barco, su longitud deberá ser de 1.25 la eslora. En caso contrario, la longitud se puede estimar mediante varias expresiones; a continuación enunciamos una de ellas:

$$L = (S/4 \text{ Emáx}) + (9(n-1)/8) (\text{Emedia})$$

donde:

S = Manga de embarcación mayor.

Emáx = Eslora de la embarcación mayor.

Emedia = Eslora media.

n = Número de embarcaciones.

También existen expresiones más simples, como:  $L_a = E + 2S$

c) Esfuerzos de Amarre.- Corresponden a los esfuerzos que los barcos desarrollan sobre la obra a consecuencia de la acción del viento, de las corrientes en el cauce o de el oleaje.

Debido a la dificultad para evaluar la tracción, suelen emplearse los siguientes valores empíricos, los cuales dependen de la capacidad de la embarcación, medida en toneladas de registro bruto (TRB)

T.R.B.	TRACCION (ton)
1,000	10
5,000	30
10,000	50
25,000	80

En muelles macizos, construidos en corrientes fuertes, estos esfuerzos deberán aumentarse en un 25 %.

d) Atragues.- El impacto que la embarcación provocará sobre la estructura del muelle al atracar, dependerá tanto de la masa del barco, de su velocidad y de su ángulo de ataque, como del tipo de defensas que se coloquen en el muelle. Para cuantificar dicho impacto, se acostumbra considerar una velocidad de atraque de 0.15 m/s y un ángulo de 20 grados. Dichos valores se aplican a las siguientes fórmulas:

$$F_n = C_1 (W/2g) (V \text{ sen } \alpha)^2$$

$$F_e = C_2 (W/2g) (V \text{ cos } \alpha)^2$$

donde:

$F_n$  = Fuerza Normal.

$F_e$  = Fuerza Longitudinal.

$C_1$  y  $C_2$  = Factores que dependen del tipo de defensas y del coeficiente de

fricción que exista entre ellos y el barco.

W = Desplazamiento del barco (TAM)

V, alfa = Velocidad y ángulo de atraque, respectivamente.

Para casos prácticos, el uso de llantas o neumáticos usados pero en buen estado, ha dado buenos resultados y sobre todo gran economía.

Las defensas pueden ser de madera, metálicas, de concreto, mecánicas o hidráulicas y de goma. Para su diseño se requiere cuantificar la energía cinética que lleva el barco al atracar, la cual está dada por la fórmula clásica:  $E = 1/2 MV^2$

La defensa contra la cual choque el barco deberá absorber una energía, cuyo valor será:

$$E = K_m K_e K_i (Dv^2/2g)$$

donde:

$K_m$  = Coeficiente de masa adicional. Representa la fuerza del agua que es desplazada por el barco, puede evaluarse como:

$$K_m = (1+2C)/B$$

Siendo C el calado y B la manga del buque. Para casos comunes se puede considerar  $K_m = 1.6$

$K_e$  = Coeficiente de excentricidad, basado en el supuesto de que solo una parte de la energía total es absorbida en el primer impacto, y que el resto sigue siendo energía cinética que hace girar al buque alrededor del punto de contacto. Para cuantificarlo, existe la siguiente expresión:

$$K_e = r/(a^2 + r^2)$$

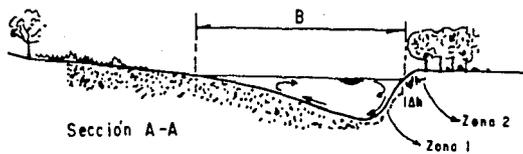
donde:

r = Radio de giro.

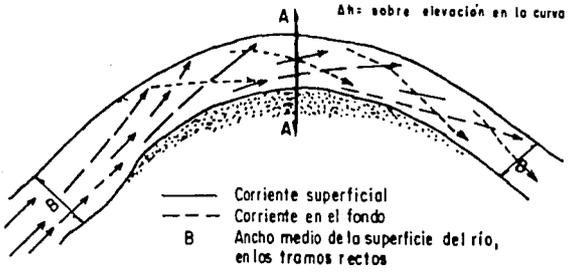
a = Distancia del centro de gravedad del barco al punto de contacto con ésta, se obtiene que varían entre 0.5 y 0.7

$K_i$  = Factor que toma en cuenta la fricción de energía cinética que no es absorbida por la defensa, sino por la deformación del casco. Para buques pequeños  $K_i=1.0$ , mientras que para buques grandes  $K_i=0.9$

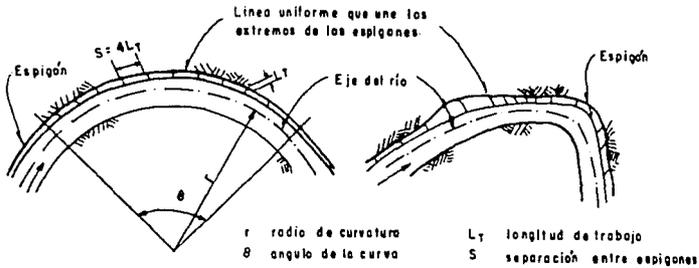
En ríos donde existan algunos bajos, donde se requiera una profundización del cauce (encauzamientos) o protecciones marginales, para la localización exacta se requiere de un levantamiento de detalle de los cauces.



Sección A-A



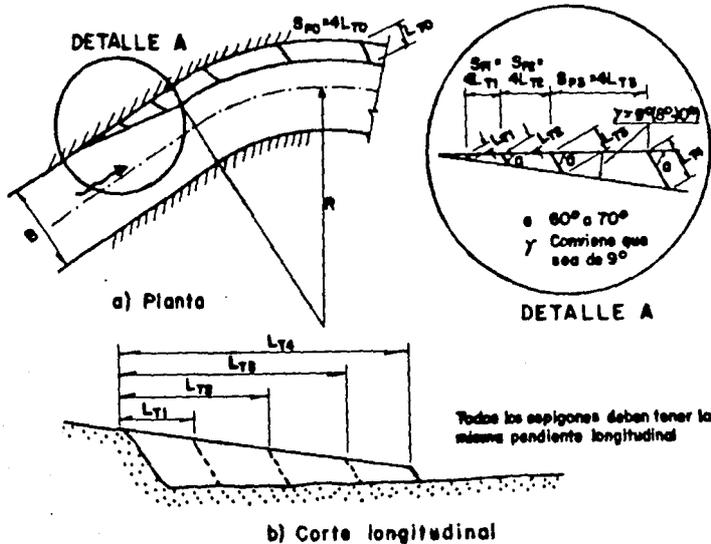
Esquema sobre las corrientes que se presentan en las curvas de los ríos



a) Curva trazada con un solo radio

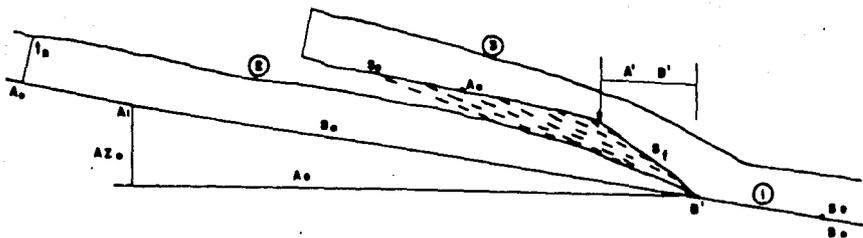
b) Curva real formada con tramos que tienen diferente radio de curvatura

Localización en planta de una obra de defensa con espigones



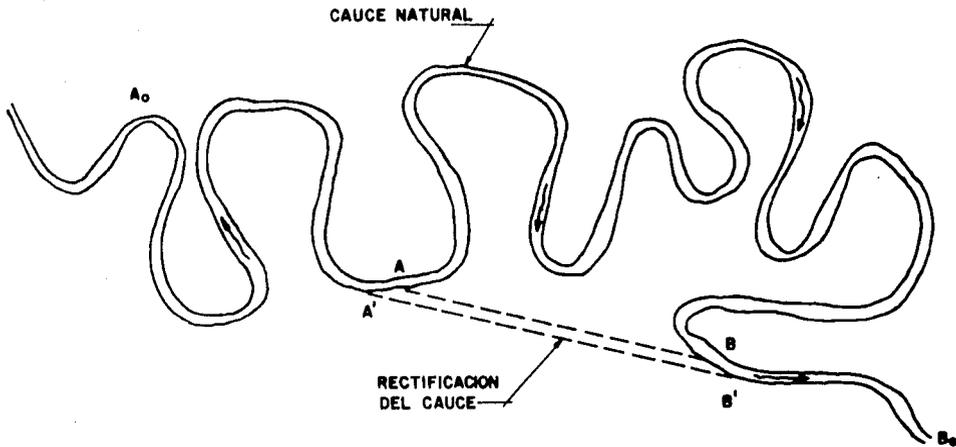
Localización de los primeros espigones de una protección hecha con estas estructuras.





- ( 1 ) Perfil longitudinal del río antes de efectuar la rectificación
- $S_0$  Pendiente media del fondo del río antes de la rectificación
- $S_1$  Pendiente media del fondo del río inmediatamente después de la rectificación
- AB Distancia entre A y B antes de la rectificación
- A' B' Distancia entre A y B después de la rectificación
- $Z_0$  Desnivel del fondo del río entre los puntos A y B. Permanece constante antes y en el primer momento después de iniciado el corte de los meandros
- $t_n$  Tirante normal para el gasto en estudio, con la pendiente  $S_0$
- ( 2 ) Perfil del agua antes de la rectificación
- ( 3 ) Perfil teórico del agua inmediatamente después de efectuar el corte o rectificación.

## RECTIFICACION DE UN CAUCE PERFIL LONGITUDINAL



**RECTIFICACION DE UN CAUCE**

## **EVALUACION ECONOMICA Y FINANCIERA DEL PROYECTO**

Dentro de lo que sería una evaluación económica y financiera, los conceptos que pudieran ser más importantes de tomar en consideración, serían los relacionados con la infraestructura, la operación y aspectos financieros. En los conceptos anteriores, unos aspectos que pueden ayudar para la evaluación, son los siguientes: antecedentes, objetivos, resultados y procedimientos.

## **5.1 Infraestructura.-**

### **5.1.1 Rectificación de cauces.-**

En el recorrido de ríos, se pueden detectar los tramos donde sea necesario realizar rectificación de cauce, con lo que se reducirían notablemente los tiempos de recorrido.

Para definir las características de estas obras, es necesario elaborar el proyecto definitivo, tomando en cuenta sus efectos, tanto aguas arriba como aguas abajo de la rectificación. También se podrán determinar las características de la obra y su funcionamiento, así como la información necesaria para cuantificar los volúmenes de materiales por mover y su costo.

Son necesarios datos de levantamientos topográficos, como son secciones transversales del cauce, velocidades y perfil longitudinal del mismo y también será necesario conocer granulometrías del material del fondo y la erosión y socavación del cauce.

### **5.1.2 Obras De Protección.-**

Cuando se tienen zonas de desbordamientos, es necesario proyectar obras de protección, tanto a poblaciones como a las mismas márgenes de los cauces. De las obras de protección, podemos mencionar: bordos perimetrales, espigones para protecciones marginales, diques, muros, entre los más importantes.

Mediante un estudio definitivo se podrán dimensionar estas obras, definiendo su funcionamiento, tanto en el mismo sitio de la protección, como aguas arriba y aguas abajo. Este proyecto se enfocará a proteger las márgenes y aumentar el tirante del cauce

principalmente.

Con lo anteriormente señalado, ya dimensionado, se podrán cuantificar los volúmenes y su costo, útiles en la evaluación financiera.

### **5.1.3. Dragados.-**

A lo largo de los cauces, existen tramos donde se tienen tirantes bajos, ya sea por la obstrucción del flujo debido a grandes troncos depositados en el fondo o bien por la existencia de rápidos en el cauce.

Teniendo calculados los tirantes a lo largo del cauce y del año y teniendo en forma aproximada los perfiles y las secciones, se pueden detectar los tramos donde se requiera una profundización del cauce para aumentar el calado.

Con un estudio definitivo, se podrán conocer en forma más precisa los tramos donde será necesario efectuar dragados sistemáticos; con ésto se podrá evaluar el comportamiento, el procedimiento y equipo a utilizar, y costos de éstos, tomando en cuenta que los dragados pueden ser en forma permanente o eventuales.

### **5.1.4 Terminales.-**

Con la identificación de terminales realizada en el recorrido de ríos, lo mismo que los sitios factibles para instalar otras terminales, junto con un estudio de demanda, será posible identificar con precisión la ubicación, el tamaño y demás características de nuevas terminales, o adecuaciones a las existentes; con ésto, será posible también estimar su costo.

Entre los resultados a obtener, podemos mencionar:

1.- Número, ubicación y tipo de terminales, muelles o atracaderos que se requerirán para la operación de un sistema organizado de navegación.

2.- Costo asociado a la construcción, conservación y modernización de las terminales, a lo largo de la vida útil del proyecto.

Para lo anterior será necesario:

1.- Identificación de los volúmenes asociados a los flujos de pasajeros y carga que

deberá satisfacer el sistema de navegación.

2.- Análisis de la capacidad, antigüedad y estado de conservación de las terminales existentes.

3.- Establecer un balance entre las características de la oferta y la demanda de navegación fluvial.

### **5.1.5 Obras Complementarias.-**

Para que un sistema de navegación tenga un correcto funcionamiento, serán necesarias unas obras complementarias, las cuales deberán ser precisadas, cuantificadas, diseñadas, además de ser evaluadas en términos de costo.

En función de los servicios que vaya a prestar el sistema de navegación, de la localización de sus terminales, de la accesibilidad que cada una de ellas tenga con respecto a las redes de otros modos de transporte y de otros parámetros, será necesario identificar las características, para obras como caminos de acceso a terminales, estacionamientos, instalaciones para transferencia de pasajeros y carga a transporte terrestre, bodegas para almacenamiento de mercancías, señalamiento fluvial y terrestre, etc.

La información a obtener para que pueda ayudar a la evaluación económica y financiera, será, el número, ubicación y tipo de cada una de las obras complementarias y los costos anuales de construcción, conservación y replazo de dichas obras.

Será conveniente conocer para dar más facilidad a esta evaluación, la localización y proyecto de las terminales, las rutas de autobuses interurbanos, la localización de estaciones de ferrocarril, la relación de origen-destino de los pasajeros y la carga que vaya a utilizar el sistema de navegación.

## **5.2 Operación.-**

### **5.2.1. Organismo Operador.-**

La evaluación financiera del posible sistema de navegación exigirá conocer la

naturaleza y monto de costos que no corresponden únicamente a la infraestructura. Tal es el caso en lo relativo a la operación, que se asocia al funcionamiento del organismo responsable del sistema.

Por lo anterior, será conveniente un estudio que permita identificar las características más relevantes del organismo que tendría a su cargo la operación del sistema de navegación. Las características a determinar deben ser aquellas que aseguren una adecuada gestión del sistema. Para ésto, será conveniente precisar:

a) Naturaleza del Organismo.- Habría que verse de que clase de organismo se trata (federal, estatal, etc.), el monto del capital social y contable del organismo, posibilidad de que aún siendo un servicio público pueda ser accionista el sector privado, para lo que habría que estudiar el porcentaje de participación que tendría éste.

b) Estructura Orgánica.- Sería conveniente pensar en una sede central en alguna de las terminales de más importancia, así como de instalaciones complementarias a lo largo del cauce, como podrían ser superintendencias operativas, talleres para mantenimiento de embarcaciones, el cuerpo de salvamento, etc. Adicionalmente habrá que pensar en la cantidad de personal requerido, así como los salarios y prestaciones del mismo.

c) Maquinaria y Equipo.- Es necesario determinar la maquinaria, los vehículos y el equipo con el que deberá contar el organismo operador para funcionar en forma adecuada. De ésto deberá obtenerse el número y tipo de maquinaria y equipo, su vida útil, valor de rescate, procedencia, conveniencia entre comprar o rentar, etc.

d) Capacitación del Personal.- Lo limitado de la experiencia que existe en México en cuanto a sistemas de navegación fluvial, así como el riesgo implícito en ellos, determinan la necesidad de prever la capacitación del personal, principalmente en el área operativa, de tal forma de asegurar un funcionamiento eficiente y seguro del sistema.

e) Gasto Corriente.- La operación del sistema de navegación llevará implícitas erogaciones por conceptos muy variados, como son: alquiler de oficinas e instalaciones complementarias, sueldos y salarios del personal, gastos de oficina, conservación de oficina, mantenimiento de embarcaciones, vehículos y maquinaria, amortización de empréstitos, etc. La

determinación de todos estos gastos, junto con su cuantificación y programación, es indispensable para el análisis de la viabilidad financiera del sistema.

A partir de un análisis jurídico-administrativo habrá que identificar al organismo dispuesto a servir de organismo operador.

Con un análisis técnico-administrativo de las actividades a que darían lugar los servicios que prestará el sistema de navegación y de la eficiencia y seguridad del sistema, se podrá establecer la estructura orgánica y la maquinaria y equipo. Dentro del gasto corriente se recomienda valorar el comportamiento previsible de la inflación en la zona en estudio.

### **5.2.2 Rutas Por Atender.-**

De acuerdo a lo que se halla realizado anteriormente, podrán conocerse los tramos de cauce que son navegables en las condiciones al momento de realizar el estudio, los tramos que requerirían algún tipo de obra y aquellos tramos en que las características hidrológicas no permiten la navegación de embarcaciones como las que utilizaría el sistema propuesto. En relación a lo anterior, se podrá determinar un programa de puesta en operación de los tramos; pero ésto deberá apoyarse en la demanda y disponibilidad de recursos presupuestales, entre otros; o sea, habrá que determinar el año óptimo de puesta en servicio, donde pueda garantizarse el buen funcionamiento y la recuperación de la inversión de acuerdo a el nivel de la demanda, para lo cual habrá que analizar la inversión mínima requerida para iniciar la operación del sistema.

### **5.2.3. Tipos y Frecuencia de los Servicios.-**

El objetivo de este punto será la formulación del servicio tanto de pasajeros como de carga, para el que se podría establecer un servicio exclusivo; ésto es, podrían tenerse tres opciones:

- a) Únicamente Pasajeros.
- b) Únicamente Carga.
- c) Pasajeros y Carga.

Aprovechando los estudios de demanda y de rutas por atender, se puede elaborar un presupuesto base, que, junto con la naturaleza de los productos por movilizar y el número y capacidad de las embarcaciones, se puede recomendar la frecuencia de los servicios. Para los pasajeros, la frecuencia se determinará con base en la disponibilidad de bienes y servicios que tenga la población en sus propias comunidades, ya que de ella depende su movilidad.

#### **5.2.4. Características de la Demanda.-**

Dentro de la operación del sistema, tiene una gran importancia la demanda esperada, ya que de él dependerá la identificación y el dimensionamiento de aspectos como la estructura del organismo operador, los servicios a ofrecer y su frecuencia, el número de embarcaciones y los ingresos que se tendrían. Para lograr ésto, es necesario identificar las características cuantitativas y cualitativas de la demanda; buscando obtener, para el servicio de pasajeros, la relación origen-destino con el número de viajes esperados entre cada una de las terminales propuestas por el estudio respectivo, en un determinado periodo de tiempo. Para el servicio de carga, la relación por tipo de producto y de servicio (exclusivo de carga o mixto), también para un determinado periodo de tiempo.

Para obtener las características de la demanda, será necesario tomar en cuenta ciertos aspectos; entre ellos, para estimar la demanda de pasajeros, podemos mencionar:

- 1) La disponibilidad de los servicios básicos y la localización de las oficinas administrativas más importantes.
- 2) El crecimiento (histórico y esperado) de la oferta de servicios básicos en la zona en estudio.
- 3) Motivo y frecuencia de los viajes que realiza la población de esa zona en estudio.
- 4) La competencia intermodal del transporte, medida en términos de tiempo y costo del recorrido, accesibilidad y rutas de otros sistemas de transporte.

Para el servicio de carga, podemos mencionar:

- 1) La producción regional de bienes básicos.

- 2) La oferta respectiva.
- 3) Origen o destino de los volúmenes faltantes o excedentes.
- 4) Programas de desarrollo de la zona en estudio.
- 5) Origen y destino, la naturaleza y el volumen de los productos que manejan los otros modos, a fin de determinar la posibilidad de que sean captados por el sistema de navegación fluvial.

Como complemento a los aspectos antes mencionados, será conveniente conocer:

- Un intervalo de servicios básicos.
- Un resumen de los programas de obra (en unidades monetarias y físicas) de los últimos años.
- Un inventario de la prestación de servicios de transporte, incluyendo una descripción de las rutas, número de unidades que lo realizan, frecuencia y costo de los servicios.
- La estadística de los volúmenes captados por cada uno de los modos de transporte.
- Los volúmenes de producción agropecuaria en los últimos años.

#### **5.2.5. Embarcaciones.-**

Una vez verificada la factibilidad del sistema de navegación, y cuantificada su posible demanda, hay que seleccionar el tipo de embarcación más adecuada, el número de embarcaciones requeridas para satisfacer la demanda prevista; ésto es:

- Tipo de embarcación más adecuada para pasajeros, carga o ambos.
- Capacidad.
- Dimensiones (incluyendo calado).
- Vida útil.
- Costo de adquisición y forma de pago.
- Valor estimado de rescate.
- Costo de operación.
- Tiempo de entrega.
- Número de embarcaciones necesario para cada etapa de puesta en operación del sistema.

Para poder conseguir ésto, es necesario hacer un estudio de mercado sobre posibles proveedores; comparar estas embarcaciones con las características, tanto de los cauces a navegar como de la demanda.

### **5.3. Aspectos Financieros.-**

#### **5.3.1. Política Tarifaria.-**

Para determinar la factibilidad de un proyecto es necesario evaluarlo a partir de consideraciones técnicas, financieras y socioeconómicas. La evaluación financiera consiste en un análisis de los ingresos y costos que se tendrán durante la construcción y operación del proyecto.

Los costos que pueden tenerse, ya se han mencionado anteriormente. Los ingresos podemos dividirlos en dos categorías: los directos y los indirectos. Los costos directos están asociados al volumen de la demanda y al precio unitario o tarifa del servicio; los indirectos en cambio podrían ser los provenientes de contribuciones especiales que tenga el sistema, así como de otras prestaciones de servicios complementarios.

La realización de un estudio tarifario (que estaría dentro de los ingresos directos, y que son los de mayor importancia), proporciona los criterios que puedan orientar en la definición de las tarifas de cada uno de los servicios del sistema de navegación.

Para poder llevar a cabo el estudio tarifario es conveniente conocer en forma resumida los ingresos, las erogaciones del sistema y los criterios tarifarios que se utilizan en otros modos de transporte.

#### **5.3.2. Créditos Externos.-**

Anteriormente se mencionó que los ingresos influyen en forma destacada en la viabilidad de un proyecto; sin embargo, no es sino hasta la etapa de operación del proyecto cuando se inicia el flujo de ingresos, aunque ya antes haya sido necesario cubrir los costos de la infraestructura. Esta diferencia entre ingresos y costos crea un problema de

financiamiento.

Las carencias que en distintos órdenes tiene el país, superan normalmente los recursos de que se dispone para satisfacerlas, por lo que para algunos proyectos suelen gestionarse créditos internacionales, con objeto de resolver el problema de financiamiento.

Ante la magnitud de la inversión que demandaría el sistema de navegación, la cual muy probablemente rebasaría las posibilidades internas de financiamiento, se hace necesario investigar la factibilidad de obtener préstamos del extranjero.

Para lo anterior, es necesario someter a un análisis la diferencia existente entre ingresos y erogaciones, con objeto de obtener los valores máximo y mínimo probables para cada uno de los dos conceptos.

El monto de crédito externo requerido estará dado por la diferencia existente entre dichos conceptos, pudiéndose ir por la hipótesis pesimista: máximos costos, mínimos ingresos. Será necesario también establecer la postura que adoptarían tanto los solicitantes del préstamo como la banca internacional o quien vaya a hacerlo.

#### **5.4. Estudios Adicionales Complementarios.-**

A continuación se mencionan algunos estudios adicionales que pudieran ser de utilidad:

- a) Análisis de costos de obras preventivas y correctivas en las zonas navegables.
- b) Evaluar la complementariedad del transporte fluvial.
- c) Costos, precios y tarifas del transporte en la zona en estudio.
- d) Estudio de economía naviera del transporte.
- e) Estudio de oferta y demanda del transporte en general.
- f) Relación del transporte con el desarrollo regional.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

El presente estudio permite conocer las condiciones generales del funcionamiento del río en estudio.

Durante el recorrido de los ríos se puede detectar el funcionamiento, capacidad, eficiencia, de otros modos de transporte, y que puedan influir para que el sistema fluvial sea poco atractivo para el transporte, como puede ser la existencia de carreteras marginales buenas o características del cauce desfavorables.

En este punto se pretende tener en forma resumida todas las consideraciones que se deben tener sobre la factibilidad de navegación que exista en el río que se estudie, así como las recomendaciones o proposiciones que se hagan para mejorar las condiciones para su funcionamiento como para hacer más atractivo y rentable el sistema de navegación fluvial y también para evitar los problemas que puedan existir, como podrían ser los desbordamientos.

Resumiendo, podríamos decir que el objeto de un estudio de este tipo es establecer las condiciones físicas del río en el momento de estudiarlo, viéndolo como sistema de navegación fluvial y poder con ello, definir sus requerimientos para iniciar o mejorar su funcionamiento y llegar a optimizarlo.

Finalmente se puede mencionar que es posible apreciar que la ingeniería no se ocupa exclusivamente del aspecto técnico, sino que tiene una gran relación de los aspectos humanos de la sociedad y, partiendo de esos puntos de vista, busca el mejoramiento de las condiciones de vida de la sociedad.

A continuación, vamos a ejemplificar un poco ésto, para ilustrar más el tema. El ejemplo consiste en ver algunos puntos sobre la navegabilidad en los ríos Usumacinta y Grijalva en el estado de Tabasco.

1.- En general, podríamos decir que la introducción hecha al inicio del presente trabajo, se adapta para el ejemplo.

2.- A continuación, nos referiremos al recorrido de ríos. Vamos a indicar los nombres de los ríos recorridos, y su tramo navegable correspondiente:

- Usumacinta: Tres Brazos-Boca Del Cerro (0+000 - 370+700).
- Palizada: Bifurcación con el río Usumacinta-laguna de Términos (0+000 - 88+000).
- San Pedro y San Pablo: Barra de San Pedro-bifurcación con el río Usumacinta (0+000 - 70+500).
- Macuspana: Confluencia con el río Tulijá-población de Macuspana (0+000 - 47+500) pequeñas embarcaciones.
- Tulijá: Confluencia con el río Macuspana-Km 35+000 (la población de Tulijá se encuentra en el Km 44+700).
- Tepetitán: Población de Tepetitán-confluencia de los ríos Macuspana y Tulijá (117+000 - 170+500).
- Chilapa: Desembocadura con el río Grijalva-Tepetitán (0+000 - 117+000).
- Grijalva tramo I: Todo es navegable.
- Grijalva tramo II: Tres Brazos-confluencia con el río Pichualco y Mezcalapa (0+000 - 91+000).
- Carrizal: Confluencias con el río Grijalva (0+000 - 35+000).
- Pichualco: Confluencia con el río Mezcalapa (0+000 - 15+000) en época de avenidas.
- Tacotalpa y De La Sierra: Confluencia con el río Grijalva (0+000 - 40+000)
- Teapa: Confluencia con el río Tacotalpa (0+000 - 27+000) época de avenidas
- González: Población El Espino-desembocadura del río de México (0+000 - 40+100).

Durante el recorrido de ríos, se lleva a cabo la identificación de terminales. Para el ejemplo, podremos mencionar:

Tenosique.- En la cabecera del municipio del mismo nombre, ocupa 2,098 km<sup>2</sup>, que equivale al 8.5% de la superficie estatal. Limita al sur y al este con Guatemala, al oeste con el municipio de Emiliano Zapata y el estado de Chiapas, mientras que al norte colinda con el municipio de Balancán.

En 1980, la población era de 85,000 habitantes, de los cuales 55,000 se asientan en la cabecera, que se localiza en la margen derecha del río Usumacinta.

La infraestructura educativa con que cuenta se compone de 12 jardines de niños, 25 primarias, 5 secundarias y 1 plantel del colegio de bachilleres.

Hay 2 centros hospitalarios, cuya capacidad en conjunto es de 19 camas, 14 médicos y 24 enfermeras.

El 80% de la población cuenta con agua potable y drenaje. El agua que se utiliza para el primero de estos dos servicios, proviene del río Usumacinta y es tratada en una planta potabilizadora; las aguas negras son vertidas al mismo río sin recibir ningún tratamiento. El servicio eléctrico alcanza al 90% de la población. Además hay servicio postal, telegráfico y telefónico.

La ciudad de Tenosique se encuentra a 210 km por vía carretera de la ciudad de Villahermosa.

Existe un servicio de autotransporte de pasajeros de primera clase, efectuándose ocho corridas diarias entre las siete y las diecisiete horas, uniendo a Tenosique con Emiliano Zapata, Macuspana y Villahermosa. También hay un servicio de segunda clase con seis corridas diarias entre las seis y las catorce treinta horas.

La intensidad que registran las lluvias en esta zona causa un fuerte deterioro en la carretera Tenosique-Emiliano Zapata, que la vuelve intransitable, lo que afecta severamente las actividades comerciales de la región. Ante esta situación, existiría una demanda asegurada para el sistema de navegación. Tenosique también es servida por el ferrocarril del sureste, el cual realiza dos corridas diarias en su ruta Coatzacoalcos-Mérida.

A partir de Tenosique existe comunicación fluvial con Canitzán, Escapilla, Centro Usumacinta. El servicio lo proporcionan tres lanchas de motor, pero además existe un chalán de cuatro pies de calado y un buen número de cayucos, que son utilizados por los habitantes ribereños para ir a localidades cercanas.

Balancán.- El municipio de Balancán limita al norte con el del Carmen (Campeche), al sur con el de Tenosique, al oeste con el de Emiliano Zapata y al este con la República de Guatemala.

La cabecera recibe el mismo nombre que el municipio; en ella el 100% de la población dispone de agua potable, drenaje, energía eléctrica. Los planteles educativos con que cuenta están asignados a los niveles siguientes: tres de preescolar, cuatro primarias, dos secundarias, 2 de bachillerato y tres escuelas técnicas y comerciales.

Hay un hospital regional "B", un hospital "A" y una clínica rural, que en conjunto totalizan cuarenta camas.

Las actividades económicas más importantes son la agricultura y la ganadería; el principal producto agrícola es el arroz; representando la producción municipal como el 60% de la estatal. La ganadería por su parte, produce aproximadamente 40,000 reses en pie cada año. Para comercializar los productos agrícolas, se hace a través de conasupo, que tiene una bodega a 5.5. km del río.

Durante muchos años, la navegación fluvial constituyó la única forma de transporte para el municipio, la cual decayó al construirse el ferrocarril del sureste y las primera carreteras. Al parecer, existen planes de construir puentes sobre los ríos Usumacinta y San Pedro, pero si no están bien planeados pueden constituir un obstáculo a la navegación, ya que en época de avenidas, su claro podría ser insuficiente para el paso de embarcaciones de mediano calado, por lo que sería conveniente estudiar este aspecto con mayor detalle.

Podemos concluir que, tanto los amplios recursos hidrológicos del municipio, como el nivel de actividad que registra su economía, existe la conveniencia (pudiendo ser necesidad) de considerar a la ciudad de Balancán como una de las terminales del sistema.

Emiliano Zapata.- Este municipio tiene una extensión de 510 km<sup>2</sup>, que es el 2% de la superficie estatal. Limita al norte con el estado de Campeche, al sur con el de Chiapas, al oriente con los municipios de Balancán y Tenosique y al poniente con el municipio de Jonuta.

En 1980 la población municipal era de 28,000 habitantes, de los cuales 22,000 están en la cabecera que tiene el mismo nombre.

La ciudad cuenta en el sector educativo con seis jardines de niños, siete primarias, cuatro secundarias y dos bachilleratos. Respecto a los servicios de salud, cuenta con 68 camas, 27 médicos y 51 enfermeras (ésto es entre instituciones públicas y privadas).

Se estima que la cobertura de los servicios de agua potable, alcantarillado y energía eléctrica es del 95%.

Entre los principales productos agrícolas del municipio, se cuentan el maíz, frijol, arroz, caña de azúcar y sandía.

De entre la producción pesquera con que se cuenta, podemos mencionar: Mojarra, Robalo y Carpa.

Por el monto de ventas, se puede considerar a la ganadería y al comercio como las dos actividades económicas más importantes.

La actividad industrial es de mediana importancia; se cuenta con un planta preconcentradora de leche, fábricas de hielo, purificación de agua, escobas, objetos de talabartería, mosaicos, blocks, tubos de cemento y otros materiales de construcción.

A la cabecera municipal, que se encuentra a 143 km de la capital del estado, se puede llegar por la carretera que une a Tenosique con la carretera Villahermosa-Francisco Escárcega. El servicio público de pasajeros de primera clase opera diariamente 17 corridas, el de segunda clase tiene 22 corridas diarias. Al igual que en otros casos, gran parte del municipio tuvo durante muchos años como única vía de acceso el río Usumacinta. En la actualidad, la navegación fluvial se ha visto superada por la rapidez y comodidad del transporte carretero; la primera de dichas características ha sido también muy importante para captar el tráfico de carga.

El gobierno municipal opera un servicio, que con algunas lanchas de motor, une a su cabecera con localidades como Chablé y Concepción. En virtud de que existen localidades ribereñas que no cuentan con una vía terrestre de acceso, sería bueno ampliar este servicio; por lo que también sería bueno ampliar el malecón, que además facilitaría el control de las inundaciones.

Jonuta.- Forma parte de la región de los ríos, ocupa una superficie de 1,101 km<sup>2</sup>; sus límites son: al norte y al sur los estados de Campeche y Chiapas, al este el municipio de Emiliano Zapata y al oeste los de Centla y Macuspana. La ciudad de Jonuta se localiza sobre la margen derecha del río Usumacinta, aguas abajo de su unión con el río San Antonio.

En 1983 su población municipal se estimaba en 21,000 habitantes, y en 5,000 habitantes en la ciudad. La oferta del servicio educación es de la siguiente manera: 2 planteles de nivel preescolar, 3 primarias, 1 secundaria, 1 bachillerato y 1 escuela técnica agropecuaria. Para los servicios de salud solo hay 9 camas en un centro de salud tipo "B". El 80% de las viviendas cuentan con agua potable y el 100% ha sido conectado a las redes de alcantarillado y de energía eléctrica.

La principal actividad económica del municipio es la ganadería, que ocupa casi el 80% de la superficie aprovechable; el otro 20% de la superficie aprovechable está destinada a la agricultura, siendo los principales cultivos: el maíz, frijol y arroz; siendo limitada esta última por las intensas lluvias y por el desbordamiento de los ríos de la región, que provocan pérdidas considerables en las cosechas.

La actividad industrial es mínima, solo se cuenta con algunas industrias, como el hielo, vidrio, queso y blocks de cemento.

No obstante que el municipio cuenta con 5 ríos y 60 lagunas factibles de aprovecharse para la pesca, esta actividad ha tenido un mínimo desarrollo debido a la carencia de embarcaciones, infraestructura pesquera y canales de comercialización, así como la escasa capacidad de organización de los pescadores.

A la altura de Jonuta, el río Usumacinta es navegado por cayucos, lanchas de motor y barcos de pequeño calado. El puente Usumacinta, localizado en las inmediaciones de la localidad de Chablé, impide la navegación de embarcaciones de gran calado; lo mismo sucede con otro puente que se encuentra a la altura de Balancán. El gobierno del estado ha contemplado establecer una ruta que uniría las ciudades de Frontera y Palizada, y dada la cercanía que existe entre esta última ciudad y Jonuta, se podría incorporar a ésta a la ruta en estudio.

El acceso terrestre a Jonuta es a través de la carretera Villahermosa-Emiliano Zapata, aunque hay que recorrer un tramo por un camino de terracería. Otro acceso es a través de Ciudad Pemex.

Por lo anteriormente expuesto, existe la necesidad de establecer un servicio de navegación adecuado que propicie la integración geográfica y económica del municipio.

Palizada.- Esta es otra de las ciudades que podría ser considerada como terminal del sistema de navegación. Tiene aproximadamente 10,000 habitantes, y es cabecera del municipio que tiene el mismo nombre.

Al norte, el municipio limita con el golfo de México, al sur con los municipios de Jonuta y Emiliano Zapata, al este se encuentra el municipio del Carmen, Campeche y al oeste los de Centla y Jonuta, Tabasco.

A nivel municipal, la principal actividad económica es la ganadería, posteriormente le siguen la agricultura y la pesca. Los principales productos agrícolas son el mango y el arroz.

La comercialización de los productos se realiza en Ciudad Del Carmen, Campeche; donde también se adquieren otras mercancías que requiere la población. La única vía de comunicación que existe entre ambas ciudades es el río Palizada, ya que el acceso terrestre es a través de Villahermosa y Frontera, lo que aumenta el tiempo de traslado y por consiguiente los costos. El recorrido en la segunda opción es aproximadamente de 370 km.

La ciudad de Palizada, donde estaría la principal terminal de la región, cuenta con

infraestructura básica adecuada para el tamaño y el nivel de actividad que tiene.

Para la impartición de servicios educativos se cuenta con un plantel para cada uno de los niveles comprendidos entre el preescolar y la preparatoria.

Para la prestación de servicios médicos se tiene un centro de salud tipo "B", cuya capacidad es de seis camas. El servicio de agua potable, alcantarillado y energía eléctrica es del 100%.

La ubicación de Palizada, con respecto a los ríos Palizada y Usumacinta, hizo que durante años fuera un centro de intercambio comercial muy importante, ya que una amplia zona, donde estaban incluidas Jonuta y Tenosique realizaba sus actividades comerciales a través de ella. El tráfico fluvial a que ello daba lugar se vió limitado por la construcción de la red carretera, parte de la cual es el puente Palizada, cuyo claro impide el paso de embarcaciones de gran calado.

La gran cantidad de cuerpos de agua hace junto con la extensa área de terrenos susceptibles de inundación que existe en la región, que aún exista un cierto tráfico fluvial entre Palizada y otras localidades de la región. El servicio que existe entre Palizada y Jonuta utiliza lanchas de motor, en tanto que la ruta más importante, que es la de Palizada-Ciudad Del Carmen, se opera con un barco de seis pies de calado y con capacidad de 50 pasajeros, que efectúa el recorrido dos veces a la semana.

Si se estableciera este sistema de navegación, el puente Palizada limitaría el tamaño de las embarcaciones a utilizar, a menos que con lanchas de motor se estableciera un enlace entre Palizada y Jonuta, logrando de esta manera unir los tráficos de los ríos Usumacinta y Palizada. Esta solución, técnicamente puede ser factible, aunque elevaría los costos del transporte.

Salto Del Agua.- Esta localidad, tiene aproximadamente poco más de 10,000 habitantes. Es cabecera del municipio del mismo nombre y se encuentra a orillas del río Tulijá, en el estado de Chiapas. Limita al norte con los municipios de Macuspana y Jonuta, al sur con los de Tumbalá y Palenque, Chiapas, al este con los de Catazajá y La Libertad,

Chiapas y al oeste con los de Macuspana, Tabasco, Tila y Cacahoatán, Chiapas.

En orden de importancia, las actividades económicas más relevantes son la ganadería, la pesca y la agricultura, aunque un porcentaje significativo de los habitantes del municipio son ocupados por Pemex.

El ferrocarril del sureste hace que la producción agropecuaria del municipio se comercialice en las ciudades de Palenque, Chiapas y Villahermosa, Tabasco.

El sistema educativo cuenta con 4 jardines de niños, 3 primarias, 1 secundaria y 1 preparatoria.

Para la atención médica se tiene un centro de salud con 8 camas, 3 enfermeras y 1 médico.

El agua potable, el alcantarillado y la energía eléctrica atienden al 100% de la población. Para el primero de estos servicios se tiene un manantial, del cual se extrae el agua que sin tratamiento previo, se suministra a la población.

Se puede tener acceso a la cabecera municipal por carretera, teniendo que tomar un camino de terracería; o bien por el ferrocarril del sureste, ya que una de sus estaciones está en dicha localidad.

El río Tulijá, a orillas del cual se encuentra la cabecera del municipio, cambia después de nombre al de Tepetitán y posteriormente al de Chilapa, uniendo su caudal al río Grijalva en la boca de Chilapa, a la altura de la laguna de El Viento. La profundidad del río cambia de 2.00 m en época de estiaje a 15.00 m en la de avenidas. El tráfico fluvial está integrado por algunas lanchas con motor y pequeños cayucos.

La cabecera del municipio no tiene mayor importancia dentro de la economía de la región y la frecuencia de los viajes que dentro de ella realiza la población es sumamente baja; por lo cual, no se considera rentable la ejecución de las obras de protección, ni la terminal respectiva; por lo que solo desde el punto de vista social se podría justificar su incorporación al sistema de navegación.

Macuspana, Ciudad Pemex y Tepetitán.- El municipio de Macuspana tiene una

superficie de 2,067 Km<sup>2</sup>, 8.4% del total estatal. Está limitado al norte por los municipios de Centla y Centro, al sur por el estado de Chiapas, al oriente por el municipio de Jonuta y al poniente por los municipios de de Jalapa y Tacotalpa.

Tomando en cuenta la ocupación que genera, puede considerarse a la ganadería como la actividad económica más importante del municipio, aunque su contribución al producto interno bruto de las entidades es de apenas el 1%; en cambio la actividad petrolera genera el 16% del producto interno bruto.

Dentro de este municipio se consideran tres localidades: Macuspana, Ciudad Pemex y Tepetitán. La primera de ellas es la cabecera del municipio, y tiene del orden de 40,000 habitantes; se localiza a orillas del río Macuspana. Ciudad Pemex tiene una población de 15,000 habitantes y se encuentra a orillas del río Chilapa y Tepetitán; tiene apenas 2,000 habitantes y se localiza en la margen del río del mismo nombre.

La infraestructura básica con que cuentan estas localidades es:

Macuspana: En nivel de educación cuenta con 1 jardín de niños, 6 primarias, 3 secundarias y 9 de bachillerato o equivalente. En servicios médicos tiene 60 camas, 50 médicos y 40 enfermeras. De agua potable y alcantarillado tiene servicio el 80% de la población, y el 100% el servicio de energía eléctrica.

Ciudad Pemex: Tiene para educación 2 jardines de niños, 2 primarias, 1 secundaria y 1 bachillerato o equivalente. Para servicios médicos tiene 58 camas, 54 médicos y 40 enfermeras. Finalmente el 100% de la población tiene servicio de agua potable, alcantarillado y energía eléctrica.

Tepetitán: Cuenta con 1 jardín de niños y 2 primarias para educación. En servicios médicos tiene 2 camas, 1 médico y 1 enfermera. Los servicios de agua potable y alcantarillado los tiene el 90% de la población y el 95% el de energía eléctrica.

Dentro del transporte que generan estas ciudades, la navegación fluvial ocupa un lugar destacado para Ciudad Pemex y Tepetitán. A la primera de estas dos ciudades llegan barcos provenientes de Puerto Rico, Panamá, Estados Unidos, Noruega y otros países en los que transportan insumos para Pemex. Aunque la capacidad promedio de las

embarcaciones es de 1,200 tons., únicamente llevan entre 600 y 700 tons., debido al azolvamiento que presenta el río Grijalva en su desembocadura. Adicionalmente existen en Ciudad Pemex aproximadamente 200 lanchas de motor y cayucos.

Es difícil considerar a Macuspana dentro del sistema de navegación, debido a que el río que lleva el mismo nombre no reúne las características necesarias; sin embargo en las márgenes de los ríos Chilapa y Tepetitán, existen numerosas comunidades que se beneficiarían con el establecimiento de un servicio organizado de navegación a partir de Ciudad Pemex y Tepetitán.

Villahermosa.- Es la capital del estado de Tabasco y cabecera del municipio Centro, el cual tiene una superficie de 2,019 Km<sup>2</sup>, 8% del total estatal. El municipio limita al norte con el de Centla, al este con el de Macuspana, al sur con los de Teapa y Jalapa, al oeste con los de Jalpa, Nacajuca y Cunduacán, quedando al suroeste el estado de Chiapas.

En 1980 el municipio Centro tenía una población de 298,000 habitantes, 200,000 de los cuales residían en la ciudad de Villahermosa.

De las 12,200 hectáreas que constituyen la superficie agrícola de la entidad, únicamente se aprovechan aproximadamente 6,300, de las cuales el 50% están destinadas al cultivo del plátano y el resto a productos diversos como cacao, mango, naranja, mamey, limón, tamarindo, maíz, frijol, arroz y pimienta.

En apoyo a las actividades agrícolas, se tiene una infraestructura de almacenamiento cuya capacidad alcanza las 112,785 toneladas, de las cuales el 51% corresponde al sector público. La demanda de productos básicos que existe en la cabecera del municipio hace que dicha capacidad de almacenamiento sea superada, por lo que volúmenes de graneles se quedan a la intemperie.

Para el desarrollo de la ganadería, se dispone de 101,400 hectáreas de pastos naturales, 50% de la superficie municipal. Ello permite alcanzar una importante producción anual que se canaliza en su mayoría, al centro del país.

La actividad industrial presenta un fuerte contraste entre la de carácter artesanal,

en donde es básica la participación familiar y la asociada a la extracción y transformación de energéticos.

El sector comercial ha tenido un desarrollo notable en los últimos años. En la ciudad de Villahermosa existen aproximadamente 5,900 locales comerciales, de los cuales más del 30% se dedica a la venta de alimentos.

En la infraestructura educativa destaca la existencia de la Universidad Autónoma Benito Juárez de Tabasco, del Instituto Tecnológico Regional de Villahermosa, así como de 2 escuelas de educación normal.

En sector salud cuenta con clínicas y hospitales que pertenecen a la Secretaría de Salud, al ISSSTE, al IMSS, Pemex, DIF y Cruz Roja, así como a instituciones estatales y municipales.

El crecimiento constante que registra la ciudad, dificulta la satisfacción de las necesidades de servicios como el agua potable, el alcantarillado y la energía eléctrica; sin embargo se estima que en los 3 servicios se ha alcanzado una cobertura que supera al 90%.

En el campo del transporte, Villahermosa tiene una importancia, que se debe a su ubicación geográfica y a la infraestructura de que dispone. Las carreteras que le unen con los estados de Veracruz, Chiapas y Campeche desempeñan una función no solo de carácter regional, sino inclusive nacional; dichas carreteras permiten, junto con las de carácter estatal, una muy buena comunicación en la entidad. Se cuenta para ello con un servicio de primera clase que atiende algunos municipios con corridas de paso, y un servicio de segunda clase que cubre 71 rutas. Villahermosa tiene comunicación por vía aérea con las ciudades de México, Guadalajara, Mérida, Acapulco, Oaxaca, Cancún y Tuxtla Gutierrez, así como con la de Houston en Estados Unidos. Además existe la sociedad cooperativa de transporte aéreo de Tabasco, que opera vuelos a distintas localidades en la entidad.

No obstante estar a orillas de un río, el Grijalba, el transporte fluvial tiene una importancia mínima para la ciudad, ya que solamente es utilizado por los habitantes de colonias y localidades aledañas; sin embargo, el desarrollo de una infraestructura adecuada permitiría estructurar un sistema eficiente a partir de Villahermosa.



Frontera.- El puerto de frontera es la cabecera del municipio de Centla y se localiza en la margen derecha del río Grijalba, a unos cuantos kilómetros de la desembocadura que, junto con el río Usumacinta, tiene en el golfo de México.

Tiene una extensión de 3,245 Km<sup>2</sup>, por lo que es el segundo más grande del estado de Tabasco. Al norte, el municipio limita con el golfo de México; al este con los municipios de Jonuta, Tabasco y Palizada, Campeche; al sur con los de Centro y Macuspana, Tabasco y al oeste con el de Paraíso.

La población del municipio es aproximadamente de 54,000 habitantes, de los cuales como 20,000 son de la ciudad de Frontera.

La agricultura constituye la principal actividad económica del municipio, a ella se destinan 10,000 hectáreas y el 45% de la población económicamente activa; los cultivos más importantes son el coco, el maíz y el frijol.

La ganadería da ocupación al 15% de la población económicamente activa.

Tanto en aguas marítimas como interiores se desarrolla la pesca, siendo las especies de mayor captura el camarón, ostión, robalo, bobo, mojarra y bandera.

La infraestructura educativa de Frontera comprende 6 primarias, 3 secundarias, 3 escuelas de capacitación para el trabajo y 1 colegio de bachilleres.

Para la prestación de servicios médicos se dispone de 9 clínicas de distintos niveles. La capacidad que todos ellos tienen es insuficiente, puesto que a ellos concurren los habitantes de casi todo el municipio.

Frontera se encuentra a 75 Km por carretera de Villahermosa y a 93 Km de Ciudad Del Carmen. Hacia ambas ciudades al igual que hacia localidades de la región, es posible viajar en autobuses de primera y segunda clase. Entre la infraestructura del transporte que incluye el puerto, también se encuentra un aeródromo .

Para la navegación fluvial, se cuenta con un muelle, que es adecuado para el tráfico que maneja, con embarcaciones de mediano calado, así como con un alto número de lanchas de motor que son utilizadas en la pesca. De esta forma, su localización geográfica y su papel dentro del contexto regional justificarian, junto con la infraestructura la inclusión

de Frontera dentro del sistema.

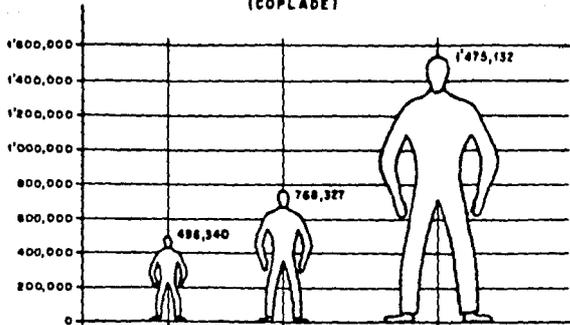
A continuación se presenta un resumen con las instalaciones existentes en los ríos en estudio, así como el número y tipo de embarcaciones que navegan sobre ellos.



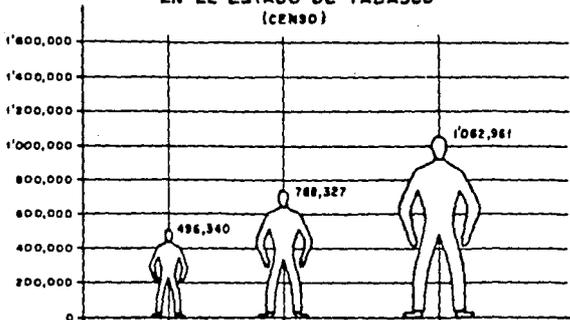


Como parte del estudio hidrológico, a continuación se presentan 2 cuadros de resumen de tirantes mínimos y máximos. Dichos tirantes dependen de las condiciones particulares de la sección, ésto es, de la profundidad y del ancho; por esta razón en algunas se presentan tirantes altos para gastos pequeños, y por el contrario, cuando las secciones son anchas, para gastos grandes se obtienen tirantes pequeños.

**EVOLUCION DE LA POBLACION  
EN EL ESTADO DE TABASCO  
(COPLADE)**



**EVOLUCION DE LA POBLACION  
EN EL ESTADO DE TABASCO  
(CENSO)**



VARIABLES DEMOGRAFICAS QUE SE REQUEREN PARA EL PRESENTE ESTUDIO.

NIVEL	VARIABLE	APLICACION
M A C R O	- POBLACION ESTATAL	- ESTIMACION DE LA DEMANDA, ACTUAL Y FUTURA, DE BIENES Y SERVICIOS.
	- POBLACION MUNICIPAL	- ANALISIS DE LA DENSIDAD DE POBLACION.
	- POBLACION URBANO-RURAL	- IDENTIFICACION DE LOS PUNTOS DE ORIGEN Y ESTUDIO DE LOS TRASLADOS DE LAS PERSONAS Y LAS MERCANCIAS.
M I C R O	- POBLACION POR LOCALIDAD	- CUANTIFICACION DE LOS USUARIOS POTENCIALES DEL SISTEMA DE NAVEGACION.

DIFERENCIA DE CRECIMIENTO DEMOGRAFICO ENTRE CENSO Y COPLADE

MUNICIPIO	1 9 7 0	1 9 8 0 (CENSAL)	TASA ANUAL 1970-80	1 9 8 0 ENCUESTA COPLADE	TASA ANUAL 1970-80
BALANCAN	28226	37099	2.77	41303	3.88
CARDENAS	78910	119235	4.21	126536	4.83
CENTLA	42882	53778	2.29	61968	3.75
CENTRO	163514	250903	4.37	295242	6.08
COMALCALCO	71438	101448	3.57	109686	4.38
CINTLACAN	44525	62796	3.50	68104	4.34
E. ZAPATA	11000	17147	4.54	17454	4.72
HUIMANGUILLO	70808	94240	2.90	96626	3.15
JALAPA	18557	23114	2.22	23788	2.51
JALPA	29799	39389	2.83	46497	4.55
JONITA	14481	18639	2.56	18578	2.52
MACUSPANA	74249	84287	1.27	92774	2.25
NACAJUCA	21806	29821	3.18	34112	4.58
PARAISO	30189	41252	3.17	45384	4.16
TACOTALPA	21277	25138	1.68	27971	2.77
TEAPA	20128	26376	2.74	28556	3.56
TENOSIQUE	26536	38299	3.74	40553	4.33
T O T A L	768327	1062961	3.30	1475132	6.74

EVOLUCION DE LA POBLACION EN EL ESTADO DE TABASCO

( COPLADE )

MUNICIPIO	1 9 6 0		1 9 7 0		TASA DE CRECIMIENTO 1960 - 70	1 9 8 0		TASA DE CRECIMIENTO 1970 - 80
	TOTAL	%	TOTAL	%		TOTAL	%	
BALANCAN	14584	2.9	26226	3.7	6.82	41303	2.8	3.88
CARDENAS	30158	6.0	78910	10.3	10.10	126536	8.6	4.83
CENTLA	32776	6.6	42882	5.6	2.72	61968	4.2	3.75
CENTRO	104798	21.1	163514	21.3	4.55	295242	20.0	6.08
COMALCALCO	49510	10.0	71438	9.3	3.65	109686	7.4	4.38
CINTLACAN	28004	5.6	44525	5.6	4.75	68104	4.6	4.34
E. ZAPATA	7473	1.5	11000	1.4	3.94	17454	1.2	4.72
HUIMANGUILLO	36699	7.7	70808	9.2	6.22	96626	6.5	3.15
JALAPA	16921	3.4	18557	2.4	0.93	23788	1.6	2.51
JALPA	22273	4.5	29799	3.9	2.95	46497	3.1	4.55
JONITA	11261	2.3	14481	1.9	2.55	18578	1.2	2.52
MACUSPANA	33354	10.7	74249	9.7	3.36	92774	6.3	2.25
NACAJUCA	18464	3.7	21806	2.8	1.68	34112	2.3	4.58
PARAISO	22743	4.6	30189	3.9	2.87	45384	3.1	4.16
TACOTALPA	16566	3.3	21277	2.8	2.53	27971	1.9	2.77
TEAPA	13796	2.8	20128	2.6	3.85	28556	1.9	3.56
TENOSIQUE	14558	2.9	26536	3.4	6.19	40553	2.7	4.33
T O T A L	496340	100.00	768327	100.00	4.46	1475132	100.00	6.74

En lo que se refiere al estudio económico, comentaremos lo siguiente:

Tomando en cuenta que entre 1960 y 1970 la población del estado de Tabasco creció al 4.5% anual y que durante la década siguiente se registraron fuertes inversiones en la entidad.

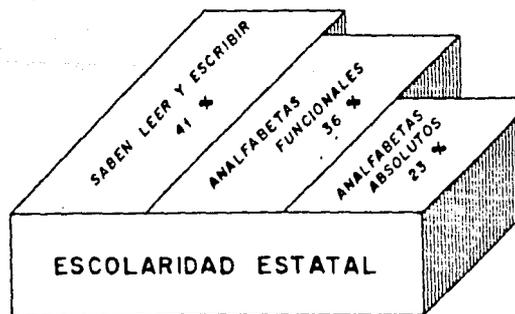
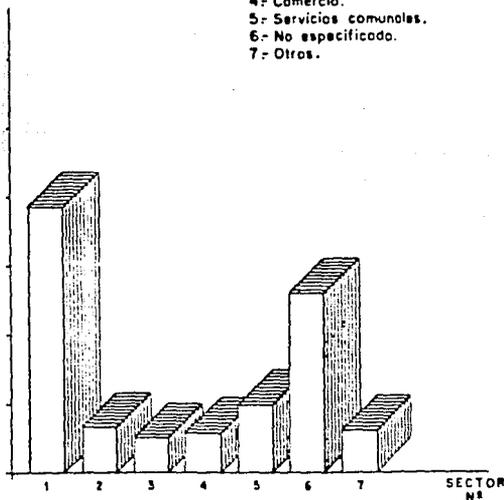
Como se comentó, los abundantes y variados recursos naturales de que dispone el estado de Tabasco, entre los cuales destacan los hidrocarburos, han dado lugar a un asombroso crecimiento de la población; así, los casi 500,000 habitantes que tenía en 1960, llegaron a 770,000 en 1970 y a 1'475,000 diez años después.

EVOLUCION DE LA POBLACION EN EL ESTADO DE TABASCO. ( CENSO )

MUNICIPIO	1 9 6 0		1 9 7 0		TASA DE CRECIMIENTO 1960 - 70	1 9 8 0		TASA DE CRECIMIENTO 1970 - 80
	TOTAL	%	TOTAL	%		TOTAL	%	
BALANCAN	14584	2.9	28226	3.7	6.82	37099	3.50	2.77
CARDENAS	30158	6.0	78910	10.3	10.10	119235	11.22	4.21
CENTLA	32776	6.6	42882	5.6	2.72	53778	5.05	2.29
CENTRO	104798	21.1	163514	21.3	4.55	250903	23.60	4.37
COMALCALCO	49910	10.0	71438	9.3	3.65	101448	9.54	3.57
QUINDUACAN	28004	5.6	44525	5.8	4.75	62796	5.91	3.50
E. ZAPATA	7473	1.5	11000	1.4	3.94	17147	1.61	4.54
HUIMANGUILLO	38699	7.7	70808	9.2	6.22	94240	8.86	2.90
JALAPA	16921	3.4	18557	2.4	0.93	23114	2.17	2.22
JALPA	22273	4.5	29799	3.9	2.95	39389	3.70	2.83
JONUTA	11261	2.3	14481	1.9	2.55	18639	1.75	2.56
MACUSPANA	53354	10.7	74249	9.7	3.36	84287	7.93	1.27
NACAJUCA	18464	3.7	21806	2.8	1.68	29821	2.80	3.18
PARAISO	22743	4.6	30189	3.9	2.87	41252	3.88	3.17
TACOTALPA	16568	3.3	21277	2.8	2.53	25138	2.36	1.68
TEAPA	13796	2.8	20128	2.6	3.85	26376	2.48	2.74
TENOSIQUE	14558	2.9	26538	3.4	6.19	38299	3.60	3.74
TOTAL	496340	100.00	768327	100.00	4.46	1062961	100.00	3.30

GRAFICA COMPARATIVA DE SECTORES PRODUCTIVOS EN TABASCO

- 1.- Sector primario.
- 2.- Industria manufacturera.
- 3.- Construcción.
- 4.- Comercio.
- 5.- Servicios comunales.
- 6.- No especificado.
- 7.- Otros.

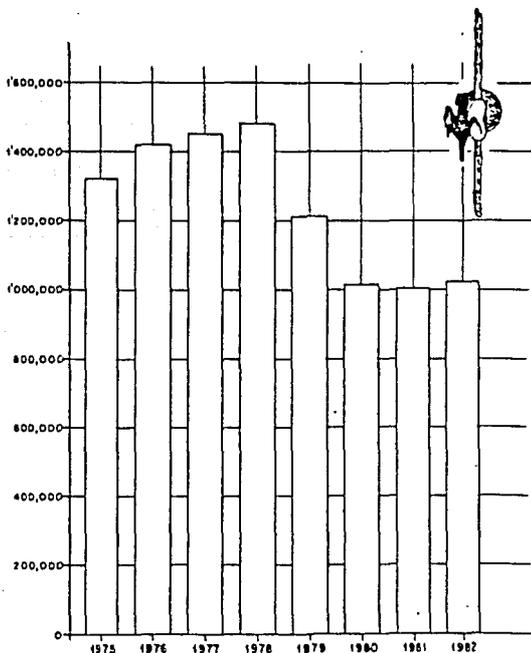


NIVELES EDUCATIVOS EN EL ESTADO DE TABASCO

**EVOLUCION DEL PROCESO DE URBANIZACION EN EL ESTADO DE TABASCO**

MUNICIPIO	POBLACION 1960			POBLACION 1970			POBLACION 1980		
	TOTAL	URBANA	%	TOTAL	URBANA	%	TOTAL	URBANA	%
BALANCAN	14585	2554	17.5	28226	6288	22.2	37099	9942	26.8
CARDENAS	30158	7195	23.8	78910	22950	29.0	119235	46740	39.2
CENTLA	32776	10876	33.1	42882	16556	38.6	53778	17747	33.0
CENTRO	104798	59027	56.3	163514	107912	65.9	250903	168356	67.1
COMALCALCO	49910	7745	15.5	71438	20574	28.7	101448	31550	31.1
CUNDUACAN	29004	-	-	44525	4397	9.9	62796	10047	16.0
E. ZAPATA	7473	3751	50.1	11000	6422	58.3	17147	10785	62.9
HUIMANGUILLO	38699	4537	11.7	70808	13712	19.3	94240	24314	25.8
JALAPA	16921	-	-	18557	-	-	23114	2912	12.6
JALPA	22273	5133	23.0	29799	4785	16.0	39389	9847	25.0
JORUTA	11261	-	-	14481	2746	18.9	18639	3485	18.7
MACUSPANA	53354	11132	20.8	74249	25507	34.3	84287	31523	37.4
NACATUCA	18464	2930	15.8	21806	-	-	29821	3698	12.4
PARAISO	22743	4094	18.0	30189	7561	25.0	41252	8292	20.1
TECOTALPA	16568	-	-	21277	-	-	25138	3469	13.8
TEAPA	13796	6770	49.0	20128	6534	32.4	26376	13346	50.6
TENOSIQUE	14558	6517	44.7	26538	11393	42.9	38299	16507	43.1
<b>T O T A L</b>	<b>496340</b>	<b>132261</b>	<b>26.6</b>	<b>768327</b>	<b>257337</b>	<b>33.5</b>	<b>1062961</b>	<b>412560</b>	<b>38.8</b>

**EVOLUCION DE LA PRODUCCION AGRICOLA DE TABASCO**



Los municipios que mayor dinámica registraron en el período 1970-1980, fueron: Centro (6% anual), su cabecera es Villahermosa, que es la capital del estado; Cárdenas (4.8% anual), ahí se encuentra el distrito de riego de la Chontalpa y algunos campos petroleros, su cabecera es Cárdenas, que es el segundo centro de población en la entidad; Emiliano Zapata (4.7% anual), es el municipio menos poblado de Tabasco, debido a que gran parte de su territorio es ocupado por selva sabana y cuerpos de agua.

POPULATION BY SEX AND AGE GROUP  
 IN 1970 BY STATE

MUNICIPIO	1960		1970			1970			
	TOTAL	URBANA	TOTAL	URBANA	S	TOTAL	URBANA	S	
BALBUENA	1459	1354	1725	2020	828	37.3	41203	1150	28.0
GAZDANA	3610	7101	21.0	7810	22850	29.0	126326	4600	36.2
ENTELA	2276	1026	33.1	4267	16550	38.0	01964	26654	23.0
EDRINO	54780	19027	34.3	60316	107912	63.0	293247	19137	67.1
COVICALD	49910	7261	15.3	7436	20174	29.7	90966	34122	37.1
CHIBANCAN	28001	-	0.0	45215	4387	9.9	60104	10921	18.2
L. JAPATA	7473	3751	50.1	11880	6412	53.3	17454	10000	62.0
MUJUNQUELLO	36895	4137	11.7	90825	15212	16.2	86620	27953	29.0
JALPA	16821	-	0.0	18515	-	0.0	23798	3011	12.6
JALPA	22278	8123	22.0	29790	4763	16.0	46487	11623	25.0
JONATA	11261	-	0.0	16681	2764	16.9	18370	3493	18.7
MOZAFAN	33354	11332	20.0	74749	25527	34.3	92774	34790	37.4
MACAREJA	18444	2330	15.0	27806	-	0.0	34122	4266	12.4
PAMALISO	22743	6091	18.0	30190	7161	23.0	43364	9181	28.1
TACOTALPA	16160	-	0.0	21271	-	0.0	27921	3875	13.8
TLAPA	13796	6770	49.0	29220	6534	22.4	28356	16681	28.0
TENEXIQUE	14538	6377	44.7	26330	13393	47.0	40533	15511	43.1
T O T A L	496340	132761	26.6	768227	257337	33.5	1475132	432660	29.3

REPARTICION DE LA P.O.P.

EL ESTADO DE OAXACA DE JUZGADO

MUNICIPIO	P. E. A.	SECTOR PRIMARIO	INDUSTRIA AGRICULT.	COMERCIO SERVICIOS	CONSTRUCCION	SERVICIOS DOMESTICOS	NO CLASIFICADOS	OTROS	TOTAL
BALBUENA	12007	37.28	2.35	3.96	4.17	7.81	27.72	2.81	100.00
GAZDANA	35775	38.41	5.63	4.20	6.32	6.36	28.93	5.43	100.00
ENTELA	16960	57.83	5.04	2.63	4.40	3.02	18.76	3.10	100.00
EDRINO	67651	16.70	8.80	6.80	10.10	15.32	33.22	9.26	100.00
COVICALD	20642	61.91	7.18	4.72	5.43	7.40	21.24	5.12	100.00
CHIBANCAN	18176	53.32	5.18	4.13	4.00	5.60	24.51	3.22	100.00
L. JAPATA	5499	29.70	7.32	9.38	9.82	13.24	25.82	6.06	100.00
MUJUNQUELLO	27153	64.80	6.41	4.31	4.47	4.80	28.29	4.88	100.00
JALPA	7006	34.11	0.41	5.04	4.18	5.54	21.87	3.25	100.00
JALPA	11723	49.15	5.18	4.89	4.37	6.44	21.34	2.84	100.00
JONATA	5880	70.12	3.82	2.27	3.35	3.36	12.76	2.84	100.00
MOZAFAN	23544	42.38	6.93	4.72	4.67	7.46	27.83	5.91	100.00
MACAREJA	9326	46.43	7.33	6.53	3.94	5.46	28.53	2.24	100.00
PAMALISO	15040	42.76	9.87	5.64	5.83	6.37	16.39	7.51	100.00
TACOTALPA	8951	58.62	3.68	2.87	2.78	3.24	29.81	1.56	100.00
TLAPA	7918	22.51	4.34	5.93	7.28	2.21	55.53	5.29	100.00
TENEXIQUE	11580	43.81	3.97	3.36	3.34	3.79	21.82	4.47	100.00
T O T A L	327621	38.82	6.82	5.00	6.30	9.37	24.00	5.61	100.00

PROYECTO DE LEY PARA LA REFORMA DE LA CONSTITUCION

DEL ESTADO DE OAXACA

ESTADOS	P.O.P. total		P.O.P. por sexo			
	MILLONES DE PERSONAS	%	VARONES	MUJERES		
REPUBLICA MEXICANA	4 276 490	100.00	83 644	100.00		
1 Aguascalientes	25 967	0.61	28	31 078	81.3	19
2 Baja California	81 862	1.91	16	78 221	312.3	5
3 Baja California Sur	18 022	0.42	32	81 317	129.1	1
4 Campeche	22 764	0.53	30	81 108	90.3	4
5 Coahuila	131 341	3.06	8	81 684	177.0	9
6 Colima	29 237	0.69	29	84 372	109.0	9
7 Durango	112 136	2.64	17	53 861	84.1	18
8 Guanajuato	122 636	2.87	31	47 279	89.1	12
9 Guerrero Negro	1 876 657	44.34	1	119 952	186.1	17
10 Guerrero	36 147	0.85	25	31 427	81.0	20
11 Guerrero	35 687	0.83	7	43 344	88.0	24
12 Guerrero	21 848	0.51	19	33 092	52.1	30
13 Hidalgo	68 836	1.61	18	43 315	71.5	23
14 Jalisco	278 918	6.52	3	84 962	102.4	15
15 Jalisco	418 252	9.78	7	59 481	87.4	35
16 Jalisco	320 623	7.66	12	24 499	34.5	23
17 Jalisco	55 342	1.32	22	34 376	48.5	15
18 Jalisco	31 492	0.76	26	43 135	68.0	24
19 Jalisco	232 722	5.50	3	121 802	166.3	3
20 Oaxaca	39 722	0.94	19	23 191	37.4	30
21 Oaxaca	120 347	2.86	3	38 184	66.0	26
22 Oaxaca	55 746	0.92	23	54 393	86.1	16
23 Oaxaca	16 228	0.38	31	41 796	100.0	10
24 San Luis Potosi	35 427	0.83	27	33 472	52.4	29
25 Queretaro	102 236	2.41	19	54 912	86.5	17
26 Queretaro	104 806	2.45	16	68 701	110.3	9
27 Tamaulipas	121 477	2.85	10	106 510	170.5	9
28 Tamaulipas	188 806	4.43	8	79 552	123.8	7
29 Veracruz	336 878	7.91	37	32 378	55.0	29
30 Veracruz	102 764	2.42	4	49 578	78.0	24
31 Veracruz	52 648	1.25	23	43 143	77.8	23
32 Veracruz	31 796	0.76	24	27 762	43.3	23
33 Aguas Tercaterales	42 367	0.99	24	-	-	33

El proceso de urbanización en Tabasco, ha sido en forma peculiar, ya que en algunos municipios ha sido sumamente rápido (Teapa, Tacotalpa y Jalapa), mientras que en otros es casi inexistente (Centla, Jonuta y Paraiso). Los tres municipios indicados como de rápida urbanización, se localizan en la zona que comprende el estudio ya que por ellos corren los ríos Teapa y Tacotalpa.

La participación que tiene el estado de Tabasco dentro del producto interno bruto del país (3%) es un claro reflejo de la intensa actividad económica de la entidad; su producto interno bruto per cápita es el segundo en el país, solo por debajo del Distrito Federal.

En 1980, el 31% de la población total de Tabasco se encontraba en edad económicamente activa. los municipios que captan los más altos porcentajes de ella eran los de Centro (25.2%), Cárdenas (10.9%) y Comalcalco (8.7%)

PRODUCCION MAIZ EN LOS PRINCIPALES ESTADOS

(TONELADAS)

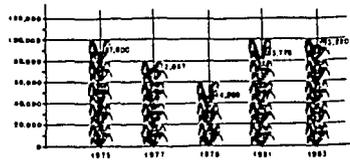
ESTADO	1975	1976	1977	1978	1979	1980	TOTAL	(1)
AM	819	800	472	251	25	11	1384	6.17
AS	321	120	1617	161	113	81	2114	6.29
B	-	2100	867	379	34	130	3649	10.41
C	-	1930	1019	969	221	167	3976	11.71
CD	2167	300	1604	319	30	167	4679	13.79
CM	6118	300	610	319	64	116	7899	23.06
CU	251	-	95	71	15	33	465	1.37
CH	2011	380	378	213	67	130	3083	9.17
CL	-	-	95	300	8	114	487	1.49
CO	303	-	189	56	15	69	627	1.86
CA	-	-	472	213	23	97	804	2.37
CD	-	-	167	71	15	179	432	1.25
CE	-	-	756	107	27	114	1104	3.23
CF	128	-	95	71	8	-	302	0.88
CG	-	-	95	107	15	56	373	1.09
CH	377	-	378	213	27	69	1034	3.06
TOTAL	17569	8000	9655	5510	750	1675	33949	100.00
(1)	31.81	13.67	17.85	10.46	1.27	4.79	100.00	

EVOLUCION DE LA PRODUCCION MAIZ EN TAMAUCO

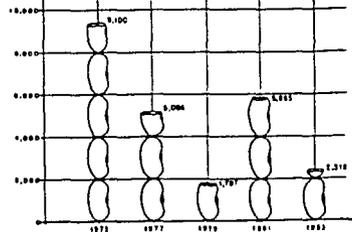
(TONELADAS)

ESTADO	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
BALCANIA	3000	3000	2301	2113	2694	8801	9740	6500	12569
(1)	(47.28)	(51.29)	(42.54)	(39.87)	(54.87)	(31.33)	(34.36)	(21.33)	(37.67)
CHICHO	1200	1610	900	613	858	7678	2673	434	6000
(1)	(18.01)	(16.58)	(18.12)	(13.89)	(18.12)	(24.78)	(14.93)	(1.01)	(10.67)
LINCH	800	830	693	474	601	8100	6007	1880	9615
(1)	(12.01)	(10.94)	(13.01)	(10.12)	(16.87)	(31.36)	(33.57)	(47.84)	(27.86)
MAHET	600	500	4300	1470	2100	2271	3250	3680	3630
(1)	(8.86)	(6.14)	(77.86)	(13.74)	(4.20)	(8.20)	(13.74)	(11.81)	(10.43)
TAMAUCACO	3450	3700	3687	990	1600	640	1800	1800	750
(1)	(5.44)	(4.97)	(5.18)	(2.86)	(4.18)	(1.90)	(3.33)	(3.23)	(2.20)
AGRICULTA	8000	8000	6500	3630	4910	830	1550	1550	6615
(1)	(10.44)	(7.83)	(11.33)	(9.71)	(16.85)	(3.27)	(16.99)	(5.18)	(4.79)
TOTAL	63450	76150	54993	42118	45636	28416	25455	30514	32643
(1)	(100.00)	(100.00)	(100.00)	(100.00)	(100.00)	(100.00)	(100.00)	(100.00)	(100.00)

EVOLUCION DE LA PRODUCCION DE MAIZ



EVOLUCION DE LA PRODUCCION DE FRIJOL



PRODUCCION MAIZ EN LOS PRINCIPALES ESTADOS

(TONELADAS)

ESTADO	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
AM	8162	3193	3286	6323	4489	6362	6377	5172	8322
(1)	(6.42)	(5.01)	(5.24)	(2.91)	(3.53)	(5.23)	(6.23)	(5.75)	(9.16)
AS	910	611	509	804	1987	2707	3865	5619	2219
(1)	(0.48)	(0.63)	(0.53)	(0.73)	(0.73)	(0.57)	(0.57)	(0.51)	(0.23)
B	2900	2400	8187	1762	2300	3181	7542	1194	24733
(1)	(2.35)	(1.84)	(8.44)	(0.13)	(0.18)	(0.29)	(0.78)	(1.37)	(2.41)
CD	116736	136647	132782	127182	128433	108122	86736	97678	84524
(1)	(86.21)	(88.73)	(81.04)	(82.54)	(82.18)	(88.84)	(81.57)	(86.47)	(81.57)
CM	2494	36107	18789	29378	31032	28742	22900	21557	26154
(1)	(0.19)	(0.51)	(0.18)	(0.21)	(0.24)	(0.24)	(0.24)	(0.24)	(0.55)
CU	-	-	375	410	410	390	355	380	317
(1)	(0.00)	(0.00)	(0.02)	(0.02)	(0.03)	(0.03)	(0.03)	(0.03)	(0.03)
CH	3700	29018	16779	27862	19938	31337	22900	31381	51830
(1)	(0.33)	(1.03)	(0.17)	(0.48)	(0.25)	(0.93)	(0.68)	(0.92)	(15.91)
TOTAL	153089	142720	145208	148184	142494	121676	109122	120182	124790

PRODUCCION MAIZ EN LOS PRINCIPALES ESTADOS

(TONELADAS)

ESTADO	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
BALCANIA	2957	630	1825	-	-	-	-	-	4967
CAJONAS	4137	64	921	4842	61679	7711	11561	61732	1318
CD	1633	30	-	-	-	8114	-	9827	871
CH	3777	76	-	22	-	397	15520	35223	488
CHICHO	3141	37	-	9532	-	4738	-	17949	144
CD	8051	151	-	7518	-	-	29559	62771	356
CD	3281	81	3630	-	-	-	-	7930	88
HERMOSELLO	6659	35	-	963	60643	-	-	43316	163
JALAPA	1674	20	-	-	-	-	-	1704	16
JALPA	2837	37	-	2278	-	-	1341	-	6442
JONAPA	3194	81	1012	-	-	-	-	-	3690
MICHOACAN	3662	141	841	-	-	-	-	-	4744
MICHOACAN	1927	191	-	-	-	209	3768	5862	648
PANAMA	4234	12	-	183	-	8357	14732	21879	2108
TAMAUCACO	4191	481	-	-	18240	-	-	2482	2916
TAMAUCO	1631	-	221	-	-	-	67342	68417	572
TAMAUCO	1981	230	-	110822	-	-	-	110131	1079
TOTAL	63271	2319	24733	26181	846794	31832	189642	124122	100.00
(1)	7.69	0.10	2.63	2.15	61.70	2.61	15.62	100.00	

Junto con la extracción de hidrocarburos, la agricultura es la actividad económica más importante de Tabasco, aunque como resultado del proceso de urbanización y de la creciente utilización de tierras para perforación de pozos petroleros, la producción agrícola ha decrecido.

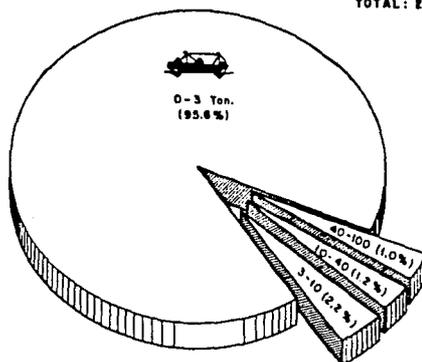
Algunas de las regiones del estado desarrollan una actividad agrícola con uso intensivo de capital (maquinaria, riego, semillas mejoradas, fertilizantes, etc.), mientras que en otras persisten las técnicas rudimentarias y cultivos de temporada. Esta dualidad se refleja en la ocupación de mano de obra. Así por ejemplo, en el municipio de Cárdenas el 11% de la población económicamente activa está dedicada al sector primario; no obstante lo cual es el municipio con mayor producción agrícola (53.2%). Un caso similar es el que ocurre en Tenosique, para el cual los valores antes señalados son: 4 y 10.8, respectivamente.

También dentro de los productos existe una clara división, ya que por un lado se tienen los cultivos perennes (cacao, caña de azúcar, coco, plátano, etc.), y por otro lado los de ciclo corto (maíz, frijol, arroz, etc.). Estos últimos están destinados básicamente al autoconsumo, por lo que generan necesidades de transporte, salvo en aquellos casos en que como el maíz, es necesario complementar la producción estatal con importaciones. De los cultivos perennes, la caña de azúcar y el plátano son los más importantes. El primero se procesa en los ingenios que se localizan en los municipios de Cárdenas (Santa Rosalía), Tacotalpa (Dos Patrias), Jalapa (Benito Juárez) y Tenosique (Hermenegildo Galeana). El plátano es llevado a plantas en las que una parte es seleccionado y empacado para exportación, destinándose el resto al mercado nacional.

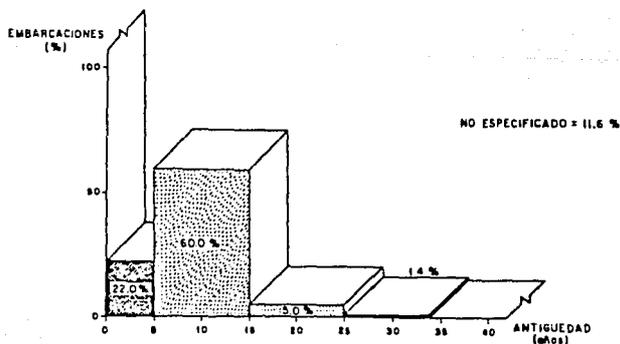
Además existen algunos otros frutos, como son la naranja, el mango, el limón, el mamey, el tamarindo y el aguacate, los cuales han registrado en los últimos años un comportamiento irregular en sus volúmenes de producción. De los productos anteriores, los cítricos resultan ser los de mayor producción (65% en 1983), siendo Cuauacán, Comalcalco, Centro y Centla los municipios que mayor participación tienen dentro del volumen total de estos frutales.

AÑO	BOVINO	PORCINO	OVINO
1974	1 237 023	256 630	7 906
1975	1 281 626	272 489	9 036
1976	1 333 163	286 650	10 479
1977	1 380 000	300 000	12 000
1978	1 380 000	364 000	12 000
1979	1 500 000	364 000	14 000
1980	1 500 000	364 000	15 000
1981	1 650 000	416 123	20 000
1982	1 650 000	420 000	20 000
1983	1 720 720	436 254	31 990

TOTAL: 2815 EMBARCACIONES.



COMPOSICION DE LA FLOTA PESQUERA DE TABASCO DE ACUERDO A SU TONELAJE NETO.



ANTIGUEDAD DE LA FLOTA PESQUERA DE TABASCO

A diferencia de la agricultura, la ganadería ha tenido un crecimiento, que aunque reducido, ha sido constante. Las especies que mayor desarrollo han logrado son la porcina y ovina, lo cual se debe a que su precio de venta se ha incrementado con mayor rapidez que el del ganado bovino. De este último, la principal aportación corresponde a los municipios de Balancan (19%), Macuspana (15%), Tenosique (13%) y Centro (12%).

No obstante que en décadas pasadas Tabasco ocupa un lugar destacado dentro de la producción forestal del país, en 1984 produjo únicamente 0.1% del volumen maderable y el 0.4% del no maderable. Ello se debe principalmente a la tala inmoderada que durante muchos años caracterizó a la actividad forestal de la entidad (entre 1960 y 1970 la superficie de selva se redujo en aproximadamente un 75% y hoy en día ocupa menos del 5% de la superficie estatal); por lo anterior, resulta comprensible que las maderas preciosas como la caoba, el cedro, la primavera y el macuilís prácticamente se hayan extinguido, y actualmente solo se encuentran maderas de las llamadas "duras", como son el tinto, el pucté, el volador y el amargoso.

Aproximadamente un 40% de la superficie estatal (24,661 Km<sup>2</sup>) está ocupado por los ríos y lagunas interiores. Adicionalmente se tienen 185 Km de litoral y 3,285 Km<sup>2</sup> de plataforma continental, todo lo cual hace que las condiciones naturales para el desarrollo de la pesca sean sumamente propicias. Las especies marinas de agua dulce que se localizan en la entidad son sumamente variadas; no obstante lo anterior, la pesca ha tenido hasta ahora un desarrollo precario, debido a que la infraestructura de refrigeración y procesamiento es insuficiente, al igual que el apoyo técnico y financiero.

Como es natural, la escasa actividad pesquera se refleja en el tamaño y composición de la flota. Así se tiene que el 98% de ella corresponde a las embarcaciones menores; el 95.6% de la capacidad total de las embarcaciones lo representan las menores. Otra característica de la flota es su antigüedad, el 60% de las embarcaciones tienen entre 5 y 15 años.

Considerando además que el 54.6% de las embarcaciones menores utilizan como medio de propulsión los remos, puede decirse que la navegación fluvial se utiliza tanto para

**Llevar a cabo actividades pesqueras en pequeña escala, como para efectuar traslados a cortas distancias, lo que en un momento dado puede limitar la demanda del sistema de transporte.**



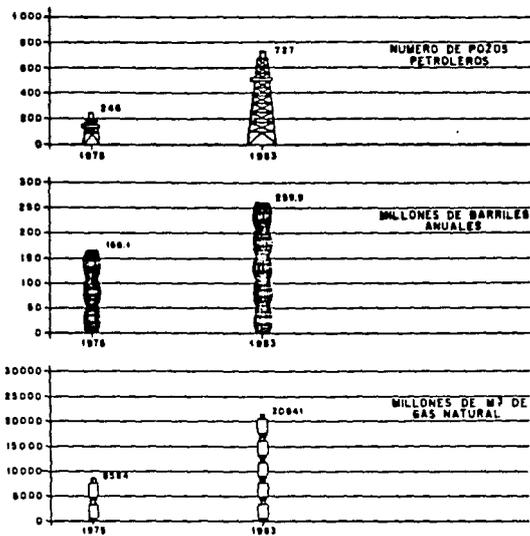


Fig. 5.3 CARACTERÍSTICAS DE LA ACTIVIDAD PETROLERA EN TABASCO.

La extracción y transformación del petróleo y gas constituyen la actividad económica de mayor valor monetarios de Tabasco, y es al mismo tiempo la que ha registrado el mayor crecimiento. Todos estos datos están referidos al estado de Tabasco, por lo que no se consideran los de aquellos campos petroleros que formando parte de su zona de influencia, pertenecen a otro estado, tal es el caso de Cactus y Reforma, los que tanto por su ubicación geográfica como por sus vías de comunicación están más ligados a Tabasco que a Chiapas.

Además de los pozos de extracción, la infraestructura de los hidrocarburos incluye un alto número de baterías para la separación de gas, petróleo y agua; tanques de almacenamiento y líneas de conducción.

Pemex, para facilitar el desarrollo de su actividad, la cual incluye el traslado de grandes volúmenes de tubería, maquinaria y equipo, además del personal respectivo ha establecido un amplio sistema de navegación fluvial, el cual ha permitido abatir en forma importante los costos de transporte. En virtud de ello, se podría plantear la posibilidad de establecer algún tipo de convenio mediante el cual dicho organismo construya obras de protección y muelles en los ríos que utiliza, o bien realizar una aportación para el establecimiento de un servicio público que beneficie a la población.

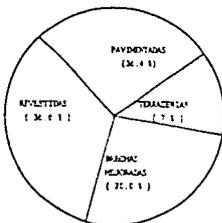
**ANÁLISIS DE UTILIZACIÓN, CAPACIDAD DE LAS  
ACTIVIDADES PRODUCTIVAS  
(1980-81)**

	EMPLEO CARRETERO		SUPERFICIE ESTADAL (No. <sup>2</sup> Km <sup>2</sup> )	DENSIDAD DE CARRETERO (No. / Km <sup>2</sup> )	LUGAR
	(No.)	LUGAR			
AGENCIALES/ENTRÉS	2 873	20	3 389	0.87	4
B. CALIFORNIA	8 676	17	76 712	0.96	24
S. CALIFORNIA BUS	3 871	27	73 477	0.87	27
CAMPESIN	3 326	26	56 114	0.86	28
CONVULSA	9 962	9	151 571	0.86	30
COLOM	1 513	31	5 453	0.28	7
CHILANAS	10 193	6	73 887	0.14	15
DIVULSIVA	9 381	11	287 887	0.64	32
DISTRITO FEDERAL	166	32	5 498	0.09	25
ELIMINADO	8 699	13	179 448	0.07	23
GUANAJUATO	8 837	12	38 689	0.18	18
GUERRERO	8 796	12	63 794	0.14	16
HIDRALIZ	6 175	19	29 887	0.29	5
JALISCO	10 847	8	86 137	0.12	20
MEXICO	8 656	14	21 861	0.40	3
MICHUACAN	10 137	7	59 884	0.17	12
MORELOS	2 366	26	4 881	0.47	2
MURCIANO	2 881	28	27 621	0.10	22
NEUQUEN	6 416	18	64 535	0.10	23
OLANCA	11 860	3	81 364	0.12	19
PUEBLA	1 377	13	33 812	0.21	8

**ANÁLISIS DE COMPETENCIA ENTRE PRODUCTOS Y SECTOR DE  
TRANSPORTE**

PRODUCTO	SECTOR DE TRANSPORTE			
	CARRETERO	FERROVIARIO	FLUVIAL	AEREO
ALIMENTOS EMPACADOS	*			*
ARTICULOS	*			
CAJONES	*	*		
FRUTALES	*			
CAÑA DE AZÚCAR	*	*	*	
GANADERIA	*			
CARNE EN CANAL	*	*	*	
ALFARZ	*	*	*	
FERTILIZANTES	*	*	*	
MAQUINA	*	*	*	
MAQUINA SILICA	*	*	*	
CEMENTO	*	*	*	
CAJAS	*	*	*	
PIEDRA	*	*	*	
TUBERÍA	*	*	*	
INDUSTRIAL	*	*	*	
PROD. INDUSTRIALES	*	*	*	
HUEVOS	*			*
TEJAS	*			*
ELECTRODOMESTICOS	*			*
CRISTALERÍA	*			*
PROD. QUIMICOS	*			*

**COMPOSICIÓN DE LA BDT PARAGUAY  
EN 1980-81**



**LEGENDA  
TOTAL  
1.000.000**

Sobre el sistema integral del transporte, para el ejemplo, se mencionará algo para dar una idea al respecto.

A diciembre de 1984 la red carretera de Tabasco estaba integrada por 5,036 Km, lo que situaba a la entidad en el lugar número 23 de la República. Si bien ello pudiera dar idea de que Tabasco se encuentra sumamente rezagado con respecto al resto de los estados, al referir la longitud antes señalada a la superficie de la entidad, se obtiene un indicador de 0.20 Km/Km<sup>2</sup>, superior al promedio nacional, que es de 0.11 Km/Km<sup>2</sup>, lo que, sobre este indicador, le daría el noveno lugar del país. Más aún, si se toma en cuenta que el 40% de la superficie de Tabasco está ocupada por ríos y lagunas, se tendría una densidad carretera de 0.34 Km/Km<sup>2</sup>, equivalente al quinto lugar nacional.

También, en términos cualitativos, la red carretera de Tabasco es superior al promedio del país, ya que su composición, comparada con los valores nacionales, tendría los siguientes:

Tipo de Carreteras	Tabasco (%)	Nacional (%)
Pavimentadas	36.40	32.00
Revestidas	36.60	47.00
Brechas Mejoradas	20.00	13.70
Terracerías	7.00	7.30

La intensa actividad económica de Tabasco ha dado lugar a un rápido crecimiento del tránsito en sus carreteras. Entre 1977 y 1983, el número de vehículos que circulaba por la red federal creció a un ritmo de entre el 8 y el 13% anual.

La construcción del ferrocarril del oeste puso fin al aislamiento geográfico en que se encontraban tanto Tabasco como el sureste en general. La línea ferrea antes mencionada une a la ciudad de Coatzacoalcos, Ver. con la de Mérida, Yuc., contando para ello con 103 estaciones, 30 de las cuales se localizan dentro de los límites de Tabasco, entidad por la que corren 267 de los 880 Km que separan a ambas ciudades. De la ciudad de Mérida se

desprenden ramales a Progreso (32.3 Km), Peto (152.8 Km), Sotuta (56.8 Km) y Tizimin (177.2 Km); a partir de esta última ciudad sale un ramal más a Valladolid, que tiene una longitud de 36.1 Km.

El balance entre los tráficos emisor y receptor de las estaciones ferroviarias de Tabasco es favorable al segundo de ellos en aproximadamente un 55%; existiendo una fuerte concentración del tráfico receptivo en la estación Roberto Ayala (75% del total), en tanto que el 85% del tonelaje de emisión es manejado por las estaciones Macuspana y Zanapa. En términos de los productos emitidos, la situación tiende a ser similar, ya que la arena sílica y el cemento representan el 82% del volumen total. Con base en los desequilibrios existentes entre emisión y recepción, entre estaciones y entre productos; puede afirmarse que existe una cantidad significativa de movimientos unidireccionales, lo que dá lugar a regresos en vacío y por consiguiente a incrementos en los costos del transporte.

LOCALIZACION DE LAS OBRAS PROPUESTAS. (Globales)

TIPO DE OBRA RIO	MUELLES Y ATRACADEROS	CORRE DE MEANDROS	DRAGADOS
USUPACUYA	EXISTENTE	258 + 000	195 + 500
	EALANCAN E. ZAPATA JONUA		251 + 000
PALIZADA	EXISTENTE EN PALIZADA	—	—
SAN PEDRO Y SAN PABLO	—	—	1 + 000
PACLEPANA	—	—	—
TULUA	—	—	—
REPETTAN CHILAPA	EXISTENTE EN EL BAYO	—	—
TACOTALPA	—	3 + 000 5+500-20+000	40 + 000

NOTA . En los ríos existen algunos bajos, donde se requiere una profundización del cauce (encauzamientos) o protecciones marginales. La localización exacta remueve de un levantamiento de detalle de los cauces. Por esta razón no se incluyen en esta tabla.

**Para dar una breve idea de los resultados a obtener, a continuación se pone un cuadro de localización de obras requeridas en el sistema de navegación del ejemplo.**

Como conclusiones en el ejemplo, podemos mencionar lo siguiente:

En el recorrido de los ríos, se detecta la extensa red de caminos que existe en el estado, muchos de los cuales están alojados en la ribera de los ríos; esta situación hace que en la actualidad, el sistema fluvial sea poco atractivo para el transporte. Entre los ríos que tienen carretera marginal, están principalmente, el río Teapa, Tacotalpa, Macuspana, Carrizal y Grijalva.

El río que tiene mayor longitud navegable es el Usumacinta; y el de menor es el Pichucalco.

Cuando en los ríos existen avenidas extraordinarias, se depositan grandes troncos en los cauces, los que constituyen un obstáculo para la navegación; destacan por ello los ríos Tacotalpa, Teapa, Pichucalco y Palizada.

De las once poblaciones donde es factible la existencia de terminales fluviales, siete cuentan con transporte fluvial mediante lanchas o barcas de hasta tres pies de calado. Las otras cuatro que no cuentan con ese transporte, se debe a que cuentan con buenos accesos carreteros o a que las características del cauce son desfavorables, como es el caso de Salto De Agua, Macuspana y Balancán. En todas las poblaciones antes citadas, el ferrocarril es importante.

La existencia de infraestructura fluvial, muelles y atracaderos es muy deficiente en casi todos los ríos; los que cuentan con ese servicio son Frontera, Palizada y Ciudad Pemex (El Bayo), las demás terminales cuentan solo con atracaderos rústicos mediante troncos empotrados y, Balancán, Macuspana, Tepetitán y Salto De Agua no cuentan con ninguno de estos servicios.

Se observó que la variación de los gastos y los tirantes entre sección y sección es relativamente pequeña; ésto se debe a que la cuenca regulariza mucho a los escurrimientos. La variación de los tirantes se debe prácticamente a las variaciones de la sección del río y no al gasto de ingreso. Todas las aportaciones al río Grijalva, hacen que sea navegable a lo largo del año; en cambio el río Pichucalco no se recomienda como vía fluvial, ya que tiene tirantes muy bajos.

Aunque en general, los ríos tienen tirantes aceptables a lo largo del año, y por lo tanto son recomendables para la navegación fluvial, si se desea incorporarlos al sistema de transporte, es necesario realizar algunas obras para hacer más eficiente al transporte. Las principales obras propuestas son: la construcción de muelles y atracaderos en las terminales propuestas y acondicionar las del puerto de Frontera, Palizada y Ciudad Pemex. Otras propuestas son los cortes de meandros, los dragados y encauzamientos.

También podemos concluir que la ingeniería nos proporciona las herramientas necesarias para poner en funcionamiento un sistema como el que comprende este estudio. Aunque es cierto que existen limitaciones, en el sur del país se tienen los recursos naturales para llevarlo a cabo, tomando en cuenta de antemano que no es posible que esto suceda en la longitud total de los ríos que ahí se encuentran; pero se podrían seleccionar los tramos más navegables, las localidades que más lo necesitan, los tramos y localidades que requieran de menor inversión y el tipo de embarcación más adecuado. Una vez que se tenga el sistema fluvial funcionando en algunos tramos, será posible conocer la demanda y necesidad de incrementarlo, para lo cual se podría ir haciendo inversiones por etapas y en lugares bien definidos.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- Algunos Enfoques de Planeación.  
Instituto de Ingeniería (U.N.A.M) 1980
- 2.- Navegación Fluvial.  
Trabajo de Sistemas Portuarios (U.N.A.M.)
- 3.- Curso Obras Marítimas.  
División de Educación Continua, Facultad de Ingeniería (U.N.A.M.)  
M. en C. Alvaro Muñoz M. 1985
- 4.- Guión Metodológico Para la Elaboración de Planes de Desarrollo Urbano.  
Auris
- 5.- Inventario Nacional de Aprovechamientos Hidráulicos.  
Sarh
- 6.- Modelos Para la Planeación del Uso del Suelo y los Transportes.  
S.C.T. 1978
- 7.- Curso Construcción de Obras Marítimas.  
División de Educación Continua, Facultad de Ingeniería (U.N.A.M.), 1985
- 8.- Ingeniería Marítima (Instalaciones Para Manejo de Carga).  
División de Educación Continua, Facultad de Ingeniería (U.N.A.M.), 1985
- 9.- Análisis Económico de Proyectos.  
Universidad Iberoamericana, 1980  
Cinc, Consultores, 1971-1976
- 10.- Determinaciones del Desarrollo Socioeconómico Relativo de los Municipios de la República Mexicana.  
Dirección de Programas, Departamento de Estudios y Evaluación, Dirección General de Agua Potable y Alcantarillado, 1973
- 11.- Evaluación Financiera. Estudios Financieros y Tarifarios.  
Colegio de Economistas  
Sarh  
Cinc, Consultores
- 12.- Monografía de la Demanda/Oferta Nacional de Construcción Naval, Tomos I y II.  
Comisión Nacional Coordinadora de la Industria Naval
- 13.- Curso de Transporte (I. Introducción al Transporte) (II. Economía del Transporte).  
Rafael Izquierdo de Bartolomé  
Servicio de Publicaciones. Revista de Obras Públicas. Madrid, España
- 14.- Estudio de Navegabilidad de los Ríos Usumacinta y Grijalva. Tabasco.

**Dirección General de Obras Marítimas, S.C.T.**  
**Cinc, Consultores 1984**

- 15.- **Comunicaciones y Transportes. Estado de Tabasco.**  
**Copladet, Plan Estatal de Desarrollo, 1981**
- 16.- **Desarrollo Urbano. Vivienda, Tabasco.**  
**Copladet, Sahop, 1979**
- 17.- **Estudios Sociodemográficos del Estado de Tabasco.**  
**Consejo Estatal de Población, 1984**
- 18.- **Evolución de la Flota de Petróleos Mexicanos 1966-1976, actualizando a 1978**  
**Litoarte, S. de R.L., 1978**
- 19.- **Internacional Seminar on Criteria For Design and Construction of Break Waters and Coastal Structures.**  
**The Department of Oceanographical and Ports Engineering of the University of Santander. Santander, España.**