

34  
24



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

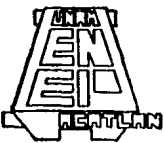
**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
"ACATLAN"  
FACULTAD DE INGENIERIA**



**PLANTEAMIENTO TECNICO CONSTRUCTIVO  
PARA LA AUTOPISTA CUERNAVACA - ACAPULCO**

**T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO CIVIL  
P R E S E N T A:**

**FRANCISCO GUILLERMO ZURITA VARGAS**



**Acatlán, Edo. de Méx.**

**1992**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



## **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.

# TESIS CON FALLA DE ORIGEN

# I N D I C E

Página

Prólogo

## TEMA I

### ANTECEDENTES

1.1	Reseña de los Caminos en México.	1
1.2	Clasificación de las Carreteras en México.	8

## TEMA II

### IMPORTANCIA DE LA AUTOPISTA

2.1	Motivos por los cuales se construye la Autopista.	12
2.2	Necesidad de Construcción de la Autopista.	14
2.3	Estudio Macroeconómico.	17
2.4	Evaluación del Proyecto.	23
2.5	Planeación de la Autopista.	31
2.6	Aforo Vehicular.	37
2.7	Beneficios que aportará a los Estados de Guerrero, Morelos y el Distrito Federal.	42

### TEMA III

#### NORMATIVIDAD VIGENTE PARA LA CONSTRUCCION, EXPLOTACION Y CONSERVACION DE LA AUTOPISTA.

3.1	Aspecto Administrativo para la Concesión de la Construcción, Explotación y Conservación de la autopista.	44
3.2	Consideraciones Generales de como se realizará el Financiamiento de la Autopista.	58

### TEMA IV

#### ASIGNACION DE RECURSOS Y PROGRAMAS DE EJECUCION.

4.1	Planeación de la Construcción.	68
4.2	Programa General de Construcción.	72
4.3	Recursos Humanos y Equipo.	74

### TEMA V

#### DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL TRAMO CHILPANCI 190-RIO BALSAS.

5.1	Proposición de Ruta.	80
5.2	Estudios de Suelo.	89
5.3	Datos para el Proyecto Geométrico.	94
5.4	Descripción de la Estructura del Pavimento ( Base, Sub-base y Carpeta de Concreto Asfáltica ).	93
5.5	Localización y Dimensiones de Puentes y Tuneles.	104

## TEMA VI

### PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

6.1	Terracerías y Pavimentos	143
6.2	Producción de materiales, Bancos y Su Ubicación.	151

CONCLUSIONES.	159
---------------	-----

BIBLIOGRAFIA	162
--------------	-----

## INTRODUCCION

La carretera México-Acapulco es una de las más transitadas del País, ya que esta carretera atraviesa poblaciones, zonas urbanas, rurales, industriales y turísticas, principalmente el Puerto de Acapulco, el cual además, recibe y envía una gran cantidad de mercancías que llegan del Oriente.

Estos productos que llegan al Puerto y son transportados por la carretera actual ocasionan grandes retrasos de tiempo, por la gran cantidad de montañas que atraviesa, por lo que se hace necesario construir una autopista de altas especificaciones con un mayor índice de velocidad y un menor porcentaje de accidentes y agilice al tránsito y reduzca el tiempo de recorrido de mercancías y turistas que transitan por esta autopista, ya sea que salgan del Puerto de Acapulco o de la Capital de la República.

Con el propósito de garantizar la satisfacción de las necesidades sociales y apoyar el crecimiento sostenido y duradero de las actividades económicas, el Sector Comunicaciones y Transporte orientó sus acciones a extender la cobertura, elevar la calidad y la eficiencia en la prestación de los servicios carreteros, así como ampliar, modernizar y preservar la infra-estructura y la capacidad instalada. Esto implicó entre otras cosas, el fortalecimiento y modernización de las funciones de autoridad, cambios en la estructura de su organización, y de manera paralela, la actualización del marco regulatorio, con el objeto de abrir los servicios a la competencia y fomentar una mayor participación de los particulares.

La Secretaría de Comunicaciones y Transporte firmó el acuerdo de concertación para la modernización de la infra-estructura carretera, en la que se establecieron los términos de participación de las empresas privadas, con lo que se inició el proceso de licitación para construir, operar y conservar carreteras - financiadas con recursos de particulares, como es el caso de la Autopista Cuernavaca-Acapulco.

La finalidad de este trabajo es proporcionar el procedimiento por el cual se llega a establecer un criterio para la construcción de la Autopista Cuernavaca-Acapulco.

En los siguientes capítulos, se exponen los estudios - mediante los cuales se llega a formar un análisis, que sirve de decisión para la construcción de la Autopista Cuernavaca-Acapulco, tomando como ejemplo el tramo Chilpancingo-Río Balsas.



## TEMA:

### ANTECEDENTES.

#### 1.1 RESEÑA DE LOS CAMINOS EN MEXICO

##### LOS CAMINOS ANTES DE CORTES.

México se encuentra actualmente construyendo con toda actividad y con el máximo de su capacidad económica, una extensa red de caminos de todas categorías, desde los de cuota de altas especificaciones hasta los más modernos caminos vecinales, verdaderas brechas en algunos casos. Este formidable impulso constructor, que constituye uno de los factores básicos en el desarrollo económico del País, se inició hace unos 50 años. Es interesante recordar, aunque sea someramente, la evolución de los caminos en México, desde la época precortesiana, hasta nuestros días; se puede a través de ello tener una idea de cada uno de esos momentos de nuestra historia y nos servirá además para comprender mejor el esfuerzo creador enorme que hace la Nación, destinando a los caminos una buena parte de sus recursos.

Cuando los conquistadores españoles llegaron a lo que hoy constituye el Territorio Nacional, encontraron que sus pobladores no hacían uso de la rueda en vehículo de transporte y no disponían tampoco de animales de tiro y carga; pero a pesar de ello, cosa curiosa, contaban con un buen número de buenas calzadas de piedra, así como una considerable cantidad de caminos, veredas y senderos.

Descollaban en este aspecto constructivo los aztecas y los mayas, quienes por sus actividades comerciales, religiosas y bélicas, utilizaban ampliamente los caminos; de algunos perduran aún los vestigios, como los famosos caminos blancos de los -

## PRIMER CAMINO CONSTRUIDO.

En 1522, Cortés encomendó a Alvarado López la apertura de un camino entre México y Veracruz, camino que llegaría a ser durante los albores de la Colonia el más importante.

Tras del camino a Veracruz, Cortés Ordenó en 1523, la apertura de uno a Tampico. Las construcciones, modificaciones y mejoras de caminos se sucedieron una tras otra; en 1537, Don Antonio de Mendoza, Primer Virrey de la Nueva España, mandó abrir dos caminos al occidente; en 1570, se construyó el camino de Zacatecas a Durango, mismo que 15 años después fue convertido en carretera y en 1597, el Virrey de Zuñiga ordenó la continuación del camino de México hacia Guadalajara, desde San Juan de los La gos.

Como la llegada de la Nao de China ocasionaba gran tránsito de mercaderes hacia Acapulco con motivo de la importante feria en que se vendían los objetos traídos de ultramar; en 1596, el Virrey Don Luis de Velasco dispuso la construcción del camino a Acapulco; en 1717, se transformó en carretera el camino de México a Cuernavaca, por orden del Virrey Conde de Moctezuma y Tula, Duque de Atlixco; en 1750, Don José Borda, el fabulosamente rico minero, mejoró el camino de México a Acapulco por Chil pancingo, derivándolo por Taxco.

En los años inmediatamente posteriores a 1810, poco se hizo en materia de caminos, concretándose los diferentes regímenes a la expedición de una que otra ley relativa a estas vías te rrestres, ya que la azarosa situación derivada de la iniciación de la Independencia, impedía la realización de cualquier esfuerzo de orden constructivo que se hubiera intentado, las leyes del lo.

mientos: y con pendientes y superficies de rodamiento apropiadas.

En consecuencia, los antiguos caminos se modificaron y se mejoraron, o bien, se construyeron nuevos, de acuerdo con las nuevas exigencias de los vehículos. En nuestro País no se efectuó ese mejoramiento o más bien, esta transformación de los caminos carreteros por haber coincidido la aparición del automóvil y el rápido desarrollo del mismo, con el movimiento revolucionario; y así tenemos que cuando éste, convertido ya en Gobierno firme - volvió la vista hacia tan vital problema, se encontro con una an gustiosa realidad: El automóvil había adelantado demasiado para los viejos caminos de México, que resultaban ya totalmente inade cuados.

Era preciso y urgente construir los caminos cuya necesidad era obvia y en consecuencia no hubo, ni en realidad se requería, planeación: lo que había que construir estaba a la vista y así fue realizado, limitado únicamente por los fondos disponibles.

El 30 de marzo de 1925, el entonces Presidente de la - República, General Plutarco Elías Calles, consciente de la imperiosa necesidad de construir los nuevos caminos, expidió una ley estableciendo un impuesto sobre la gasolina; en esta misma ley - quedó creada la Comisión Nacional de Caminos, disponiendo del - producto de este impuesto, para construir, conservar y mejorar - los nuevos caminos.

#### CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS.

El pujante desarrollo del País, el incremento en el nú

nueva organización de la Secretaría de Obras Públicas, en la que, la Dirección General de Construcción de Carreteras Federales, - cambia de denominación para llamarse Dirección General de Carreteras Federales, creándose dentro de esta Dependencia los Departamentos de: Proyectos y Puentes.

El 29 de diciembre de 1976, el Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, Lic. José López Portillo, - expide el Decreto de Ley Orgánica de la Administración Pública y se crea la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas - y dentro de ésta nueva Institución queda integrada la Dirección General de Carreteras Federales, dependiente de la Subsecretaría de obras Públicas.

A fines del año de 1982, al tomar posesión como Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, el Lic. Miguel de la Madrid Hurtado, propone al Poder Legislativo modificaciones a la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, - en las cuales la Dirección General de Carreteras Federales es - transferida en su totalidad a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

En base al referido acuerdo se determina la existencia de tres Direcciones de Area; Dirección de Proyectos de Carreteras, Dirección de Proyectos de Puentes e Ingeniería Experimental y la Dirección de Obras, así como la existencia de dos Subdirecciones; la de Administración y la de Presupuesto y Evaluación.

La referida estructura orgánica permitirá cumplir eficientemente con las funciones encomendadas a la Dependencia, que consiste, en modernizar y ampliar la red carretera del País.

proporcionar ahorros en los costos de transporte, ya sea que este ahorro se obtenga individualmente (caso de los usuarios en carreteras), o por conducto de una Institución Gubernamental, siendo la colectividad en todo caso, el sujeto que ahorra.

Los beneficios directos que las carreteras aportan a la colectividad son:

a). Ahorros en costos de tracción.

b). Ahorros en tiempos de recorrido y supresión de pérdidas por el posible congestionamiento de las carreteras de la región.

1.2.2. Clasificación de las Carreteras de acuerdo a su Financiamiento u Operación de los Caminos.

1.2.2.1. Carreteras Federales, costeadas totalmente por el Gobierno Federal.

1.2.2.2. Carreteras Estatales, en las cuales el Gobierno Federal coopera con un 50% del costo y el otro 50% le corresponde al Gobierno Estatal.

1.2.2.3. Caminos Privados, construidos totalmente por los particulares.

1.2.3. Clasificación de las Carreteras desde el Punto de Vista del Proyecto.

ESPECIALES.- son aquellos caminos que se proyectan en algunos casos para zonas determinadas y cuando se tiene la necesidad imperiosa de movilizar un volumen de tránsito grande, como sucede generalmente en el acceso a poblaciones de importancia o a zonas altamente productivas desde el punto de vista agrícola -

encontrará siempre que un país de alto nivel de vida tendrá un - sistema caminero muy bueno, un país atrasado, tendrá una red de- ficiente.

## TEMA: II

### IMPORTANCIA DE LA AUTOPISTA.

#### 2.1. MOTIVOS POR LOS CUALES SE CONSTRUYE LA AUTOPISTA.

El progreso del País acorde con la actividad socio-económica, depende íntimamente para su desenvolvimiento, del desarrollo que se logre para las vías terrestres, entendiéndose como tales, a caminos de especificaciones modestas como los rurales - hasta los de altas especificaciones como los de tipo especial y autopistas: vías férreas e instalaciones aeroportuarias.

Dentro de este marco de referencias, las autopistas - constituyen la infraestructuras de las vías terrestres, o la etapa inicial de construcción que permite lograr la comunicación en la primera fase y que desde la época pre-cortesiana se inicia -- con los senderos, en los cuales el hombre pudo transitar en diferentes lugares.

En México, el autotransporte ha sido un factor determinante en el desarrollo nacional. En lo social ha permitido que la mayoría de los mexicanos, utilizando este medio de transporte y una amplia red carretera, tenga acceso a la educación, a la salud, a las fuentes de trabajo y al entretenimiento. En lo económico, propicia el desarrollo mediante el traslado de bienes y la prestación de servicios, incorporado de esta forma a las zonas más alejadas de nuestro territorio.

En lo político, coadyuva a mantener la soberanía nacional. Para ésto se regula la prestación de servicios mediante la legislación vigente, la cual prevé su crecimiento de manera racional.

nal, organizada y apegada al derecho.

El desarrollo económico y político de nuestro País demanda la renovación de los marcos utilizados para comprender la realidad y distinguir estrategias para actuar sobre ellas, con la aparición de todos los miembros de la sociedad compartiendo la responsabilidad de integramos como Nación.

De acuerdo con el Programa de Trabajo de Comunicaciones y Transporte, la Secretaría ha llevado la construcción de carreteras para satisfacer la necesidad de comunicación; sin embargo, es urgente incrementar la capacidad de la red carretera a un ritmo acelerado para lograr una infraestructura que corresponda a las acciones tendientes a la modernización del País para mejorar su desarrollo socio-económico y cultural.

El Gobierno Federal ha elaborado un Programa de Carreteras de Cuota, el cual establece prioridades para la ejecución de vías de comunicación de vital importancia para el desarrollo del País; y la conveniencia de que la iniciativa privada participe en el financiamiento, construcción, explotación y conservación de las carreteras de altas especificaciones.



## 2.2. NECESIDAD DE CONSTRUCCION DE LA AUTOPISTA.

El sistema de transporte de cualquier país es " el sistema circulatorio de su economía ", ya que a través de él se desplazan los flujos de bienes y personas que le dan sentido a la vida económica, social y cultural de cada país.

Por esa característica, así como por el servicio que presta el aparato productivo de una nación, se dice que el transporte es un sector "horizontal" que se relaciona con todos los demás sectores, con los que establece una relación de dependencia mutua; todos los sectores dependen del transporte y éste depende de todos los sectores. Se verifica entonces un hecho indiscutible para el análisis y la planeación del transporte, incluidas las vías terrestres: El transporte no se puede estudiar como algo aislado, sino relacionado con una multiplicidad de sistemas socio-económicos.

Las vías terrestres son parte medular de cualquier sistema de transporte y muy en particular de nuestro País.

A través de las carreteras de México se mueve el tonelaje transportado a nivel interurbano, así como el de los pasajeros en recorridos entre ciudades. Además, las vías terrestres son decisivas para estructurar la organización territorial de nuestro País, así como para apoyar la distribución regional de su población. La participación de las vías terrestres en el transporte nacional ha sido importante en el pasado, lo es en el presente y continuará siéndolo en el futuro.

Independientemente de los avances tecnológicos que registren otros medios de transporte, el transporte carretero seguirá

rá siendo el elemento más importante del sistema de transporte nacional.

Por consiguiente, la ingeniería de vías terrestres continuará desempeñando un papel de gran relevancia para el País, ya que la conservación, modernización y ampliación de la cobertura de la infraestructura de vías terrestres no podrá ser realizada sin su participación.

La necesidad de planear surge como consecuencia natural del deseo de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, de anticiparse a las condiciones que el futuro le depara y de tratar de influir en ellas para que le sean favorables. Partiendo del conocimiento de la realidad y de un estado deseado de esa realidad en el futuro, la Secretaría de Comunicaciones identifica las actividades que debe efectuar hoy para alcanzar el estado futuro deseado.

En el caso específico del transporte y de las vías terrestres, la planeación sirve como medio auxiliar para ese propósito. El proceso de planeación no es más que un procedimiento sistemático para conocer la realidad, identificar y formular objetivos deseables, suponer y analizar alternativas de acción, apoyar la toma de decisiones y posteriormente evaluar el funcionamiento de las acciones implantadas para actualizar el conocimiento de la situación real y así cerrar el círculo del proceso.

Para el autotransporte es indispensable que la red de carreteras federales mantenga adecuados niveles de servicio, para esto se propone identificar y modernizar los tramos prioritarios de la red básica, rectificar tramos de carreteras y mejorar su señalamiento, considerando los datos estadísticos de accidentes cu-

ya causa es imputable al camino, instalar señales que restrinjan la velocidad de autobuses y camiones.

En las dos últimas décadas, la contratación de obras de infraestructura que requería el País se vió frenada debido a los problemas económicos que a nivel mundial afectaron a las naciones en desarrollo, lo que ocasionó un rezago por la falta de los recursos indispensables para su crecimiento, siendo México uno de los más afectados.

Ante la necesidad de continuar con la ejecución de este tipo de obras, se llegó a la determinación que la iniciativa privada debe participar en conjunto con las entidades gubernamentales para lograr la activación de nuestra economía y de esta manera apoyar a la industria de la construcción.

Como consecuencia de esta iniciativa, el Sector Comunicaciones y Transporte fué el primero en convocar a concurso la -- concesión de obras que anteriormente se realizaban con fondos Federales, como es el caso de la "concesión administrativa para la construcción, explotación y mantenimiento", de varias autopistas comprendidas en el Plan General de Desarrollo Carretero, que en el período de 1988 a 1994, cubrirá una longitud aproximada de -- 4200 Km.

En marzo de 1989, la Dirección General de Carreteras - Federales de la SCT, publicó la convocatoria para concursar la - concesión administrativa para la construcción, explotación, operación y mantenimiento de la autopista México-Acapulco, cuyo concurso se efectuó el 12 de mayo con la participación de varios grupos constructores.

### 2.3 ESTUDIO MACROECONÓMICO.

La macroeconomía es el estudio del comportamiento económico desde el punto de vista del interés nacional o regional (colectivo). En ella se analizan las determinantes principales - del nivel de ingresos, nivel general de precios, población económicamente activa, producción agrícola e industrial e incremento del ingreso.

Estos estudios son de gran importancia para la construcción de una autopista, ya que los datos que se analizan sirven para formar un criterio, el cual se tendrá como antecedente para la evaluación y planeación de la autopista. Los estudios macroeconómicos se basan en datos estadísticos que proporcionan los censos, de esta manera se analizan las principales características de cada poblado o región por donde atraviesa la autopista.

Como estos estudios son muy extensos, daremos algunas características representativas de los estados por donde atraviesa la autopista, para dar una idea general de cómo se realizan estos estudios. En este ejemplo tomaremos los siguientes datos como son: La población, crecimiento de la población, producto interno bruto, población económicamente activa, población ocupada y producción agrícola e industrial de cada Estado. Para el caso de la Autopista Cuernavaca-Acapulco tomaremos datos del Estado de México, de Morelos, de Guerrero y el Distrito Federal, por ser los Estados que tienen influencia en la Autopista.

La finalidad de estos estudios es analizar la inversión que se realizará y justificar, en su caso, su rentabilidad.

## ESTADO DE GUERRERO.

La población del Estado de Guerrero fué de 2'622,067 habitantes, el 3.23% del total nacional según el Censo de 1990. Entre 1956 y 1986, se observa un deterioro en la participación de la población de la Entidad en el total del País, pasando de 3.6% a 3.1%. De mantenerse esta tendencia el porcentaje sería de 3.0% en el año 2000. En los 80' se previó una tasa de 2.3% y para los 90', se prevee una tasa de 1.4% en promedio anual, por debajo del 2.5% y 1.5% del País, respectivamente. En el año 2000 alcanzará una cifra cercana a los 3 millones de habitantes. Los Municipios más poblados representan, en general, ritmos de crecimiento demográficos superiores al promedio estatal. En esta situación se encuentran Acapulco de Juárez, Chilpancingo, Iguala y Taxco. (Gráfica 2.3.1.).

En relación con la actividad económica el Producto Interno Bruto (PIB), el Estado de Guerrero participo en 1980, con 1.7% del total Nacional. En término del PIB, per cápita el Estado ocupó el trigésimo lugar en el País. En la Gráfica 2.3.2, se muestran los principales productos que el Estado produce, tanto agropecuario como industrial, pesquero y turístico.

## ESTADO DE MORELOS.

La población en el Estado de Morelos alcanzó la cifra de 1'195,381 habitantes, según el Censo de 1990. Entre 1950 y - 1988, se observa un ligero incremento en la participación de la población de la Entidad en el Total del País, pasando de 1.1% al 1.5%. De prolongarse este perfil de comportamiento por su participación, se mantendrá en el mismo orden para el año 2000. Lo anterior es resultado de que a partir de los 50', el ritmo a que se incrementó la población del Estado ha sido mayor al de la media Nacional. Así, en los 70', el Estado de Morelos registra el más alto, ya que su población crece a razón de 4.9%, mientras que el País en su conjunto lo hace en 3.4%. A partir de la década siguiente comienza una disminución paulatina en su tasa de crecimiento, y en los 80' disminuye a 4.2%; y para la década de los 90' y en el año 2000, se estima una tasa su 3.3% y 1.8%, respectivamente, frente al 2.5% y 1.5% de la media Nacional. Gráfica 2.3.1.

La mayor concentración de la población se encuentra en la capital del Estado, Cuernavaca que consta de 281,752 habitantes y absorbe el 23.5% de la población Estatal.

La estructura por sexo de la población económicamente-activa (PEA), muestra un predominio de la fuerza laboral masculina sobre la femenina; el 72.7%, son hombres y el 27.3% son mujeres. La distribución sectorial de la PEA resulta un indicador confiable sobre la estructura económica de cada Municipio. En términos generales puede observarse que la economía Morelense descansa sobre 5 pilares fundamentales, cuyo orden de importancia

es el siguiente: actividades primarias, servicios comunales, comercio, restaurantes y hoteles, industria manufacturas y construcción. ( Gráfica 2.3.3.)

A nivel Sectorial, las actividades predominantes en la Entidad en relación a la media Nacional son: Las actividades agropecuarias, silvícolas y pesqueras que representan el 11.3% del Producto Interno Bruto (PIB), Estatal en 1980, la construcción con 11.6%, los servicios financieros, seguros y bienes inmuebles con 8.5%. En términos de su contribución al PIB Estatal sobresalen las actividades manufacturas, el comercio, restaurantes y hoteles y los servicios comunales, sociales y personales que en conjunto aportan el 61.5% del PIB en la Entidad. Gráfica 2.3.2.

## DISTRITO FEDERAL.

La Ciudad de México, cuenta con 8'236,960 habitantes - el 10.15% del total Nacional, según datos del Censo de 1990.

En las proyecciones de población que se realizaron se observa que para el año 2000, se alcanzará una cifra cercana a - los 10 millones de habitantes. Las Delegaciones más pobladas re- presentan en general, ritmo de crecimiento demográfico, superio- res al promedio de la Capital. En esta situación se encuentran - las Delegaciones de: Iztapalapa con 1'490,981; Gustavo A. Madero con 1'268,123 y Alvaro Obregón con 643,542 habitantes. Gráfica - 2.3.1.

En relación con la actividad económica, del Producto - Interno Bruto, el Distrito Federal participó con el 25.15% del - total Nacional ocupando el primer lugar en el País. Gráfica 2.3. 2.

La población económicamente activa en el Distrito Fede- ral, ascendió a 3'312,581 integrantes en 1980, existiendo un cla- ro predominio de los hombres sobre las mujeres en la fuerza labo- ral. Gráfica 2.3.3.

La alta densidad demográfica de la Ciudad de México y- del Estado de México, presenta un gran auge de personas que sa- len de sus Entidades a los Centros Recreativos de los Estados de Guerrero y Morelos, esto ocasiona que las personas que tránsitan por la única vía terrestre a estos Centros la saturen y se reali- cen tiempos exagerados a sus destinos.



Los productos que salen de los Estados de Guerrero y - Morelos con destino a la Capital, que son transportados por la - carretera actual se retrasan por las excesivas pendientes y la - gran cantidad de curvas que ocasionan un sin número de acciden - tes.

Por lo anterior, es necesario construir una Autopista - de pendientes pequeñas y velocidades mayores y con un índice me - nor de curvas que reduzcan los tiempos de traslado de productos - y personas que transiten y retrasos de productos. La Autopista - deberá tener un alto grado de seguridad para los autos, camiones - y autobuses que transiten por ella.

La Autopista proporcionará a los poblados cercanos a - ésta, la salida de sus productos y ocasionará una fuente de ingre - sos y así, podrán participar en el producto interno bruto de la - Entidad a la que pertenezcan.

CRECIMIENTO DE POBLACION.

PERIODO AÑOS	D.F.	EDO. DE MEXICO	GUERRERO	MORELOS
	MILES DE HABITANTES			
1950	3054442	1393	919	273
1960	4870876	1898	1187	386
1970	6874165	3833	1597	616
1980	8831079	7564	2110	947
1990	8236960	9815	2622	1195
2000		16689	3035	1578

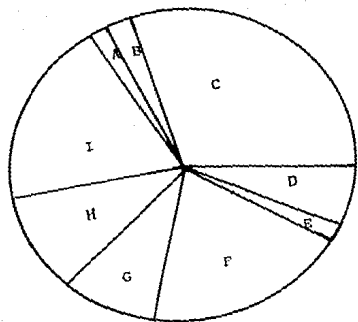
CENSO 1980

GRAFICA 2.3.1.

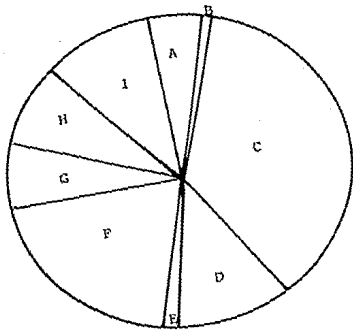
LETRA	SECTOR	D. F.	EDO DE MEXICO	GUERRERO	MORELOS
A	AGROPECUARIO, SILVICULTURA Y PESCA.	0.25%	4.8 %	14.3%	11.3%
B	M I N E R I A	0.69%	0.4 %	3.1 %	0.8%
C	INDUSTRIA MANUFACTURERA	26.97%	38.1%	5.5%	22.4 %
D	CONSTRUCCION	5.49%	8.3%	6.0%	11.6 %
E	ELECTRICIDAD	0.58%	1.0%	2.3%	0.6 %
F	COMERCIO Y RESTAURANTES HOTELES	25.67%	23.7%	34.4%	21.5. %
G	TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y CONSTRUCCION.	7.96%	5.6%	6.8%	6.4 %
H	SERVICIOS FINANCIEROS, SEGUROS Y BIENES INMUEBLES.	8.38%	6.5%	9.6%	65 %
I	SERVICIOS COMUNALES, SOCIALES Y PERSONALES.	25.98%	12.0%	17.5%	17.6 %

P. I. B. POR DIVISION DE ACTIVIDAD, 1980.  
( PARTICIPACION PORCENTUAL).

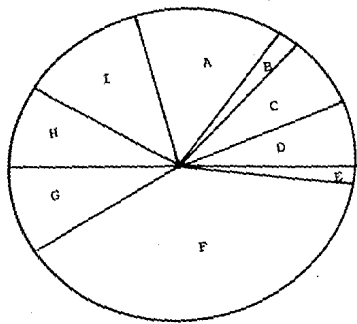
GRAFICA 2.3.2.



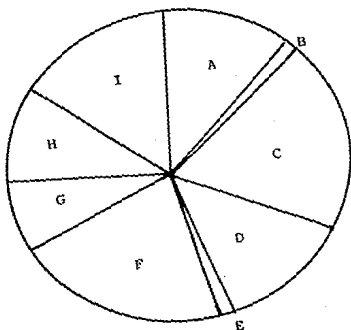
D. F.



EDO. DE MEXICO.



GUERRERO



MORELOS

GRAFICA 2.3.2.

PRINCIPALES PRODUCTOS AGRICOLAS POR ENTIDAD

Censo 1985

Producto Agricola	D. F. Ton	EDO DE MEX Ton	GUERRENO Ton	MORBLOS Ton
Frijol	340	19,257	12249	1943,9
Maíz	25521	2163577	619227	79617.7
Alfafa	-	2123468	-	-
Papa	1283	106254	-	-
Zanahoria	1386	49726	-	-
Tomate	230	15059	-	43473
Aguacate	3.33	25369	-	-
Trigo	1.80	46308	-	1649
Chicharo	23	27186	-	-
Jitomate	-	14089	-	100422
Naranja	-	439	-	-
Limon	-	1234	-	-
Cafe	-	89	16674	6987
Cacahuacate	-	181	1510	-
Platano	-	1191	36573	-
Mango	-	3295	36575	-
Ajonjolif	-	271	20617	-
Gaia de Azucar	-	-	-	2010793.6
Arroz	-	-	-	20923,8

GRAFICA 2.3.2.

P. E. A.

INDICADOR	D.F.	EDO. DE MEXICO	GUERRERO	MORELOS
POBLACION DE 12 AÑOS		4'791,930	1'330,144	618776
P.E.A.	3312581	2'410,236	719,154	303838
HOMBRES	2110685	1'751,363	493,054	220796
MUJERES	1201896	658,873	226,100	83042
P.E. INACTIVA.	18966	2'381,694	610,990	314938

CENSO 1980.

GRAFICA 2.3.3.

## 2.4 EVALUACION DEL PROYECTO.

El transporte es una necesidad social básica, al mismo nivel que la alimentación, la salud, el alojamiento, la educación y las comunicaciones. Su incidencia en el funcionamiento y desarrollo en la economía y de la actividad total de una nación, es determinante. Si en un momento dado se ve reducida la capacidad de transporte, toda la actividad económica e industrial se afecta inmediatamente.

El transporte está integrado por varios elementos: infraestructura, equipos, insumos, varios (energía, recursos humanos), administración y coordinación del servicio (reglamentación usuarios, etc.).

Un sistema eficiente de transporte es factor primordial en el desarrollo de un país y constituye una medida y a la vez un límite de sus posibilidades. Actualmente los diversos medios, especialmente los de transporte por tierra, tienen características que proporcionan a uno y a otro, ventajas e inconvenientes, lo que ha llevado a la creación de unidades de carga intercambiables y eficientes instalaciones de maniobras que conduzcan al máximo beneficio del usuario.

Para conocer la importancia de los transportes en el desarrollo económico de un país no basta considerar su participación directa en indicadores definidos tradicionalmente, manejados tales como el producto interno bruto o la ocupación de mano de obra, sino que es fundamental analizar su influencia sobre la capacidad de expansión de la economía en los procesos económicos y en el tipo de industrialización.

Si bien es cierto, que los transportes representan solo uno de los elementos que configuran la estructura de la economía de un país, también lo es que su participación en el desarrollo nacional es de carácter estratégico, pues se convierte en el ingtrumento de enlace entre los diversos componentes de la actividad económica.

De esta forma, al transporte se le considera parte de los procesos productivos, además de que su influencia es decisiva en la expansión del mercado interno, en el desarrollo regional en la descentralización industrial, en el comercio exterior y en forma importante, en los asentamientos humanos en el territorio nacional.

En términos generales, los transportes constituyen la realización de los diferentes objetivos del desarrollo global de un país; por otra parte, los medios de transporte manejados en - criterios de rendimiento económico y social, constituyen para el Estado un instrumentos muy importante para promover el desarrollo regional y rural y propiciar la consecución de los objetivos nacionales tales como los dignos niveles de bienestar social, la - equitativa distribución ( distribución de riquezas), el derecho al trabajo, a la cultura y al esparcimiento; dentro de un marco de independencia económica y de cooperación internacional.

La infraestructura para el transporte esta representada por las carreteras, que forman las vías de comunicación para el transporte y que constituyen el sistema circulatorio económico y social de la nación, a través del cual se desplazan las personas y los bienes, las ideas y servicios indispensables, no sólo para la vida económica, sino para los demás aspectos de la vida social.



Nuestro país no podría continuar su desarrollo histórico si no se procediera de inmediato a planificar integralmente, -- sin discriminaciones geográficas, la infraestructura para el transporte.

La red existente para el sistema de transporte terrestre en México está compuesta por carreteras, que se extienden a lo largo y a lo ancho del territorio nacional.

Con ello se tiene asegurado en forma importante, la movilización de personas y mercancías entre los principales centros urbanos y la mayoría de las poblaciones de menor nivel.

Los factores más relevantes del Sistema Nacional del -- Transporte son:

a) La necesidad de armonizar los diversos modos de -- transporte.

b) La necesidad de alcanzar la autonomía en la prestación de algunos servicios de transporte, a fin de reducir la presión sobre la balanza de pagos.

c) La necesidad de incrementar la integración nacional y la autonomía general, en la producción de equipo de transporte.

#### TRANSPORTE.

Es una necesidad que ejerce una influencia predominante en las condiciones económicas, sociales, administrativas, políticas, militares y de la seguridad de los países, constituyendo uno de los elementos esenciales de su infraestructura.

Uno de los aspectos más importantes de los proyectos de autopistas consistente en su análisis desde el punto de vista eco

nómico. El objeto de este análisis es determinar previamente como se desarrollarán las diversas posibilidades de ejecución y funcionamiento, no solo en relación con el sistema que se está estudiando, sino también con los demás sistemas con los que se influirá -recíprocamente.

Los costos de los transportes tienen tres componentes:

1) Costos de transporte propiamente dicho, es decir, -gastos de explotación del vehículo: trabajo, combustible, mantenimiento, depreciación y demás gastos pertinentes.

2) Gastos terminales, es decir, gastos de carga y descarga, gastos de vehículo parado, derechos e impuestos pagados, -depreciación del equipo de carga y descarga y todos los demás gastos que originen el estacionamiento del vehículo en la terminal.

3) Gastos de infraestructura. Que abarca la autorización de las inversiones en construcciones, incluyendo la amortización y beneficios del capital utilizado en la instalación y mantenimiento de carreteras.

En resumen, para la evaluación económica se aplican determinados criterios al análisis de resultados del proyecto, a --fin de decidir si es viable, conveniente y oportuno ponerlo en --práctica.

Estos criterios son:

- a) Costo-beneficio.
- b) Costo-efectividad.

Se utiliza el criterio costo-beneficio, cuando es posible evaluar el proyecto en términos monetarios y comprobar la rea

lidad económica de su ejecución, en relación con los costos y beneficios vinculados directamente a él.

Se utiliza el costo-efectividad, cuando el proyecto se evalúa sin intervenir el término monetario, esto significa que intimamente vinculado con criterios subjetivos y depende en gran parte de la experiencia del analista.

La capacidad de transporte carretero para realizar el traslado de objetos y personas a diversos sitios, incluye los medios con que se realiza dicha actividad, es decir, incluye el equipo, la infraestructura y los servicios conexos.

En vista de que la inversión en cualquiera de los sectores económicos del país representa sacrificio de parte del consumo actual en aras de una esperanza de mayor consumo en el futuro; y puesto que en México, el consumo aún no alcanza niveles satisfactorios, se impone un cuidadoso análisis de las inversiones en infraestructura, que deberá cubrir tanto el monto de la inversión como sus efectos.

Mucho se ha hablado sobre la imperiosa necesidad de planear el desarrollo de los países donde el nivel de bienestar material es bajo, si se compara con el nivel alcanzado ya en los países industrializados.

Para proporcionar la base del desarrollo económico, se requiere llevar a cabo grandes inversiones en los sectores básicos o de infraestructura, puesto que el uso óptimo de los recursos para lograr los objetivos propuestos implica otras cosas, además de la modificación del medio físico: tales son por ejemplo, las inversiones en obras para la generación de energía, para aumentar

la productividad del campo mediante el riego, los complejos industriales y las obras para el transporte eficiente de bienes y de personas.

Un plan formulado, considera la interacción entre todos los sectores que participan en el esfuerzo común y toma en cuenta además, que las metas por lograr deben fijarse en razón a la rápida transformación de la estructura social y económica, que caracteriza a la etapa de desarrollo actual y que, por lo mismo, obliga a establecer plazos que hagan buenas a las previsiones.

Los principales lineamientos de política general en materia de carreteras, que se toman en cuenta para la formulación de proposiciones, pueden resumirse en lo siguiente:

1. Conservar en buen estado la red existente, para asegurar el servicio eficaz y permanente.

2. Terminar, al ritmo adecuado, las obras iniciales; buscando la oportuna obtención de los beneficios previstos.

3. Construir nuevas carreteras que sirvan a núcleos de población actualmente incomunicados y propicien la incorporación de zonas capaces de aumentar la producción.

4. Construir obras que mejoren el sistema carretero en zonas ya comunicadas, cuando la demanda así lo requiera. Tal es el caso de ampliaciones, acortamientos y autopistas.

El crecimiento de una red de carreteras y el uso cada vez más intenso a que se encuentra sujeta, obligan a otorgar una particular atención a su conservación, dentro de los programas de inversiones; se da el caso de algunos tramos deben ser reconstruidos por haber sido realizados con limitaciones y experiencias pro

pías de la época en que se construyeron; otros tramos requieren una verdadera modernización, entendida esta como una modificación radical de las características geométricas y físicas con las que se construyeron.

Con relación a las proposiciones de nuevas obras que se incluyan un plan, se hace necesario analizar los enlaces carreteros necesarios para desarrollar las actividades generadas entre los diversos centros de concentración en el País, con objeto de determinar cuales resultan más deseables desde los puntos de vista político, social y administrativo, por una parte y económicos por otra, para su posterior evaluación.

Es deseable que la Capital Federal se encuentre ligada por carretera, con las capitales de los estados, etapa que ya ha sido alcanzada; pero que admite proposiciones que se refieren al establecimiento de rutas más rápidas o más cortas. También, es conveniente que se establezcan relaciones políticas administrativas de la Capital Federal con los puertos marítimos y fronterizos de las capitales de los estados entre sí y entre los puertos, con condición que se logra cumplir al establecer un cierto número de proposiciones que se suman a las ya mencionadas. Todo ello, puede presentarse gráficamente, resultando la red interesada por las carreteras existentes y por las proposiciones obtenidas en cada una de las estructuras anteriores.

En cuanto al aspecto económico, el análisis del funcionamiento de una red, se lleva a cabo mediante la determinación de los alcances carreteros necesarios, entre los polos de concentración de la producción y los centros consumidores, según las siguientes actividades:

- a) Agrícolas.

- b) Ganaderas y pesqueras.
- c) Industriales.
- d) Comerciales, educacionales y turísticas.

El primer paso consistente en fijar los polos de concentración de los diferentes productos, seleccionados en los estudios sobre el uso actual y potencial del suelo en el territorio nacional, con base en la información obtenida de publicaciones estadísticas que en México provienen de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial y de Agricultura y Recursos Hídricos, las cuales se presentan en cartas geográficas. Enseguida, se procede a la determinación de los centros representativos del consumo, tomando en cuenta investigaciones por muestreo y censos, tanto industriales como de población. La diferencia entre el volumen de producción y el consumo de cada uno de los distintos artículos analizados, define una corriente en el sentido en que el consumo es mayor que la producción.

El esquema de enlaces resultantes permite determinar las proposiciones de carreteras deseables, en relación con las actividades económicas.

Finalmente, se realiza la síntesis, dando como resultado una proposición de red, que satisface las necesidades de transporte carretero al nivel nacional.

Estas proposiciones constituyen sólo un catálogo del proyecto de inversiones en obras que deberán ser sujetos a evaluación, para definir relaciones que conduzcan a la elaboración de un programa, es decir, se impone la necesidad de realizar un cuidadoso análisis de los efectos que producirán las inversiones que corresponden a cada proposición.

## 2.5 PLANEACION DE LA AUTOPISTA.

El avance de la planeación en México está estrechamente ligado al de la planeación de las vías terrestres. En efecto, a partir de la década de los sesentas se iniciaron los primeros trabajos de planeación del transporte, que se refieren casi en exclusiva al sistema carretero nacional.

La creación de la Dirección General de Planeación y Programa de la extinta Secretaría de Obras Públicas marca el comienzo de las tareas sistemáticas de planeación carretera, tanto en lo concerniente a la recopilación de datos para la planeación como en la realización de estudios específicos.

Las principales tareas de aquellos años comprendieron el levantamiento del inventario de la red federal de carreteras, el diseño de aforos y la recopilación sistemática de datos sobre tránsito en la red, así como la realización de un gran número de estudios de origen y destino en puntos ubicados a lo largo de las carreteras de todo el País. Los primeros estudios cubrieron la evaluación económica y social de proyectos carreteros con criterios de población servida, penetración y reducción de costos de operación; y en conjunto fueron indispensables para gestionar ante el Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo, los primeros créditos externos para financiar obras en materia carretera.

La planeación carretera evolucionó en función de los requerimientos de la red y según las necesidades que surgían. Así, a principios de los años setenta se elaboraron estudios sobre costos de operación de vehículos en carreteras, sobre las componentes externas e internas de los proyectos de inversión

en carreteras y se propusieron metodologías particulares para la evaluación de proyectos.

Los primeros esfuerzos para estudiar el transporte carretero con un sistema, se produjeron hacia mediados de los se - tentas, pero no llegaron a influir en la práctica. Por esos mis - mos años se prepararon los primeros planes direccionales de la - infraestructura carretera, elaborados en respuesta a la preocupa - ción federal por aumentar la eficiencia de la asignación de re - cursos a sistemas de transporte cada vez más extensos y comple - jos.

Al comenzar la década de los ochenta, la planeación de las vías carreteras se había establecido como una actividad va - liosa para la toma de decisiones. Sin embargo, la fragmentación - institucional que padecía el sector transporte, hacia difícil la implantación de procesos de planeación que tuvieron una cobertu - ra lo suficientemente amplia como para orientar la política sec - torial en su conjunto, lo que limitaba los alcances de tareas de la planeación.

Por lo que se refiere al transporte carretero, el pro - ceso de planeación es una secuencia de actividad que ordena las - actividades a emprender, en diversos grupos de trabajo y en dis - tintos momentos. En ese sentido, la adopción del proceso por par - te de las dependencias activas en el área de las vías terrestres, constituye un primer paso de gran relevancia para aumentar la - efectividad de la planeación.



En la figura ( 1 ) representan las etapas del proceso y en la forma en que se relacionan entre si; a continuación se describe en que consiste cada una de éstas:

- A) Diagnóstico y formulación de problemática.
- B) Objetivos y criterios de evaluación.
- C) Generación y análisis de alternativas.
- D) Evaluación de alternativas.
- E) Programación y presupuestación.
- F) Proyecto y construcción.
- G) Operación y seguimiento.

A) Diagnóstico y formulación de problemática.- La información referente al sistema existente de vías terrestres, al sistema socio-económico al que sirve y al entorno organizacional e institucional en que opera, permite adquirir un conocimiento profundo de los sistemas de carreteras, que incluye la identificación y el dimensionamiento de sus principales elementos, así como el tipo y la magnitud de sus interrelaciones. Este conocimiento sirve para elaborar un diagnóstico del problema, del cual a su vez se desprenden los principales problemas del sistema y por tanto, las áreas en las que se requieren acciones especiales.

B) Los objetivos y criterios de evaluación.- Los problemas de un sistema en realidad no son otra cosa más, que manifestaciones de situaciones indeseables que es preciso superar. Para ello conviene formular objetivos específicos que orienten la acción en el rumbo deseado.

Idealmente, los objetivos deben reunir las aspiraciones de los grupos interesados en el sistema estudiado, puesto que así se conseguirá su apoyo para la ejecución de acciones encaminadas a lograrlos. Los criterios de evaluación se derivan di

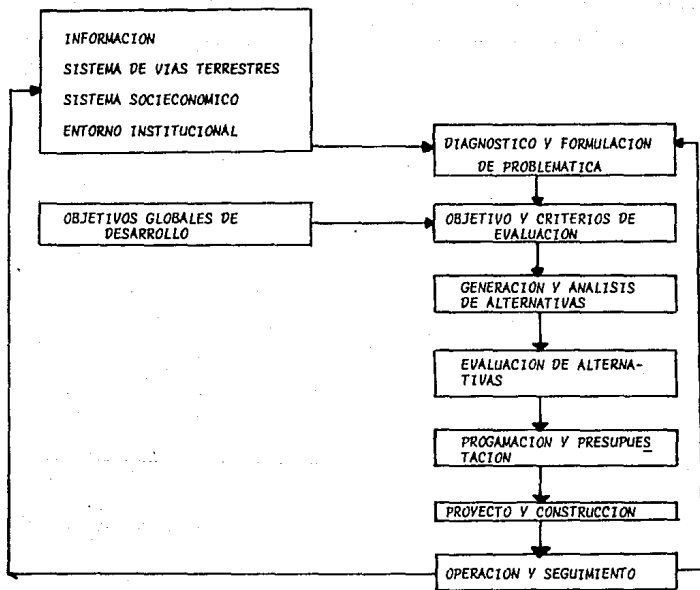


FIGURA ( 1 ) PROCESO DE PLANEACION Y EJECUCION DE LAS OBRAS DE CARRETERAS.

rectamente de los objetivos y no son más que atributos medibles y representativos que dan a conocer el grado en que se alcanzan los objetivos.

C) Generación y análisis de alternativas.- En esta fase se proponen alternativas de acción, las cuales se encuentran ya superadas al conocimiento del sistema y de sus problemas y a la dirección en que se desea orientarlo.

Las actividades de esta fase comprenden, por una parte la identificación y propuestas de diversas alternativas, y por otra parte, el análisis preliminar de su tamaño y conveniencia.- Aunque el proceso de generación de alternativas puede extenderse casi hasta el infinito, el análisis mencionado es útil para acortar la extensión del proceso y concentrar la atención sucesivamente en un número manejable de opciones.

D) Evaluación de alternativas.- Tomando como base los criterios de evaluación de la fase B0, las alternativas propuestas en la fase anterior se evalúan para determinar el grado de cumplimiento de los objetivos. Esta evaluación no solo es técnica y económica, sino que también incorpora aspectos sociales, financieros y políticos que pueden condicionar la factibilidad del proyecto. El producto de esta fase es un documento en el que se resumen, para los encargados de tomar decisiones, las principales ventajas de cada una de las alternativas estudiadas.

E) Programación y presupuestación.- Conocida la elección ya decidida, esta fase consiste en incluir la alternativa propuesta en los programas de acción, de mediano o corto plazo,-

así como prever su inclusión dentro de los presupuestos correspondientes. Un proceso ordenado de planeación comprende el paso del proyecto por los programas de mediano plazo antes de que lleguen a figurar en el presupuesto anual.

En el curso de esta fase también, se revisan las disponibilidades financieras y se efectúan los ajustes convenientes a los programas y los presupuestos.

F) Proyecto y construcción.- Durante el tiempo que la alternativa seleccionada figura en los programas, se desarrolla su proyecto de ingeniería de detalle y se preparan los documentos necesarios para licitar los trabajos de construcción que se requieren, de tal forma que cuando el proyecto se incluya en el presupuesto, se disponga de los elementos indispensables para garantizar la ejecución eficiente y económica de la obra.

G) Operación y seguimiento.- Una vez terminada la obra y puesta en operación, se inicia la fase de operación y protección de las instalaciones construidas, que incluye el monitoreo continuo de su financiamiento. Esta tarea se desempeña en forma permanente, ya que a través de ella se genera información para evaluar los resultados del proyecto y retroalimenta la fase de diagnóstico, lo que permite actualizar la identificación de problemas y, por lo tanto, de las acciones por resolverlos.

El proceso de planeación descrito, es aplicable para las distintas tareas involucradas en la ingeniería de carreteras, sean éstas de desarrollo y/o construcción de nuevas instalaciones, o de conservación o construcción de vías existentes. Tam -

bién, resulta útil aplicarlo a distintos niveles de jurisdicción Federal, Estatal o Municipal, así como a los distintos subsectores del transporte ( carretero, aéreo, ferroviarios, transporte-urbano ).

Sin embargo, el ordenamiento de las actividades propias de la planeación y ejecución de proyectos de carreteras, aunque positivo, no es suficiente para garantizar la actividad de esa actividad.

Se requirieron cambios adicionales, tanto en la naturaleza de las etapas en sí, como en las actividades que se toman al llevarlas a cabo. En el caso del proceso de planeación para el proyecto de carreteras, la contribución potencial de cada ingreso al enriquecimiento y a la efectividad del proceso es muy significativo.

## 2.6 AFORO VEHICULAR

### TRANSITO.

Al proyectar una carretera, la selección del tipo de camino, las intersecciones, los accesos y los servicios, dependen fundamentalmente de la demanda, es decir del volumen de tránsito que circulará en un intervalo de tiempo dado, su variación, su tasa de crecimiento y su composición.

Un error en la determinación de estos datos ocasionará que la carretera funcione durante el período de previsión, bien con volúmenes de tránsito muy inferiores a aquellos para lo que se proyectó o que se representan problemas de congestión.

### DEFINICIONES.

Volumen de Tránsito.- Es el número de vehículo que pasan por un tramo de carretera en un intervalo de tiempo dado; los intervalos más usuales son la hora y el día y se tiene el tránsito horario (TH), y el tránsito diario (TD).

Densidad de tránsito.- Es el número de vehículos que se encuentran en una cierta longitud de camino en un instante dado.

Tránsito Promedio Diario.- Es el promedio de los volúmenes diarios registrados en un determinado período.

Tránsito Máximo Horario.- Es el máximo número de vehículos que pasan en un tramo de camino durante una hora, para un lapso establecido de observación, normalmente un año.

Volumen Horario de Proyecto.- Volumen horario de tránsito que servirá para determinar las características geométricas del camino.

Tránsito Generado.- Es el volumen de tránsito que se origina por la construcción o mejoramiento de la carretera y/o por el desarrollo de la zona por donde cruza.

Tránsito Desviado o Inducido.- Es la parte del volumen de tránsito que circulaba antes por una carretera y cambia su itinerario para pasar por la que se construye o se mejora.

#### DETERMINACIONES DEL VOLUMEN DE TRANSITO.

Para conocer los volúmenes de tránsito en los diferentes tramos de una carretera, se utilizan como fuentes los datos obtenidos de los estudio de origen y destinados, los aforos por muestreo y los aforos continuos en estaciones permanentes.

A) Estudios de Origen y Destino.- Su objetivo primordial es conocer el movimiento del tránsito en cuanto a los puntos de partida y de término de los viajes.

B) Muestreo de Tránsito.- El crecimiento de los volúmenes de tránsito en la red de carreteras, así como la variación de las composiciones de tránsito, ha conducido a que se instalen estaciones de aforos en toda la red, procurando que éstas capturen el tránsito representativo de cada tramo, sin influencia apreciable de viajes suburbanos o de itinerario muy cortos y a su vez, registran un tránsito promedio diario con base al período de una semana, el cual, correlacionado con estaciones maestras, dará como resultado un muestreo razonablemente cercano al tránsito -

promedio diario anual. El conteo de los vehículos se realiza por medio de contadores manuales o electromecánicos registrando estos volúmenes cada hora, clasificándolos en: (A), vehículo ligeros; (B), autobuses y, (C), vehículos pesados.

C) Estaciones Maestras.- Con el objeto de completar, tanto los muestreos de tránsito como los estudios de origen y destino, se han instalado en diversos tramos de la red estaciones permanentes, provistas de contadores automáticos, cuya finalidad es registrar las variaciones y comportamientos de las corrientes de tránsito durante todo el año.

En la actualidad se están utilizando dos tipos de contadores: Los neumáticos que detectan el número de ejes que pasan y cuya lecturas se llevan a cabo 24 horas y los eléctricos, que registran durante lapsos de una hora, el número de vehículos que cruzan por la estación. Mediante un muestreo se obtiene la composición del tránsito, lo que permite obtener la equivalencia entre el número de vehículos y los ejes registrados por los contadores neumáticos.

El análisis de los datos obtenidos para estimar el volumen de tránsito, tanto para carreteras nuevas como para el mejoramiento de las existentes es, en general, privativo de cada proyecto; sin embargo, se presentaran algunos de sus aspectos más comunes con objeto de sentar sus antecedentes:

1. Obtener del Tránsito Anual.- El tránsito promedio-semanal obtenido de la estación de muestreo debe corregirse, para hacerlo representativo del TIDPA ( Tránsito diario promedio - Anual), para lo cual se seleccionará una estación maestra con la



cual existe una correlación aceptable; es decir, que el comportamiento del tránsito en ambas estaciones sea similar.

2. Cálculo del Tránsito Desviado o Inducido.- De los estudios de origen y destino se puede obtener el tránsito desviado probable, que dependerá del ahorro que represente para los usuarios, el empleo del camino en estudio, por conceptos de costos, longitud y tiempo de recorrido.

En virtud de que los estudios de origen y destino son semanales, se deberá hacer la misma corrección que se trató en el inciso anterior.

3. La Obtención del Tránsito Generado.- Se puede hacer por medio de modelos matemáticos de tipo gravitatorio, que consideren la distancia y costo de transporte entre las localidades y las características de la zona de influencia de éstas, tales como habitantes y producción.

#### PREDICION DEL TRANSITO.

La predicción del tránsito es una estimación del tránsito futuro.

Para hacer la predicción del tránsito, existe 2 diferentes métodos estadísticos.

A) Con base en la extrapolación de la tendencia media, ajustando una curva de regresión a la tendencia histórica del crecimiento del volumen de tránsito y extrapolado dicha tendencia, para obtener los valores futuros y los intervalos de con-

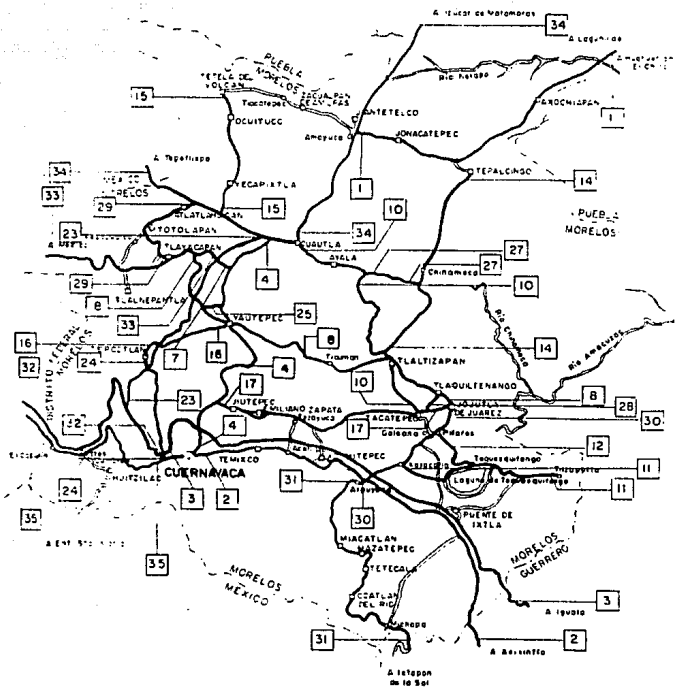
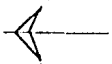
fianza de esa predicciones.

B) Realizando un estudio de regresion múltiple entre el volumen de tránsito y otros elementos, como pueden ser el consumo de gasolina y el registro de vehículo y producto nacional bruto, extrapolado el crecimiento de los tres últimos, para obtener el volumen de tránsito futuro.

En virtud de que muchas ocasiones la falta de datos - impide aplicar los metodos mencionados anteriormente, es necesario estimar en forma empírica, hipótesis de crecimiento pesimista, normal y optimista, para diferentes rangos de volúmenes de tránsito. Estas tasas de crecimiento se obtienen de la observación del incremento de tránsito en carreteras con varios años de operación.

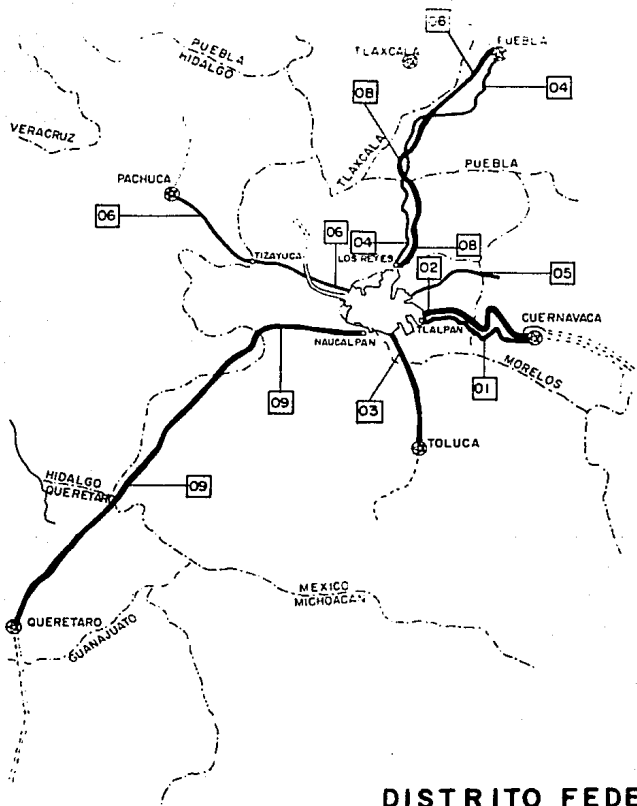
La selección de la hipótesis queda al criterio de las personas que realizan la planeación o el proyecto, quienes deberán analizar previamente, el desarrollo socio-económico actual - potencial de la zona.

A continuación se presentan las diferentes rutas de caminos de los Estados de Guerrero, de Morelos y Distrito Federal - donde se realizan aforos vehiculares, el número dentro del cuadro señala el sitio de aforo vehicular.



ESTADO DE  
MORELOS





**DISTRITO FEDERAL**

2.7 BENEFICIOS QUE APORTARA A LOS ESTADOS DE  
GUERRERO, MORELOS Y AL DISTRITO FEDERAL

BENEFICIOS DEL PROYECTO INTEGRAL.

1).- La distancia de proyecto del tramo CUERNAVACA-ACAPULCO, es de 262 Km, con lo que se tiene un acortamiento en distancia. De la Ciudad de México a Acapulco serán 352 Km, lo que trae consigo un ahorro del 25% de los costos de operación, aunado a la mejoría de las especificaciones.

2).- El tiempo de recorrido desde Acapulco, a una velocidad promedio de 90 Km/hr será de 2 horas 54 minutos a Cuernavaca y de 3 horas 55 minutos a la Ciudad de México; con un ahorro en tiempo de una hora 55 minutos, lo cual es ya competitivo con el tiempo que tomaría ir en avión, pero a un costo sensiblemente menor para una familia.

3).- Se beneficiará a los habitantes de la clase trabajadora de la Ciudad de México, pues se pondrá a su alcance, con una autopista segura y rápida, uno de los puertos vacacionales con mayor renombre mundial.

4).- Se mejorará en forma importante, el factor de ocupación de las estupendas instalaciones turísticas que tiene el puerto, ya que sería un destino de fin de semana, por la reducción en tiempo de recorrido.

5).- Abaratará el transporte de mercancías de la Ciudad de México a los Puertos de Acapulco y Lázaro Cárdenas y viceversa.

6).- Estos beneficios se lograrán en el corto plazo, -  
pués la construcción se puede terminar en tres años.

### TEMA III

#### NORMATIVIDAD VIGENTE PARA LA CONCESION DE LA AUTOPISTA

##### 3.1 ASPECTOS ADMINISTRATIVOS PARA LA CONCESION DE LA CONSTRUCCION, EXPLOTACION Y CONSERVACION DE LA AUTOPISTA.

En el nuevo esquema de obras viales concesionadas, hay cambios sumamente importantes respecto a los procedimientos que antes se habían seguido para la realización de las obras que forman la red vial. Aspectos diversos relacionados con la construcción, la supervisión y el seguimiento físico financiero, sufren transformaciones tan sensibles, que convierten a las empresas de instrumentos para la construcción, en técnicos involucrados en la calidad, funcionalidad, economía y oportunidad de las obras.

Por su parte, las entidades oficiales que tienen a su cargo la conformación de la infraestructura vial, modifican su intervención reduciendo considerablemente sus gastos de administración.

En este sistema de obras viales concesionadas, una vez que se ha terminado el proyecto definitivo de construcción, incluyendo todas las estructuras y obras conexas necesarias, se requiere implementar la convocatoria y posteriormente la supervisión y seguimiento físico financiero de la construcción que cubra todos los trabajos, para permitir posteriormente el concesionario, continuar con las etapas de operación y conservación,



durante todo el lapso señalado para la recuperación de la inversión total.

La Secretaría de Comunicaciones y Transporte es la -- Dependencia Federal facultada para otorgar este tipo de concesiones, lo cual conforme a la Ley de Concesiones no es requisito llevar a cabo por Convocatoria Pública; sin embargo, para que se tenga la más completa transparencia al otorgar este tipo de concesiones, por disposiciones del C. Secretario del Ramo, se ha elaborado un programa de carreteras de cuota concesionadas mediante licitación pública, para que la iniciativa privada participe directamente en el financiamiento, construcción, explotación y conservación de nuevas vías de comunicación de vital importancia que reporten sustanciales beneficios para la economía nacional y el mejoramiento del nivel de vida de la población, como lo demandan las acciones tendientes a la modernización del País.

La aceptación del Sector Privado a este programa y la entusiasta respuesta de los inversionistas y constructores en los concursos celebrados en 1989, permiten aseverar que se avanza firmemente en la realización de los proyectos carreteros de cuota con inversión, concesionados mediante licitación pública.

De cada obra del programa, la Secretaría, publica en los principales diarios, la Convocatoria a concurso para adjudicar la concesión administrativa, que incluye la construcción, explotación y conservación de la obra vial, la que será operada bajo el régimen de cuota.

En la Convocatoria se señala el plazo para la inscripción

ción comunmente de 15 a 20 días, y el lugar, fecha y hora en que se llevará a cabo la recepción y apertura de posiciones, fijándose esa fecha generalmente unos dos meses después de terminado el plazo de inscripción; así también, se establece los requisitos - que deben cumplir los interesados; las condiciones de inscripción y de entrega de los documentos inherentes del concurso; y la forma como se realizan la presentación y apertura de proposiciones, así como el fallo correspondiente.

## REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS INTERESADOS.

En el concurso pueden participar las personas físicas o morales que cumplan los requisitos a que se refiere el artículo 12 de la Ley de Vías Generales de Comunicación, el cual establece que sólo se otorgarán las concesiones a ciudadanos mexicanos o a sociedades constituidas conforme a las leyes del País; y si llegaren a tener uno o varios socios de nacionalidad extranjera, deberán considerarse como mexicanos respecto a la concesión y no invocar, por lo que ella se refiere, la protección de sus gobiernos, bajo la pena de perder, en beneficio de la Nación, todos los bienes que hubieren adquiridos para explotar la vía de comunicación.

Como la propia convocatoria estipula que la sociedad que en su caso será adjudicataria de concesión, deberá contar con un capital mínimo de veinte millones de pesos, el cual deberá estar suscrito y pagado al momento en que se otorgue el Título de Concesión y tener también, los recursos financieros proporcionales al monto del proyecto, el interesado en inscribirse al concurso, deberá tomarlo en cuenta, para considerar si dispone de ese capital social y los recursos necesarios para la obra, o si precisa reunirse con otras empresas o constructoras para constituir una sociedad mercantil, que sea titular de la concesión que le fuere adjudicada y cuyo objeto social sea construir, explotar y conservar carreteras y puentes que en concurso le otorgue la Secretaría, tenga su domicilio social en territorio mexicano y su duración sea por lo menos igual a la de la concesión que detente.

Por otra parte, también deberá considerar que habrá de recurrir a un financiamiento externo, de la banca o cualquier otra fuente, a fin de reunir el capital ( capital de riego ), para la ejecución de la obra, su explotación y su conservación.

Desde luego que para solicitar la inscripción al concurso, no es necesario que ya esté constituida la nueva Sociedad Anónima antes mencionada, pero sí se requiere que se tenga definida la relación de las Empresas o Constructoras que vayan a participar como accionistas de esa sociedad, ya que al presentar su proposición, uno de los requisitos señalados en el Pliego General del Concurso es el de que exhiban constancia notarial, comprometiéndose a constituir dicha sociedad, en el caso de que les sea adjudicada la concesión.

Por lo tanto, para la inscripción es suficiente que el interesado presente la solicitud respectiva, declarando que reúne los requisitos del artículo 12 de la Ley de Vías Generales de Comunicación y en su caso, la relación de las Empresas o Constructoras que vayan a participar como accionistas en la nueva sociedad mercantil, la que constituirán para obtener la titularidad de la concesión, si le es adjudicada.

#### INSCRIPCION Y ENTREGA DE DOCUMENTOS.

A este respecto, la Convocatoria señala que la Dependencia revisará la sociedad y en un plazo de dos días entregará la documentación sobre el concurso al interesado que cumpla con los requisitos indicados en el párrafo anterior, previo pago del costo del material respectivo, figurando en dicha documentación el pro

yecto de la obra, con las especificaciones técnicas para su construcción y operación; las tarifas oficiales a aplicarse, que deben mantenerse a valor constante durante la vigencia de la concesión; los estudios e informes realizados por la Secretaría; el Pliego General de Concurso; el modelo de Título de Concesión y la información sobre el régimen fiscal a que estará sometida la obra.

De la documentación mencionada, conviene destacar al Pliego General del Concurso, que contiene los requisitos que el concursante debe tomar en cuenta y cumplir, para presentar su proposición.

La Cláusula Décima del Pliego General del Concurso señala la información y documentos que el proponente debe acompañar a su propuesta. Por brevedad, solamente se hará referencia a aquellos que se considera conveniente que de antemano conozcan los interesados en inscribirse a un concurso.

- Acreditación legal de la personalidad y capacidad del concursante que suscribe la proposición. En el caso de que se presenta constituir una persona moral como titular de la concesión, se deberá presentar también, constancia notarial en la que se comprometan a formar dicha sociedad si les es adjudicada la concesión.

- Proyecto de estatutos de la futura Sociedad Concesionaria.

- Capital Social previsto para la futura Sociedad, - el cual no será menor de veinte millones de pesos, debiendo to-

marse en cuenta que los recursos financieros para la realización de la obra tendrán que ser proporcionales al monto del proyecto.

- Monto de la inversión total para la obra, incluyendo los gastos de conservación y explotación y los gastos financieros correspondientes.

- Proposición sobre el tiempo de duración de la concesión, expresado en años y meses, sin que pueda exceder a 20 años.

- Cuantía de los recursos ajenos a la sociedad; procedimientos y garantías previstos para la obtención de los medios de financiamiento; plan de amortización de las inversiones y plan económico financiero de la futura Sociedad.

- Programas de obra detallado, indicando los plazos de iniciación total e inmediata apertura de tránsito.

- Programa de conservación detallado a que se ajustarán los trabajos para mantener la obra en condiciones óptimas de servicios.

#### PRESENTACION DE LA PROPOSICION Y FALLO

La presentación, apertura y lectura de las proposiciones, se efectúa en el lugar, fecha y hora indicados en el Pliego Generales de Concurso, revisando que las propuestas estén acompañadas de los datos y documentos señalados en la Cláusula Décima de dicho Pliego, levantándose el acta correspondiente. Al término del acto se informa del lugar, fecha y hora en que se dará conocer el fallo de la Secretaría.

La convocatoria también, hace referencia a que debe - presentarse con la proposición, una carta compromiso emitida por la Institución Financiera interesada en apoyar el proyecto.

Una vez analizadas las proposiciones admitidas en el - acto de presentación, la Secretaría emite el dictámen correspondiente, en el que fundamenta el fallo, tomando en cuenta que se adjudicará la concesión al concursante que ofrezca el menor plazo para la explotación de la concesión; en caso de empate, se adjudicará a la persona física o moral que ofrezca terminar las -- obras en el menor plazo, y si persiste el empate se otorgará al concursante que ofrezca mayor consistencia, congruencia y solidez, en sus programas de ejecución y financiamiento.

Por supuesto, si ningún concursante reúne los requisitos, la Secretaría podrá declarar desierto el concurso.

## SUPERVISION Y SEGUIMIENTO FINANCIERO DE LA CONSTRUCCION.

En este tipo de esquema de concesión, que por la magnitud de la obra, tanto desde el punto de vista de volúmenes por ejecutar, como por los importes correspondientes a la construcción; y principalmente por los tiempos mínimos en que deben ejecutarse los trabajos para disminuir el impacto del financiamiento en la etapa constructiva, aunado al hecho de tener que poner en operación el tramo concesionado a la brevedad posible, para permitir la recuperación mediante el cobro de cuotas, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, conforme se establece en los Pliegos de la Convocatorias, no supervisa los trabajos, sino que lleva a cabo una verificación de los mismos; por lo cual y basándose en el compromiso de la Concesionaria de ejecutar los trabajos dentro de las normas establecidas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, compromete a la propia Concesionaria a establecer una supervisión detallada, implementando dentro de su organización, todo lo necesario para garantizar un correcto control de calidad en todas sus fases y para llevar a cabo trabajos de topografía y controles de avance que permitan a la Secretaría de Comunicaciones y Transporte efectuar el seguimiento físico financiero de la obra.

Subsecretaría de  
- Asesoría



ASPECTOS GENERALES SOBRE EL DESARROLLO DE LA CONCE  
SION DE LA AUTOPISTA CUERNAVACA-ACAPULCO.

En cumplimiento al programa de carretera de cuota y -  
conforme al concurso respectivo, "La Secretaría" otorgó a la -  
"Concesionaria" concesión para la construcción, explotación y -  
conservación del tramo Tierra Colorada-Acapulco de la Autopista-  
México-Acapulco, el día 28 de julio de 1989.

En la condición número décimo cuarta del Título de -  
concesión mencionado, se estableció que "La Concesionaria", ten-  
dría derecho a solicitar la ampliación de su concesión para lle-  
var a cabo la construcción, explotación y conservación de un tra-  
mo adicional de la Carretera de Cuota México-Acapulco con una -  
extensión de 215 Km aproximadamente, que comprende los tramos de  
dicha Autopista de Tierra Colorada a Chilpancingo y Cuernavaca,-  
en los términos y condiciones que fije "La Secretaría".

La convocatoria para el concurso de la concesión de la  
Autopista Chilpancingo-Acapulco, en su tramo Tierra Colorada-Aca-  
pulco con una longitud de 47 Km., fué publicada el 3 de marzo de  
1989. El concurso se realizó el 12 de mayo, y el fallo se dio a-  
conocer el día 16 de junio del mismo año. En esta convocatoria -  
se contemplaba que el Gobierno del Estado de Guerrero aportaría  
el 25% de los recursos necesarios para este tramo y se abrió la  
posibilidad de que además, pudiera aportar otras personas físi-  
cas o morales recursos adicionales.

Se recibieron únicamente tres propuestas, de las cua-  
les fué seleccionada la que ofrecía el menor tiempo de concesión,  
de 14 años 8 meses, y además cumplía con todos los requisitos -  
de seriedad solicitados por la SCT.

## PROYECTO INTEGRAL CUERNAVACA-ACAPULCO.

La Secretaría consideró que era conveniente realizar un proyecto integral de la Autopista Cuernavaca-Acapulco, debido a los grandes beneficios que se generan, lo cual fué comprobado en el estudio de factibilidad del proyecto integral, estos beneficios se presentaron en el capítulo anteriores.

Debido a las razones antes expuestas la SCT, decidió ampliar el título de concesión en 215 Km, para que comprendiera el proyecto desde Cuernavaca hasta Acapulco, con una longitud total de 262 Km.

Sin embargo, para lograr las metas anteriores, se formó un consorcio con las compañías que participaron en la licitación y se dividió el proyecto integral en tres partes iguales, encabezado por la Empresa Concesionaria a quien se asignó el contrato, aportando este consorcio el 25% el costo de la construcción. estas empresas a su vez invitaron a otras empresas constructoras a participar en este proyecto.

Es importante hacer notar que se construirá adicionalmente un tunel de 2,7 Km, en la entrada del Puerto de Acapulco, lo cual mejorará este proyecto integral.

### PROGRAMA DE EJECUCION.

Con fin de lograr un programa de construcción de tres años, con la distribución más adecuada técnicamente, la carretera se dividió en tres tramos equivalentes en volumen de obra y dificultad, quedando de la siguiente forma:

### 1.- GRUPO MEXICANO DE DESARROLLO:

Construirá el tramo Acapulco-Tierra Colorada con la excepción de los primeros 2.5 Km, para llegar a Acapulco y del Km, 37 más 000 hasta los túneles inclusive, los cuales serán --  
construidos por ICA, GMD continuará de Tierra Colorada hacia --  
Chilpancingo hasta completar el 34% en monto, del importe total de la obra.

### 2.- GRUPO ICA.

Además, de los tramos relacionados en el párrafo anterior, ICA construirá el tramo a partir de donde termina GMD, hasta Chilpancingo y su continuación hasta Alpuyecá, incluyendo el puente sobre el Río Mezcala, hasta lograr el importe de su participación, correspondiente al 33%.

### 3.- TRIFASA.

Construirá el tramo faltante que comprende desde Cuernavaca a Alpuyecá y su continuación rumbo a Chilpancingo, hasta donde se complete el importe de su participación correspondiente al 33%.

El plazo de construcción será de tres años, entrando--  
tramos en operación a partir del segundo año.

MARCO LEGAL.

GMD, ICA y TRIBASA constituyeron el 28 de julio de 1989, un Fideicomiso irrevocable con las siguientes características:

FIDEICOMITENTES: GMD, ICA y TRIBASA y otros que se adhieran posteriormente al Fideicomiso, aportando en dinero o especie al patrimonio del mismo. GMD aportará además, los derechos al cobro de la Concesión.

FIDUCIARIO: BANCA SERPÍN S.N.C.

FIDEICOMISARIOS: Los fideicomisarios arriba nombrados - en proporción a sus aportaciones y el Gobierno Federal por el derecho de que sea entregada la Autopista Cuernavaca-Acapulco, una vez terminado el plazo de concesión.

Será finalidad del Fideicomiso:

1.- Que el Fiduciario reciba los derechos de cobro de los ingresos producto de la explotación, derivados de la concesión de la carretera, y ejerza todos los derechos al cobro de la misma.

2.- Que obtengan los recursos necesarios para la construcción.

3.- Que administre, invierta y vigile la aplicación de estos fondos.

4.- Que pague los créditos o instrumentos financieros

con el producto de los derechos de cobro de la explotación de la concesión, una vez deducidos los gastos de operación, mantenimiento y explotación; y cuando éstos sean pagados, les entregue a los Fideicomisarios las cantidades sobrantes.

5.- Le entregue al Gobierno Federal la Autopista Cuernavaca-Acapulco, una vez terminado el plazo de concesión.

#### ACCIONES A TOMAR.

1.- Obtención de las autorizaciones necesarias de la SHCP y de la Comisión Nacional de Valores, para la emisión de los Bonos de Desarrollo Regional antes de 30 de agosto de 1989.

2.- Autorizaciones por la SCT y Autoridades Competentes para la participación de CAPUFE con fondos de la carretera México-Alpuyeca.

3.- Entrega de derechos de vía para la construcción de la carretera por parte de SCT.

4.- Inicio de la construcción de la autopista en 5 frentes el día 5 de septiembre de 1989. Cumpliendo en forma estricta el programa fijado por la SCT, desde la publicación de la concesión.

### 3.2 CONSIDERACIONES GENERALES DE COMO REALIZAN EL FINANCIAMIENTO DE LA AUTOPISTA.

La programación y la organización, constituyen importantes elementos dentro de la planeación y la administración, por lo que en el ejercicio del financiamiento para obras viales concesionadas, revisten una importancia significativa. Ya que la inadecuada planeación y administración del mismo, pondría en serios problemas financieros no sólo al proyecto de que se trata, sino al patrimonio de los inversionistas que en él intervienen, ya sea accionistas o acreedor, dada la magnitud de los recursos necesarios que se requieren para su ejecución.

El objeto de este subtema consiste en exponer y analizar los esquemas y mecanismos principales de la planeación y administración, en el ejercicio del financiamiento, basado en:

- Planeación y determinación de esquemas de inversión.
- Administración de estrategias de disposición y amortización del financiamiento y sus efectos en la rentabilidad del proyecto.
- Planeación de los efectos en las fluctuaciones de tasas de interés reales de los financiamientos sobre los costos y rendimientos financieros.
- Efectos en los ajustes de tarifas de peaje sobre costos financieros

## PLANEACION Y DETERMINACION DE ESQUEMAS DE INVERSION.

Dentro de éste se analizarán los diversos esquemas de inversión para el financiamiento de un proyecto de obras viales concesionadas al sector privado.

La construcción y explotación de obras viales, fueron actividades reservadas exclusivamente al Sector Público, a efecto de que éste las desarrollará y proporcionará su uso a la comunidad; sin embargo, como consecuencia de la crisis económica que enfrenta el País, provocando una escasez de recursos financieros disponibles para inversiones en infraestructuras; y teniendo éstos un alto costo, el Gobierno Federal optó por concesionar este tipo de obras al Sector Privado, para no frenar el desarrollo económico de la Nación y seguir proporcionando estos servicios a la comunidad demandante.

Este tipo de obras de infraestructuras demandan un número elevado de recursos financieros para su realización, por lo que son susceptibles de financiarse con recursos propios de los inversionistas, teniendo que recurrirse a los diversos mercados financieros, a fin de obtener los flujos complementarios para cubrir el valor de la inversión.

Estos instrumentos financieros deben presentar las características siguientes entre otras:

- a) Ser a largo plazo, por lo que deberán provenir - del mercado de capitales.
- b) Los intereses y/o rendimientos deberán incorpo -

rarse al principal mediante su capitalización, en virtud de que durante el período de construcción, el cual generalmente es mayor a un año, no se generan flujos financieros para hacerles frente, así como en los primeros períodos de explotación.

c) Ofrecer rendimientos superiores a los que ofrecen los mercados de dinero para hacerlos competitivos con éstos y cubrir la prima de riesgo adicional que implican los mercados de capital.

d) Otorgar suficiente garantía de recuperación.

e) Tener bursatilidad en los mercados secundarios para ofrecer liquidez adecuada a los inversionistas potenciales.

Dentro de los instrumentos existentes en el mercado de capitales, que se pueden aplicar a este tipo de proyectos tenemos:

a) Certificados de Participación Ordinarios Amortizables, los cuales son Títulos de Crédito que representan el derecho a una parte proporcional de los frutos o rendimientos de los valores, derechos o bienes de cualquier clase que tengan un fidei comiso irrevocable para ese propósito, la sociedad fiduciaria que los emita; siendo el patrimonio fiduciario los derechos al cobro derivados de la explotación de la concesión. Por lo que los tenedores de estos certificados participarán de los rendimientos que en su caso se obtengan de la explotación del bien concesionado de que se trate.

Estos certificados darán a su tenedores, además del de



recho a una parte proporcional de los frutos o rendimientos co -  
rrespondientes, el de reembolso del valor nominal de los títulos.

b) Bonos de Desarrollo.- Los cuales son Títulos de -  
Crédito que emiten las Sociedades Nacionales de Crédito y que se  
colocan entre el gran público inversionista, variando sus condi -  
ciones de amortización, plazo de vencimiento, pago de rendimienu -  
tos, etc., en función de las características particulares de cada  
proyecto.

c) Crédito Simple con Garantía Fiduciaria de los derechos  
de cobro de la concesión. Los cuales son otorgados por las -  
Sociedades Nacionales de Crédito a los concesionarios; variando -  
sus condiciones y características en función a cada proyecto en -  
particular.

Fideicomitiendo los derechos al cobro de la concesión -  
los cuales quedan en garantía de la recuperación del financiamien  
to.

#### ESTRATEGIAS DE DISPOSICION DEL FINANCIAMIENTO EN LA RENTABILIDAD DEL PROYECTO.

La mecánica de disposición del financiamiento en un -  
proyecto de obra de infraestructura concesionada, debe estar com-  
pletamente definida en función al programa de obra, ya que una -  
distribución desbalanceada ocasionará gastos financieros no pro-  
gramados, lo cual aumenta el valor de la inversión de la conceu -  
sión, poniendo en peligro la rentabilidad del proyecto, ya que el  
período de capitalización del costo financiero será mayor.

A efecto de disminuir el costo de inversión en la construcción, período en el cual no se tiene ingresos, la ejecución de la obra deberá ser en el menor tiempo posible.

El tiempo de construcción es una de las variables de terminantes en la viabilidad financiera de un proyecto, ya que para el caso en los cuales el período de construcción es más largo, se incurren en costos adicionales vía costo de capital e inflación; aumentando el importe de la inversión a ser recuperada por los ingresos netos.

Dichos ingresos se integrarán por un aforo determinado a una tarifa establecida, que no se modifican por variaciones en el período de construcción, alargando implícitamente el período de recuperación del capital invertido.

Salvo que la tasa de rendimiento esperado sea disminuida, la disposición del financiamiento, en caso de ser posible, deberá estar en función de las siguientes premisas:

a) Cuando el costo del capital del proyecto sea superior a la actualización de precios de los ingresos, vía inflación o cualquier otro parámetro; así como el costo de oportunidad ( inversión de los flujos excedentes de instrumentos financieros), la disposición se deberá dividir hacia el final del programa.

b) Para el caso en el cual el costo de capital sea inferior al parámetro de actualización de los ingresos, la disposición se deberá dividir hacia el principio del programa.

c) Si el costo de oportunidades es superior al costo

de capital, independientemente del parámetro de actualización de ingresos, la mayor disposición deberá realizar al principio del programa de inversión.

Considerando lo anterior, las disposiciones del financiamiento se deben realizar con base en el avance de obra, ya que si bien, éste es un ingreso para las empresas constructoras encargadas de ejecutar la construcción de la obra, estos avances integran la inversión realizada a recuperarse mediante la explotación de la concesión para los inversionistas. Por lo que al realizar una disposición del financiamiento en forma anticipada al avance de obra, se está adelantando la inversión a recuperar, incluyendo el costo de capital respectivo, sin tener inversión física que lo sustente y por consiguiente disminuyendo la rentabilidad del proyecto.

En aquellos casos en los cuales empresas constructoras son las titulares de la concesión para la construcción, mantenimiento y explotación de obras de infraestructura pública, las aportaciones de recursos propios a los proyectos se realizan mediante la depreciación de maquinaria y equipo; gastos indirectos y márgenes de utilidad, principalmente, ya que su mayor activo lo ingresan los bienes de capital. No teniendo recursos líquidos suficientes para financiar la parte de inversión propia.

Por lo que estas aportaciones se capitalizan al momento de llevar a cabo la construcción y durante el transcurso de su ejecución. De ahí que los agentes financieros, como política, otorgan los créditos sobre los avances de obra, cubriendo únicamente la proporción de apalancamiento financiero establecido; es decir, cada estimación de obra. Los financieros otorgan recursos

hasta un porcentaje determinado, siendo la parte faltante, aportación, gastos indirectos y margen de utilidad no cobrados en la realización de la obra, constituyendo la inversión a recuperar, mediante la explotación de la concesión.

Cabe mencionar que los agentes financieros tienen como política general, otorgar un determinado porcentaje como anticipo de obra, calculado sobre el importe de la inversión total y disminuyéndole la parte proporcional que constituye la inversión con recursos propios.

Uno de los aspectos más importantes que se deben considerar dentro de la planeación para el ejercicio de un financiamiento, es su forma de amortización, la cual debe ser acorde a los flujos que obtenga el proyecto; y a efecto de disminuir el riesgo de recuperación de la inversión propia, se deberá dar prioridad al pago de los pasivos, permitiendo liberar al proyecto de costos financieros adicionales e iniciar su recuperación real; ya que para este tipo de proyectos, las fluctuaciones en las tasas de interés nominal sobre la inflación, son altamente sensibles.

#### PLANEACION DE LOS EFECTOS EN LAS FLUCTUACIONES DE TASAS DE INTERES REALES, DE LOS FINANCIAMIENTOS SOBRE LOS COSTOS Y RENDIMIENTOS FINANCIEROS.

Las obras de infraestructura requieren, para su consecución, de importante volumen de recursos financieros, por lo que se tiene que recurrir a la obtención de créditos de terceros, los cuales implican un costo que está representado en los intereses

ses que piden éstos sobre el capital prestado; siendo actualmente muy elevados. Como ejemplo, tenemos que los mercados financieros consideran como costo de oportunidad la tasa que ofrecen los Certificados de la Tesorería de la Federación ( CETES ); los cuales son instrumentos con una prima de riesgo alta, siendo la diferencia entre estos rendimientos y la inflación, la prima de riesgo.

Al considerar a los CETES como el instrumento que mide el costo de oportunidad, los financieros otorgan recursos adicionales a la tasa de éstos una prima de riesgo que flutúa entre tres y diez puntos porcentuales. Por lo que el proyecto, si se toman las cifras del párrafo anterior, deberá obtener ingresos suficientes para pagar un costo de capital que oscila entre los 28 y 35 puntos porcentuales anuales.

Siempre y cuando estos ingresos se actualicen conforme a la inflación, al ajustar las tarifas de cobro de tiempo e importe. No obstante, al actualizar las tarifas conforme a la inflación, se puede afectar seriamente la curva de la elasticidad-precio de la demanda, disminuyendo la afluencia de usuarios y por consiguiente, manteniendo e incluso, reduciendo los ingresos totales.

Por lo expuesto anteriormente, al realizar la planeación de los financiamientos que se requieren, es necesario considerar las fluctuaciones de las tasas de interés real ( tasas nominales menos inflación ), a través de diversas técnicas de planeación financiera, tales como: análisis de series de tiempo; modelos econométrico y de simulación; análisis de sensibilidad, etc.

Las cuales permiten conocer el comportamiento futuro de un grupo de variables y tomar, con la oportunidad requerida, las decisiones necesarias. Como por ejemplo, en la fijación del plazo de recuperación de la inversión esperada.

#### EPECTOS EN LOS AJUSTES DE TARIFAS DE PEAJE, SOBRE EL COSTO FINANCIERO.

Otro aspecto que afecta sensiblemente la rentabilidad de un proyecto, es la oportunidad en el ajuste del importe de las tarifas de cobro a los usuarios; siendo que un ajuste con base en la inflación, siempre será extemporáneo.

Puesto que durante un período de tiempo determinado, - en el cual se registra un aumento generalizado de precios, se incrementaron en costos y gastos (incluyendo de capital), aumentados, reconociéndose posteriormente este efecto en los ingresos, - por lo que éstos se deben actualizar con la mayor regularidad posible; sobre todo en economías altamente inflacionarias, cuidando de no afectar la curva de elasticidad precios de la demanda; - lo cual obliga a desarrollar sofisticadas técnicas de microeconomía y mercadotecnia.

#### FINANCIAMIENTO.

Como ejemplo, el financiamiento del proyecto se obtendrá de la siguiente manera:

1.- 25% del costo del proyecto aportado por el consorcio constructor.

2.- El 50% aportado por el grupo de Bancos que encabezará BANCA SERFIN S.N.C., con la posible participación de el BANCO BANCOMER S.N.C., que se obtendrán mediante la emisión de BONOS DE DESARROLLO REGIONAL, sancionados por la COMISION NACIONAL DE VALORES.

3.- El 25% adicional se obtendrá de la participación de CAMINOS Y PUEBLES FEDERALES DE INGRESOS Y S.C. ( CAPUFE ), PEMEX y la aportación de inversionistas regionales o particulares.

Con este se logrará que la aportación del Gobierno del Estado de Guerrero ya no sea necesaria.

La aportación de Caminos y Puentes Federales de Ingresos se logrará mediante la aportación de parte de las cuotas de la Carretera México-Cuernavaca-Alpuyeca.

En la gráfica ( 3.2.1 ), se presenta un organigrama de operación de bonos bancarios de infraestructura de las carreteras concesionadas.

ESQUEMA DE OPERACION DE LOS BONOS  
BANCARIOS DE INFRAESTRUCTURA

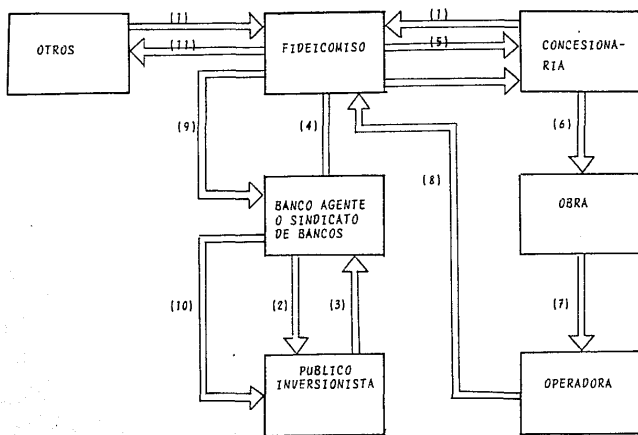


FIGURA 3.2.1.



## TEMA IV

### ASIGNACION DE RECURSOS Y PROGRAMAS DE EJECUCION.

#### 4.1 PLANEACION DE LA CONSTRUCCION.

En esencia, la construcción es una combinación de organizaciones, la ingeniería, conjeturas estudiadas y riesgos calculados. Por su misma naturaleza, las operaciones de la construc-ción deben realizarse en el lugar del proyecto. La construcción es un riesgo dinámico, incansable y compulsivo. Sin embargo, hay dos factores básicos que contribuyen a estabilizar la industria de la construcción.

En tiempo próspero, hay una demanda inmediata y amplia de los servicios de los contratistas tanto por parte del gobier-no como por la Iniciativa Privada; el Gobierno Federal y de los estados tienden a acelerar los programas de obras públicas con el fin de compensar la caída de las actividades económicas. Otro elemento inherente a la estabilidad es la actividad de la indus-tria, debido a lo cual, está menos sujeta a las bajas económicas repentinas.

La construcción de un proyecto carretero lleva consigo miles de detalles y de interrelaciones complejas entre los pro-pietarios, contratistas, ingenieros, fabricantes, comerciantes del material, distribuidores del equipo, dependencias gubernamentales, la mano de obra y otros.

Los dos requisitos más importantes para tener éxito en

el negocio de la construcción consisten en una planeación eficaz del trabajo y en la estimación de los costos.

Los costos no pueden predecirse con exactitud. Pero el contratista que se aproxima lo más posible a un pronóstico acertado del costo, hará propuestas inteligentes en un mayor porcentaje de la veces y tendrá éxito.

Los estimados de la construcción se preparan para determinar el costo probable de la construcción de la carretera. De manera casi universal, tales estimados o presuuestos se preparan por los contratistas antes de enviar propuesta o firmar contratos para los proyectos importantes. Para ser valioso, un estimado debe estar basado en una imagen mental detallada de la operación total; ésto, es necesario planear el trabajo como si ya se estuviera realizando. De acuerdo con ésto es sensato que el superintendente general de la construcción o el administrador o gerente de proyectos que estará a cargo del trabajo, tomen parte en la preparación de estos estimados.

La ejecución de los trabajos, tanto de terracerías, drenaje, pavimentos y obras complementarias como son las estructuras, se deben ajustar al proyecto de construcción elaborado por la SCT; sin embargo, el concesionario tendrá la opción de planear modificaciones al proyecto parcial o total, siempre y cuando sea en beneficio de la obra, tanto en su aspecto constructivo como por reducciones del tiempo de construcción, para lo cual deberá presentar los planteamientos respectivos en forma oportuna y debidamente apoyados, tanto con pruebas de laboratorio como con planos, a fin de que se proceda a su revisión por

la dependencia y resolver lo procedente.

Conforme lo señala la Convocatoria, durante la construcción es necesario poder cuantificar la obra real ejecutada, que debe ser parámetro comparativo con los volúmenes que fueron consignados en la Convocatoria y que sirvieron de base al concesionario para formular su proposición, de tal forma que cuando por razones de variación en más o menos en relación al proyecto o por circunstancias especiales de la construcción, se tengan conceptos no considerados, su cuantificación permitirá en la ejecución de la obra ir determinando parcialmente y al final, el importe adicional o de menos, que conforme a lo establecido debe considerarse en un mayor o menor tiempo de recuperación, de acuerdo con las tarifas de cobro que en su momento la Secretaría de Comunicaciones y Transporte fijó al Concesionario.

Finalmente, es conveniente señalar que para este tipo de obras concesionadas la liberación del derecho de vía no solo es fundamental, sino indispensable, solucionarla por anticipado, siendo necesaria la participación del Concesionario para que complete lo que corresponde a la SCT, que consiste en liberar todo el derecho de vía de la franja de construcción de la carretera concesionada; por parte de la Empresa Concesionaria deberá resolverse todo lo relativo a la liberación de bancos de materiales, pero en su caso y a petición de la misma la Secretaría, ambas partes podrán intervenir en las negociaciones del total por liberar, a fin de lograr en su momento, que las regalías por explotación de materiales, sean las que normalmente cubren la dependencia para este tipo de trabajos, cuando el pago es oportuno.

La liberación y adquisición del derecho de vía por parte de la Secretaría tiene por finalidad asegurar el terreno en que se desarrollará este tipo de obras como propiedad federal, - para permitir una vez terminada la concesión, que la obra en su totalidad pase a ser operada por el Gobierno Federal sin ninguna restricción de los límites que se asiente.

Por considerar que estos esquemas difieren totalmente de las obras que se han ejecutado y de las que se ejecutarán con inversiones federales, se ha hecho especial énfasis en los aspectos más determinantes de variación, como son la convocatoria y - la verificación y seguimiento físico financiero de la obra en - construcción.

la dependencia y resolver lo procedente.

Conforme lo señala la Convocatoria, durante la construcción es necesario poder cuantificar la obra real ejecutada, que debe ser parámetro comparativo con los volúmenes que fueron consignados en la Convocatoria y que sirvieron de base al concesionario para formular su proposición, de tal forma que cuando por razones de variación en más o menos en relación al proyecto o por circunstancias especiales de la construcción, se tengan conceptos no considerados, su cuantificación permitirá en la ejecución de la obra ir determinando parcialmente y al final, el importe adicional o de manos, que conforme a lo establecido debe considerarse en un mayor o menor tiempo de recuperación, de acuerdo con las tarifas de cobro que en su momento la Secretaría de Comunicaciones y Transporte fijó al Concesionario.

Finalmente, es conveniente señalar que para este tipo de obras concesionadas la liberación del derecho de vía no solo es fundamental, sino indispensable, solucionarla por anticipado, siendo necesaria la participación del Concesionario para que complete lo que corresponde a la SCT, que consiste en liberar todo el derecho de vía de la franja de construcción de la carretera concesionada; por parte de la Empresa Concesionaria deberá resolverse todo lo relativo a la liberación de bancos de materiales, pero en su caso y a petición de la misma la Secretaría, ambas partes podrán intervenir en las negociaciones del total por liberar, a fin de lograr en su momento, que las regalías por explotación de materiales, sean las que normalmente cubren la dependencia para este tipo de trabajos, cuando el pago es oportuno.

La liberación y adquisición del derecho de vía por parte de la Secretaría tiene por finalidad asegurar el terreno en que se desarrollará este tipo de obras como propiedad federal, - para permitir una vez terminada la concesión, que la obra en su totalidad pase a ser operada por el Gobierno Federal sin ninguna restricción de los límites que se asiente.

Por considerar que estos esquemas difieren totalmente de las obras que se han ejecutado y de las que se ejecutarán con inversiones federales, se ha hecho especial énfasis en los aspectos más determinantes de variación, como son la convocatoria y - la verificación y seguimiento físico financiero de la obra en - construcción.

#### 4.2 PROGRAMA GENERAL DE CONSTRUCCION

Sin una programación adecuada, una empresa encontrará que su operación es tan ineficiente como si no hubiera establecido procedimientos estándares. Para el diseño, la compañía programa en esencia, las necesidades es de mano de obra.

Esta tarea aumenta en importancia conforme crece la cantidad de proyectos que van a ser realizados al mismo tiempo. Una administración adecuada de la empresa será capaz de programar su trabajo de manera que no acepte más de lo que buenamente pueda realizar con la cantidad de personal de que dispone.

Para la planeación de la carga de trabajo total, es esencial la programación del proyecto individual. El método más simple y utilizado para este propósito es el diagrama de barras, el cual es una representación gráfica de las capacidades de mano de obra ( representadas por barras ), con respecto al tiempo. Al estudiar este diagrama, se determinan rápidamente las fechas de comienzo y terminación del trabajo y cuándo y por qué cantidad serán mayores las necesidades de mano de obra.

Lo primero que se debe hacer cuando se comienza la preparación de un estimado, es hacer un programa del tiempo necesario para realizar la operación propuesta y fijar un plan tentativo de los métodos para hacer el trabajo. Es necesario estudiar con detalle los planos y las especificaciones antes de visitar el lugar del proyecto. Este estudio se avanza lo suficiente como para establecer un programa de avance tentativo, para la partida más importante o dirigente del trabajo.

El programa de avance muestra todas las partidas que afectan el progreso del trabajo y considera la duración de la construcción en un lugar particular. En donde sea aplicable, considera la fecha más ventajosa o la fecha requerida para desviar los ríos, cuando pueden obtenerse partidas de equipo o de la planta de construcción nuevas o especializadas, las posibles fechas de entrega de los materiales proporcionados por la contratistas, las fechas de recepción de las partidas de equipo principales que son proporcionados por el propietario, y otros factores de control. Con estas fechas se determinan las tasas de producción para la partidas de control de trabajo y se establecen tentativamente el tipo, la cantidad y el tamaño de las diversas unidades del equipo y de la planta de construcción necesarias para terminar el trabajo, como lo requiere este programa.

Basándose en el programa de avance, se describe en forma breve el trabajo, haciendo hincapié en las características in definidas, peligrosas e inciertas, así como en las partidas que es posible que aumenten o disminuyan. Asimismo, se debe incluir el total de horas-hombre de trabajo y el total de horas-máquina del equipo importante que se estima que se requerirán para el trabajo. Además, se deben incluir los requerimientos "pico" de la mano de obra y de las entregas de control para partidas importantes del material y equipo. Finalmente, se deben declarar los requisitos de efectivo que se derivan de los gastos e ingresos programados.



#### 4.3 RECURSOS HUMANOS Y EQUIPO.

El factor de costos que indudablemente resulta más complejo es el proceso constructivo de obra. En la construcción, este elemento básico representan el gasto total, según se trate de obras con más o menos predominio de maquinaria y otros componentes.

Admitida esta fuerte contribución a la industria de la construcción que nos ocupa, tenemos una mano de obra muy variada, con una concurrencia de oficios y especialidades que supera a la de otras industrias. Su propia inestabilidad y unos sistemas de retribución irregulares, sujetos, como los de ninguna otra industria, a los influjos de la oferta y la demanda, que dificultan en gran medida su aplicación al costo.

El personal de la plantilla de las empresas constructoras lo componen, en su mayor parte, los empleados técnicos y administrativos en dirección y administración de obras y de servicios centrales, cuyas percepciones, por lo general de carácter fijo, son llevadas al acervo de gastos generales, sin imputación directa a costos. Aparte de algunos obreros especialistas, de carácter también permanente, que se emplean por lo común en los trabajos de maquinaria, talleres, mantenimiento de instalaciones y algunos trabajos auxiliares de obra, la gran masa de operarios que constituye la mano de obra directa o productiva es en su mayoría eventual y "flotante", y ésto, unido al problema siempre difícil, del control de tiempos y trabajos que produce la naturaleza misma de la obra.

Una acción coordinada por parte de las empresas que emplean cupos altos de personal sería sumamente interesante. El establecer planes de trabajo continuados en forma escalonada para mantener en lo posible la ocupación de plantillas determinadas de trabajadores, sería una medida fundamental tendiente a lograr en cada empresa una selectiva permanencia de la mano de obra necesaria. A esta medida se agregarían otras de tipo económico que produjeron beneficios para el trabajador "estable."

En la construcción de la autopista, generalmente se emplean obreros del campo no especializados, se produce la mayor escasez de esta fuerza de trabajo en las épocas de recolección de cosechas y otras faenas agrícolas, precisamente en los meses estivales, cuando las condiciones climatológicas permiten un trabajo más intenso y los programas de obra señalan la mayor producción, que no siempre se cumplen a causa de estas ausencias temporales.

Las circunstancias particulares de cada obra y las necesidades o conveniencias de los trabajos, junto con la situación del mercado de la mano de obra, van señalando la modalidad más adecuada de estos inventivos. Unas veces interesa destajar volúmenes de obra sin importar el tiempo que se emplee en su ejecución; otras veces juega más el tiempo que se ahorre en unos trabajos para acelerar la construcción y alcanzar fechas previstas en los planes de obra, dando lugar a los trabajos a tarea. Ambos sistemas, muy empleados, suelen afectar a la calidad del trabajo, dan lugar a empleos abusivos de materiales de liquidación y reparo entre los obreros que componen los equipos o cuadrillas.

Para el registro o contabilización interior de la mano de obra es necesario una clasificación del personal, atendiendo a su cometido, según la índole del trabajo y su intervención, - más o menos directa en la producción.

En primer lugar ha de separarse la mano de obra, que - aunque forme parte de la plantilla o nómina del personal de obra, no tenga una actividad directa en estos trabajos o deba llevarse con absoluta separación para un control de costos independiente. En esta clasificación está el personal adscrito a Maquinaria, - Transporte, Talleres e Instalaciones Auxiliares, Explotación de - Cantera y Graveras para abastecimiento propio, etc.

Refiriéndose al personal adscrito directamente a una - obra, hay que hacer la siguiente clasificación general:

a) Mano de obra productiva.- Comprende todos los trabajadores relacionados con los trabajos de producción.

b) Mano de Obra Inactiva.- Esta clasificación es derivada de la anterior y deberá recoger el gasto por la ausencia-retribuida del personal (vacaciones, licencias, períodos de ca- - rrencia por incapacidad laboral transitoria), y ocasionalmente, - las pérdidas de trabajo por causa de fuerza mayor motivadas por los agentes atmosféricos u otras situaciones imprevistas, como es el caso de cortes de fluido eléctrico, averías en instalaciones - o maquinaria, falta de materiales por defecto de suministro, - etc.

c) Personal de Gastos Generales o de Costos Indirec- - tos de la Obra.- Agrupa a todo personal que no realiza trabajos-

específicos de ejecución de obra y su función consiste en organizar, dirigir, administrar, controlar, cuidar y vigilar la obra - en general.

A esta clasificación pertenecen los jefes de obra, encargados, capataces, listeros, almacenistas, personal de oficina de obra, personal sanitario, de limpieza, guarderías, etc.

El empleo de maquinaria pesada, cada vez a mayor escala, tiende a reducir considerablemente en las obras públicas, pero actualmente el problema de su escasez temporal subsiste por - el aumento de obras.

En la mayoría de las obras de autopistas es necesario el empleo del equipo de construcción. La compra de éste representa una inversión de importancia por parte de la empresa a fin de llevar acabo el trabajo que afectará y, al mismo tiempo, producirle una utilidad a la inversión. Si se quieren obtener utilidades con el uso del equipo, es necesario que la empresa amortice su costo total, además, del mantenimiento y reparaciones, intereses, impuestos, almacenistas, combustible, lubricantes, etc. Por tanto, todo presupuesto deberá tomar en cuenta el costo del equipo empleado en la obra.

#### SELECCION DEL EQUIPO BASICO.

El tipo de material que se va a excavar puede determinar el equipo básico utilizado. Ahora bien, se debe tener en cuenta la distancia y el tipo de acarreo. Por ejemplo, supóngase que se excava en la tierra y se lograrían mejores resultados con llantas neumáticas, pero el acarreo es en las calles de una po -

blación. En este caso quizá no puede usarse la escrepa, por su elevado peso sobre las ruedas y los problemas de tráfico.

Para las rocas, el equipo básico debe ser un cargador frontal o una pala. Para excavar tierra, si se puede construir un camino para el transporte, es preferible utilizar escrepas. Pero, si hay que mover la tierra a varios kilómetros en calles o caminos existentes, la selección sería un cargador frontal, o una pala mecánica para cargar camiones de volteo. El uso de excavadora o de una pala mecánica depende de que el fondo de la excavación pueda soportar un cargador frontal o una pala mecánica y los vehículos para transporte. Si el piso es demasiado suave, se necesita utilizar una pala mecánica de largo alcance. La pala mecánica puede estar a la orilla de la excavación y cargar el vehículo al mismo nivel. Pero cuando puede utilizarse la excavadora, preferible a la pala mecánica por su mayor producción.

Por tanto, al seleccionar el equipo básico se debe tener en cuenta:

- a) Tipos de materiales que se va a excavar.
- b) Tipo y tamaño del equipo para el transporte.
- c) Capacidad de soporte de carga del piso original.
- d) Volumen de material excavado que se va a mover.
- e) Volumen que se va a mover por unidad de tiempo.
- f) Longitud de acarreo.

LOCALIZACION Y CANTIDAD DE MANO DE OBRA Y MAQUINARIA  
EL FRENTE DE ESTUDIO

DESCRIPCION	FRENTE No. 4	
	KM 101 + 000 - 108 + 000	
CARGADOR FRONTAL 966-E CATERPILLAR	11	
TRACTOR S/ORUGAS DB 6 EQUIVALENTE	25	
MOTOCONFORMADORA CM 17 COMPACTO	2	
RETROEXCAVADORA E240 CATERPILLAR	5	
CAMION PIPA P/DIESEL FORD 1990.	1	
CAMION DE VOLPEO DINA	24	
TRACTO CAMION	5	
RODILLO VIBRATORIO	1	
VIBROCOMPACTADOR	7	
TRACTOCOMPACTADOR	1	
COMPRESOR	2	
TRACK DRILL	2	
TOTAL	<u>87</u>	

MANO DE OBRA OCUPADA.

DESCRIPCION.	FRENTE No.	
	KM 101 + 000 - 108 + 000	
	LOCAL	FORANE0
INGENIEROS CIVILES	0	8
ADMINISTRACION Y SERVICIOS	17	12
TECNICOS	11	10
OBRREROS	<u>227</u>	<u>25</u>
TOTAL	255	55

**ESTA TESTA NO DEBE  
SALIR DE LA BOLSILLOTEL**

## TEMA V

### DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO CHILPANCINGO-RIOS RAJASAS.

#### 5.1 PROPOSICIÓN DE RUTA

##### GENERALIDADES.

Una vez realizados los estudios socio-económicos que justifican la construcción de nuevos caminos y las mejoras de los existentes, es necesario programar los estudios de validez, que permitan establecer la conveniencia y las prioridades para elaborar los nuevos proyectos y las obras correspondientes.

Con este fin, es necesario realizar una serie de trabajos preliminares que básicamente comprenden el estudio comparativo de todas las rutas posibles y convenientes, para seleccionar en cada caso, la que ofrezca las mejores ventajas económicas y sociales.

Se entiende por ruta, la franja de terreno de ancho variable entre dos puntos obligados, dentro de la cual es factible hacer la localización de un camino. Mientras más detallados y precisos sean los estudios para determinar la ruta, el ancho de la franja será más reducido.

Los puntos obligados son aquellos sitios por los que necesariamente deberá pasar el camino, por razones técnicas, económicas, sociales y políticas, tales como poblaciones, sitios o áreas productivas y puertos orográficos.

La selección de ruta en un proceso que involucra varias actividades, desde el acopio de datos, examen y análisis de los mismos, hasta los levantamientos aéreos y terrestres necesarios para determinar a este nivel los costos y ventajas de las diferentes rutas para elegir la más convenientes.

#### ACOPIO DE DATOS.

La fotografía, la geología, la hidrología, el drenaje y el uso de la tierra, tienen un efecto determinante en la localización y en la elección del tipo de carreteras; y conjuntamente con los datos de tránsito, constituyen la información básica para el proyecto de estas obras.

El ingeniero encargado de marcar las distintas rutas factibles debe contar con cartas geográficas y geológicas, sobre las cuales se pueden ubicar esquemáticamente dichas rutas.

Para las zonas de influencia de la obra en proyecto, se recopilará la información sobre las obras existentes, así como la que se pueda obtener sobre las planeadas a corto y largo plazo por parte de las dependencias oficiales y privadas. Los datos de tránsito para carreteras existentes se obtienen por medio de los aforos que se realizan sistemáticamente en la red de carreteras; cuando es necesario se practican estudios de origen y destino. Para el caso de caminos nuevos, se calcula el tránsito de acuerdo con las estimaciones pertinentes.



## ESTUDIO DE LAS CARTAS GEOGRAFICAS.

Las principales cartas geográficas disponibles en la actualidad en la República Mexicana son las elaboradas por la Secretaría de la Defensa Nacional, a escala: 1: 250000, 1: 1000000, 1: 50000, y 1: 25000, que cubren parcialmente el territorio nacional, siendo las más usuales de 1: 50000.

Al estudiar esas cartas el ingeniero puede formarse una idea de las características más importantes de la región, sobre todo lo que respecta a su topografía, a su hidrología y a la ubicación de las poblaciones. Auxiliados con cartas geológicas para determinar las características de los materiales a explotar y con mapas que indiquen la potencialidad económica de la región; contando con esta información se procede a dibujar sobre ellas las rutas que pueden satisfacer el objeto de comunicación deseado.

Especial cuidado debe tenerse en aquellos puntos obligados, primarios o principales, que guíen al alineamiento general de la ruta. Para ello, la ruta en estudio se divide en tramos y éstos a su vez en sub-tramos, designados generalmente con los nombres de los pueblos extremos que unen; pero si ello no es suficiente para determinar la ruta, se indica entonces algún otro punto intermedio.

De esta manera es posible señalar sobre la carta varias rutas probables, es decir, diversas franjas para estudio sin descuidar el alineamiento que debe seguir dicha ruta.

En las diferentes rutas aparecerán nuevos puntos de pa sos obligados, tales como: cruces de ríos, puertos, cruces con otras vías, que constituyen los puntos obligados secundarios de las vías.

Al dibujar las diferentes líneas que definen las posi- bles rutas, deben considerarse los desniveles entre los puntos - obligados, así como las distancias entre ellos, para conocer la pendiente que regirá en su trazo, así como también al alineamien to que tendrá entre origen y destino.

#### RECONOCIMIENTO.

Una vez representadas las posibles rutas en las cartas geográficas, se inicia propiamente el trabajo de campo con reco- cimiento de terreno, el cual es aéreo.

#### RECONOCIMIENTO AEREO.

El reconocimiento aéreo es el que ofrece mayor ventaja sobre las demás, por la oportunidad de observar el terreno sobre la altura que convenga, abarcando grandes zonas, lo que facilita el estudio; se efectúa con avioneta y/o helicópteros, pudiendo realizarse hasta tres reconocimientos aéreos.

A) El primer reconocimiento aéreo se efectúa en avio neta y tiene por objeto cubrir las rutas que se consideren via - bles y fijar el área que debe fotografiarse a escala 1: 50000, - para que queden incluidas con amplitud. La realizan técnicos es- pecialistas.

Antes de iniciar el vuelo, los especialistas deben estudiar y memorizar las cartas geográficas y geológicas disponibles, a fin de que en el vuelo observen las distintas rutas. En caso de que haya discrepancia entre el terreno lo cual puede ser de índole local o general, se deberá buscar una nueva ruta que satisfaga las especificaciones de trazo y que se ajuste a las condiciones reales del terreno.

El especialista en geotécnica comprobará el gabinete la clasificación general de las rocas y de los suelos, la morfología del terreno, la existencia de fallas y los probables problemas de suelo. De acuerdo con el localizador, observará la hidrografía de la zona, apreciando tamaños y tipos de cuencas para prever las dificultades que se pueden presentar en el cruce de las corrientes pluviales.

En el primer reconocimiento los especialistas foto-interpretadores deberán determinar la zona por cubrir con las fotografías a escala 1: 10 000, de la zona previamente escogida.

#### FOTO-INTERPRETACION.

La foto-interpretación consiste en el examen de las imágenes fotográficas con el objeto de identificar rasgos y determinar su significado.

1). Características físicas de la fotografía. El tono y la textura en una fotografía tiene un papel muy importante; cada uno de los tonos entre el blanco y el negro y su frecuencia de cambio en las imágenes manifiesta la textura, haciendo más fí

cil la identificación de los objetos; por ejemplo, en las fotografías aéreas, las cimas de las montañas se ven en tonos más claros que las barrancas, porque aquellas reciben más luz del sol.

2). Características de rasgos y objetos. Considerando la forma, el tamaño y la sombra de las imágenes, se puede distinguir entre los objetos que se deben a la actividad humana y a la naturaleza; por ejemplo, las imágenes con apariencia regular en general corresponden a objetos que se deben a la actividad humana, mientras las imágenes irregulares corresponden a objetos de la naturaleza. La sombra revela y acentúa el relieve terrestre. Estas características se completan y se relacionan con objetos asociados en el área.

3). Características topográficas y geomorfológicas.-- El aspecto del relieve generalmente indica la dureza de los materiales, los resistentes forman partes altas con taludes acentuados y los materiales blandos forman llanuras o lomeríos suaves; a cada resistencia del material corresponde un talud original, por lo que puede decirse que los cambios de talud indican cambio de material. La disposición o alineamiento puede indicar flujo, plegamiento, fracturas, fallas, etc., el drenaje está dado por la pendiente del terreno y por las características de resistencia a la erosión de los materiales superficiales y subyacentes de la zona, así como por las fracturas y las fallas.

4). Características de la vegetación.- Por el tipo de vegetación se puede identificar el tipo de suelo y el de la roca original. Un determinado tipo de vegetación puede indicar la com

posición del suelo, contenido de humedad, permeabilidad, varia -  
ciones de su espesor y de su pendiente.

Debe distinguirse la vegetación natural de la de los -  
cultivos, reforestaciones, etc., que pudiera desorientar.

Para éste tipo de estudios las fotografías de color, -  
las infrarojas blanco y negro y, las infrarojas de color son de  
valor inestimable.

B) El segundo reconocimiento se lleva a cabo después  
de haber hecho las interpretaciones de las fotografías a escala-  
1: 50 000 y tiene por objeto ampliar lo estudiado en las fotogra-  
fías, pero ya de la zona por trazar.

Los ingenieros proyectistas estudian el trazo de la -  
línea obteniendo las plantas de restitución y sus perfiles para-  
así poder estimar los volúmenes de materiales por mover; lo que-  
permite alabarar un presupuesto con la aproximación razonable, -  
que puede ser factor determinante en la elección de esta ruta o-  
bien analizar otra alterna.

C) Puede haber un tercer reconocimiento, es propia -  
mente un refinamiento del estudio que se ha efectuado.

#### PROCEDIMIENTO DE TRABAJO.

Se analizan las fotografías a escala 1: 10 000 y se -  
marcan las diferentes rutas estudiadas previamente, a fin de fa-

cilitar la selección de las aerofotos que cubren el área donde -  
van a desarrollarse las distintas alternativas.

#### CONTROL TERRESTRE.

Consiste en determinar en el terreno la población y -  
elevación de puntos previamente seleccionados, que permitan rela-  
cionar cuantitativamente al terreno con sus imágenes fotogr<sup>á</sup>fí-  
cas.

#### ORIENTACION.

La orientación se divide en interior y exterior; esta-  
última a su vez se subdivide en relativa y absoluta.

La orientación relativa tiene como propósito la recons-  
trucción de las posiciones relativas de toma de las fotografías-  
de un par estereoscópico.

La orientación interior se refiere a la construcción -  
de la perspectiva interior de cada fotografía.

La orientación absoluta, la cual tiene por objeto lo -  
grar que el modelo o grupo de modelos se encuentren a escala, es-  
ten nivelados y orientados en posición respecto a los puntos de-  
control terrestre.

La orientación relativa se basa en el hecho de que ca-  
da punto en el terreno es el origen de un par de rayos dirigidos  
cada uno a su correspondiente estación de toma.

#### PROYECTO DE CONTROL TERRESTRE.

Este trabajo se realiza generalmente sobre fotografías existentes, utilizando un esteroscopio con binoculares amplificadores.

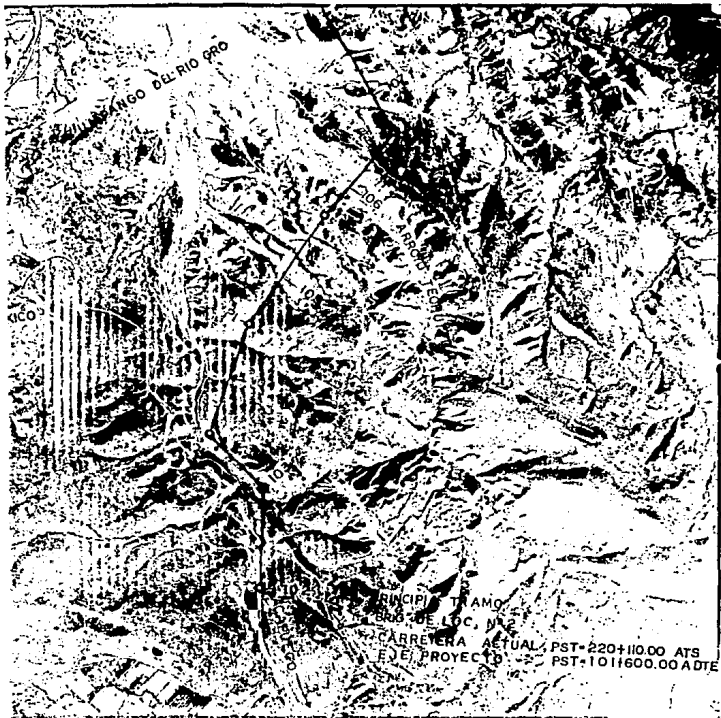
#### EVALUACION DE RUTAS POSIBLES.

La elección de la mejor ruta entre varias posibles es un problema de cuya solución depende el futuro de la carretera.

Al comparar las ventajas que ofrezcan las rutas posibles, es preciso hallar el costo aproximado de construcción, operación y conservación, de la vía que se vaya a proyectar y compararlo con los beneficios probables que se deriven de ella. Así mismo, deben tenerse en cuenta los perjuicios ocasionados por la obra, a fin de considerarlo en la evaluación.

En la figura siguiente se presenta un croquis señalando la autopista actual y la ruta actual que se seleccionó para su construcción; señalando también el tramo que nos ocupa para el fin de esta tesis.

Se presenta también, fotografía aérea perteneciente a la SCT, para el estudio de la aerofotogrametría







# AUTOPISTA CUERNAVACA-ACAPULCO

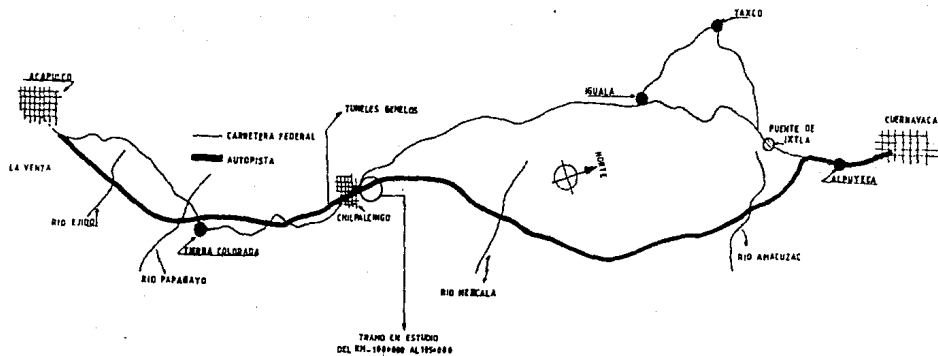


FIGURA 5.2.1.

## 5.2 ESTUDIO DE SUELO.

El área de estudio se ubica, de acuerdo a la clasificación de Erwin Raiz, en la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre del Sur, Subprovincia Cuenca Balsas Mezcala, formada por mesetas, cerros aislados y lomeríos.

El clima predominante de la región corresponde a Tropical lluvioso o de Sabana, con una temperatura media de 22°C y una precipitación media anual de 900 mm. La vegetación está formada generalmente por monte bajo y en zonas aisladas por monte medio.

La geología del área por donde se desarrolla la ruta en proyecto, está constituida por rocas sedimentarias y rocas ígneas extrusivas.

Las rocas sedimentarias están representadas por unidades de limolita-conglomerado, calizas, lucitas, arenisca-conglomerado y arenisca.

Las rocas ígneas extrusivas comprenden unidades de tobas y andesitas.

Las Unidades de rocas antes mencionadas se presentan en diferentes grados de alteración y fracturamiento.

Sobreyaciendo a estas rocas se tienen una capa de sustrato residual de espesor variable ( tierra vegetal ).

La interpretación geológica del tramo que nos ocupa en este trabajo sería la siguiente:

DESCRIPCION DE LAS UNIDADES GEOGRAFICAS POR DONDE SE  
DESARROLLA LA RUTA EL PROYECTO.

KM	101	+	000	a	103	+	970
KM	103	+	970	a	104	+	360
KM	104	+	360	a	104	+	660
KM	104	+	660	a	105	+	100

Del KM 102 ' 000 al km 104 ' 800, se presentaron al  
gunas características generales y son las siguientes:

Limolita y conglomerado; muy alterados superficialmen-  
te, los conglomerados medianamente cementados constituidos por -  
fragmentos de caliza, cubiertos por material calichoso de color-  
blanquecino, de espesor variable.

Lutita de color café amarillento muy alterada y fractu-  
rada e intemperizada de color gris claro.

También, se realizó un estudio de foto-interpretación-  
el cual presenta el siguiente:

RECONOCIMIENTO GEOLOGICO DE FOTO-INTERPRETACION  
ROCAS.

CARRETERA. MEXICO-ACAPULCO.

TRAMO. CHILPANCINGO-RIO BALSAS.

PUNTO DE CONTROL. No. 1 AEROFOTOS. 12 y 13

GRUPO. SEDIMENTARIAS.

CLASIFICACION MEGASCOPICA: CONGLOMERADO MEDIANTE PESTE CEMENTADO

COLOR: CAPE AMARILLENTO A GRIS.

GRADO DE FRACTURAMIENTO: NO SE OBSERVO.

ESPESOR PROMEDIO DE LA ZONA: 3.00 m.

MORFOLOGIA Y TIPO DE DRENAJE: LOMERIO DE FUERTE PENDIENTE A MON  
TANOSO CON DRENAJE DE TRITICO POCO DENSO.

FORMA DE ATAQUE: ARADO Y TRACTOR.

APROVECHAMIENTO: PARA LA FORMACION DEL CUERPO DE TERRAPLEN Y EN  
ALGUNOS CASOS PARA LA CAPA SUBRASANTE.

OBSERVACIONES: SUPERFICIALMENTE SE TIENE UNA CAPA DE TIERRA VE  
GETAL, SUBYACIENDO Y EN OCASIONES AFIORANDO SE TIENE UN EXTRACTO  
DE CALICHE COLOR BLANCO DE ESPESOR VARIABLE ENTRE 0.50 m y 2.00 m.

RECONOCIMIENTO DE FOTO-INTERPRETACION  
SUELOS.

CARRETERA: MEXICO-ACAPULCO.

TRAMO: CHIHPANCINGO-RIO BALSAS.

PUNTO DE CONTROL: No. 2 AEROFOTO: No. 12 y 13

ORIGEN DEL SUELO: TRANSPORTE.

COLOR: GRIS CLARO

TAMANO MAXIMO: 0.20 m.

PORCENTAJE MAYOR DE: 3"(7,6 cm): 15%

PORCENTAJE DE GRAVA: 35 ARENA: 50 FINOS: 5

MATERIA ORGANICA: 10%

ANGULOSIDAD: SUBREDONDEADO.

PETROGRAFIA DE LAS PELICULAS GRUESAS: CALIZAS.

DUREZA DE LAS PARTICULAS DE ARENA: DURA.

CAPACIDAD: POCO COMPACTO.

CONTENIDO DE AGUA: SECO.

NATURALEZA DE LOS FINOS: PLASTICOS.

ESPESOR DEL SUELO: 4.00 m.

CLASIFICACION S.U.C.S. (GM). MEZCLA DE GRAVA, ARENA Y LIMO.

VARIACION EN SENTIDO HORIZONTAL: VERTICAL.

OBSERVACIONES: Estos materiales se localizan en la unidad de lutitas en forma de lentes.

La región está drenada por el río Balsas y los arroyos Paso de Agua y Angostura o Tehuixtla con sus numerosos afluentes secundarios intermitente; el patrón de drenaje corresponde a dentrítico, que varía de poco denso y subparalelo.

La ruta en proyecto se aloja sobre una morfología de fuerte pendiente a montañoso, constituida principalmente por rocas sedimentarias e ígneas extrusiva.

#### EN CUANTO AL ESTUDIO GEOTECNICO.

Los trabajos de campo consistieron en un recorrido de la zona por estudiar, dando una clasificación visual del tipo de terreno, así como determinar las zonas en donde se deberán realizar los sondeos correspondientes para precisar los estratos que subyacen en la zona de estudio, de los cuales se tomarán las -- muestras representativas, para discernir de ellas pruebas índices (granulometría, límites, humedad), y así poder elaborar el estudio y las recomendaciones a utilizar para la formación de las terracerías de dicho tramo, las cuales se presentan a continuación.

CARRETERA		MEXICO-ACAPULCO									
TRAMO		CHILPANCINGO-RIO BALSAS									
SUP-TRAMO		DE KM 101+000 AL 105+000									
ORIGEN		ACAPULCO-GRO.									
KILOMETRO DE SOE HASTA	ESTRATO NO. MFS.	CLASIFICACION GEOLOGICA	TRATAMIENTO PROBABLE	COEFICIENTE DE VARIACION VOLUMETRICA				CLASIFICACION PRESUPUESTO		CORTE	
				50%	75%	100%	15+40%	A	B	C	ALTURA MULDA
101+000	1	TIERRA VEGETAL	DESVALME						100-00-00		
A	2	INDEF. ARCILLA ARENOSA DE CONSISTENCIA MEDIA A FIRME EMPACANDO FRAGMENTOS CHICOS Y MEDIANOS DE ROCA CALIZA (CL-150).	COMPACTADO	0.96	0.91	0.86			60-40-00	24.0	3/4:1 1/2:1
103-970											
103-970	1	TIERRA VEGETAL	DESVALME						100-00-00		
	2	10.00 CONGLOMERADO CALIZOSO MEDIANAMENTE CEMENTADO, AL ATACARSE SE OBTENDRAN GRAVAS Y ARENAS ARCILLOSAS CON Poca LIMO Y FRAGMENTOS CHICOS Y MEDIANOS AISLADOS.	COMPACTADO	0.95	0.90	0.85			60-40-00		
A											
	3	INDEF. ARENAS ARCILLOSAS CON EMPAQUES DE GRAVAS EN UN 10% FRAGMENTOS CHICOS Y MEDIANOS AISLADOS, MEDIANAMENTE COMPACTAS (SC-Fcm).	COMPACTADO	0.99	0.94	0.89			40-60-00		
104+360											
104+360	1	TIERRA VEGETAL	DESVALME						100-00-00		
	2	1.50 ARCILLA LIMSA CON Poca ARENA PRODUCTO DE DESINTEGRACION DE LUTITA (100) DE BAJA PLAS TICTORIO DE CONSISTENCIA MEDIA EMPACANDO 15% DE GRAVAS Y FRAGMENTOS CHICOS DE ROCA CALIZA.	COMPACTADO	0.96	0.91	0.86			60-40-00	42.00	3/4:1 1/2:1
A											
	3	INDEF. ARENA FINA ARCILLOSA DE MEDIANAMENTE COMPACTA A COMPACTA, EMPACANDO GRAVAS EN UN 5% Y FRAGMENTOS CHICOS Y MEDIANOS AISLADOS.	COMPACTADO	0.95	0.90	0.85			60-40-00		
104+660											
104+660	1	TIERRA VEGETAL	DESVALME						100-00-00		





### 5.3 DATOS PARA EL PROYECTO GEOMETRICO.

La finalidad inmediata de las calles y carreteras es - que integradas como elementos esenciales en un sistema de transporte, participan en la medida adecuada en el transporte eficaz de personas y mercancías.

El proyecto geométrico de carreteras, está íntimamente relacionado con la capacidad y limitaciones del usuario de las - carreteras y su vehículo por un lado; y por el otro, existe una liga muy importante entre quien usa la carretera y la frecuencia con que lo hace; es por esto que el volumen de tránsito, la velocidad y su composición vehicular son los factores más importantes que se deben tener en consideración para que toda obra carretera proporcione seguridad, eficacia y economía en la operación del tránsito.

En la elaboración del proyecto de una carretera nueva o bien de un proyecto para modernizar una vía existente, el proyectista debe prestar especial atención a las siguientes consideraciones básicas.

1. El proyecto debe ser adecuado al volumen de tránsito, para satisfacer la demanda actual y futura en un período razonable.

2. El proyecto debe ejecutarse de forma que propicie una operación segura e infunda confianza a la mayoría de los conductores.

3. El proyecto debe ser consistente y evitar cambios sorpresivos.

4. El proyecto debe ser completo; es decir, debe incluir el tratamiento necesario de los datos del camino y proveer las obras complementarias para su funcionamiento.

5. Con relación a los costos de construcción y mantenimiento, el proyecto debe ser tan económico como sea posible.

Las condiciones anteriores se refieren exclusivamente al aspecto meramente técnico; sin embargo, hay algunas otras que son componentes importantes en el proceso íntegro del proyecto; razón por la cual, en la realización de su trabajo, el proyectista debe intentar alcanzar.

1. Un proyecto que estéticamente sea agradable al conductor y aquellos que vivan a lo largo de la carretera.

2. El proyecto que sea benéfico a los valores sociales y comunitarios de la áreas adyacentes a la carretera.

3. Un proyecto que ecológicamente ocasione el menor daño.

El proyecto geométrico de carreteras incluye los elementos manifiestos de las mismas; es decir, la rasante o perfil del eje del camino, el alineamiento horizontal, los componentes de la sección transversal, las distancias de visibilidad y las intersecciones.

Cabe señalar que los datos para el proyecto geométrico de autopistas en México, se obtiene del libro 2, de las NORMAS DE SERVICIOS TÉCNICOS, Parte 2.01, Título 2.01.01. Edición 1984, de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte.

En esta publicación se encuentran los datos en tablas-  
las cuales se toman en cuenta para la elaboración del proyecto -  
geométrico de una autopista en México, los principales datos que  
se toman en cuenta son:

TIPO DE CAMINO  
VELOCIDAD DE PROYECTO.  
SECCION TRANSVERSAL.  
PENDIENTES Y PEIDIENTES GOBERNADORAS.  
ALINEAMIENTO HORIZONTAL  
AMPLIACION DE LA CURVA.  
TRANSITO DIARIO PROMEDIO ANUAL.  
VISION DEL CONDUCTOR.  
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA.  
DERECHO DE VIA.  
CORONA.  
CALZADA.  
ACOTAMIENTO.  
CURVAS HORIZONTALES Y VERTICALES.  
LONGITUD CRITICA.  
PAJA SEPARADORA.  
CUNETAS.  
CONTRACUNETA.  
BANQUETA.  
GUARNICIONES.

Todas las referencias respectivas a los anteriores pun-  
tos citados se hacen mención en las cláusulas, incisos y párra-  
fos de las Normas de Servicios Técnicos de la Secretaría de Comu

nicaciones y Transporte con las adiciones y modificaciones que -  
la misma haga y ponga en vigor dicha Secretaría.

Para el caso de la autopista que nos concierne los -  
principales datos que se tomaron en cuenta para el diseño geomé-  
trico fueron:

TRANSITO DIARIO PROMEDIO ANUAL.....	5,200;1989-A B C
CARRETERA TIPO.....	A4
CURVATURA MAXIMA.....	1° 45'
ANCHO DE CORONA.....	21.00 m.
ESPESOR DE PAVIMENTO.....	0.40 m.
VELOCIDAD DE PROYECTO.....	110 kph.
PENDIENTE MAXIMA.....	5%
ANCHO DE CALZADA.....	2 de 7.50m.A/C LADO
BARRERA SEPARADORA.....	2.0 m.(60x35x80).
ACOTAMIENTO AMBOS LADOS.....	2.50 m.

En base a los anteriores datos y al informe de suelos-  
se procederá a fijar la rasante del proyecto gobernador, la cur-  
va masa y los movimientos de tierra.

#### 5.4 DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ( BASE, SUB-BASE Y CARPETA DE CONCRETO ASFALTICA).

##### GENERALIDADES.

Para efectos del presente capítulo, se entenderá como pavimento, la capa o conjunto de capas entre el nivel superior de las terracerías ( capa subrasante) y la superficie de rodamiento de una obra vial, cuya finalidad es proporcionar una superficie de calidad y textura apropiada, resistente al tránsito de vehículos.

La estructura y disposición de los elementos que constituyen la obra vial, así como las características de los materiales empleados, ofrecen una gran variedad de posibilidades, ya que las capas pueden ser materiales naturales seleccionados del lugar o acarreados de sitios cercanos, o bien pueden estos materiales ser sometidos a muy diversos tratamientos.

Las características más importantes que debe reunir un pavimento son los siguientes:

a) Proporcionar una superficie tersa y uniforme que permite un tránsito fácil y cómodo al rodamiento.

b) Presentar resistencia para soportar las cargas impuestas por el tránsito y tener capacidad para transmitir adecuadamente las presiones de dichas cargas a las terracerías.

c) Resistir los efectos del interperismo y presentar una superficie impermeable que no permita el paso del agua al interior del mismo pavimento y a las terracerías.

d) Resistir la abrasión de las llantas de los vehículos que circulan sobre el pavimento.

e) Existir adherencia entre la rueda y el pavimento para evitar derrapamiento.

f) Que la superficie del pavimento no ocasione reflejos a los conductores.

Existen actualmente dos tipos básicos de pavimentos - los cuales son, rígidos y flexibles; sin embargo, la rigidez o flexibilidad que un pavimento exhibe no es fácil de precisar que tan rígido puede ser un pavimento flexible o viceversa.

El hecho es que los pavimentos se diferencian y definen en término de los materiales de que están constituidos y de como distribuyen los esfuerzos y las deformaciones producidos por los vehículos a las capas inferiores.

#### FUNCION DE LAS DISTINTAS CAPAS DE UN PAVIMENTO.

Como ya se mencionó, existen dos tipos de pavimentos - que son rígidos y flexibles. La mayoría de los pavimentos flexibles que se construyen en la actualidad se estructuran de la siguiente manera:

Bajo una carpeta de concreto asfáltico, formada típica

mente por una mezcla de agregado pétreo y un aglutinante asfáltico, que constituye la superficie de rodamiento; se disponen casi siempre dos capas debajo bien diferenciadas que son, una base hidráulica de material granular y una sub-base, formada preferentemente también, por un suelo granular aunque de menor calidad que el primero.

Bajo la sub-base se dispone casi universalmente otra - capa, denominada subrasante, todavía con menos requisitos de calidad mínima que la sub-base; bajo esta capa aparece una capa de transición y sucediendo a ésta el cuerpo de terraplén, éstas - tres últimas capas forman las terracerías, tratadas éstas mecánicamente sin excepción; tal estructuración anteriormente descrita - es típica de un pavimento flexible, figura ( 1 ).

El papel que se asigna a cada una de las diversas capas que forman la estructura de un pavimento, es la siguiente:

#### SUB-BASE.

La sub-base hidráulica tiene menor calidad que la base hidráulica, con mayor contenido de fines y menor exigencia en la referente a granulometría, ya que para lograr el espesor requerido de base, se usará el material más barato, el cual se construirá en la sub-base, pero con esto se logra como consecuencia un aumento en el espesor total del pavimento, puesto que cuanto menor sea la calidad del material colocado, será mayor el espesor necesario para soportar los esfuerzos transmitidos.



Otra de las funciones de esta capa es la de actuar como un elemento de transición entre la base y la capa subrasante, actuando esta capa como filtro de la base e impidiendo la incrustación de agua a la subrasante, absorbiendo así deformaciones perjudiciales, tales como cambios volumétricos debidos a cambios de humedad. Esta función es recíproca, ya que impide también, la ascensión capilar hacia la base del agua procedente de las terracerías.

#### BASE.

Hasta cierto punto existe en esta capa una función análoga a la de la sub-base, puesto que la base permite reducir el espesor de la carpeta que es más costosa; más la función fundamental de esta capa es la del elemento resistente que trasmite a la sub-base y a las terracerías los esfuerzos producidos por el tránnsito, en una intensidad apropiada. Esta capa es igual que la sub-base, tiene funciones de dren en forma descendente y ascensión capilar.

#### CARPETA.

En cuanto a la carpeta, ésta debe proporcionar una superficie de rodamiento adecuada, con textura y color convenientes teniendo en cuenta la curvatura, pendiente, visibilidad, sección transversal y uniformidad apropiada a una demanda de operación y su función primordial es la de resistir los efectos abrasivos del tránsito.

Estas carpetas pueden construirse por el Sistema de Riegos, por el Sistema de Mezcla en el lugar y carpetas de con-creto asfáltico de mezcla en caliente.

Las carpetas asfálticas por el Sistema de Riego, son las que se construyen mediante uno, dos o tres riegos de materiales asfálticos, cubiertos sucesivamente con capas de materiales-pétreo de diferentes tamaños, triturados y/o cribados.

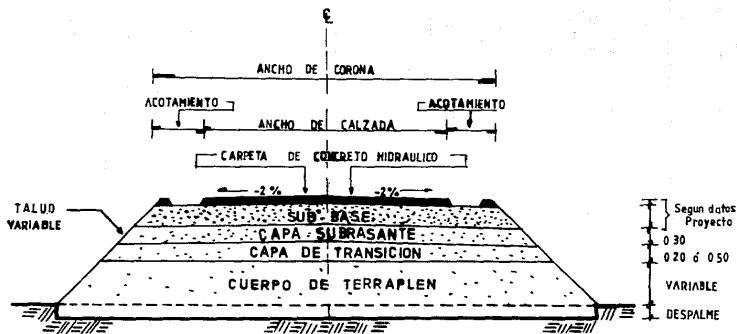
Las carpetas asfálticas por el Sistema de Mezcla en el lugar, son las que se construyen en la carretera, aeropistas o plataforma de trabajo mediante el mezclado, tendido y compactación de materiales pétreos y un material asfáltico.

Las carpetas de concreto asfáltico de mezcla en caliente, son las que se construyen en la carretera tendiendo y compactando una capa de materiales pétreos y aglutinante asfáltico, previamente mezclado en las proporciones adecuadas en una planta de producción.

#### PAVIMENTOS RIGIDOS.

Los pavimentos rígidos tienen como elemento estructural fundamental, una losa de concreto hidráulico. Este se apoya sobre una capa de material seleccionado, a la que se le dá el nombre de sub-base.

Cuando la capa subrasante del pavimento tenga una calidad suficiente buena, la losa de concreto puede colocarse directamente sobre ella, presindiendo así de la base, una forma ilustrativa de este tipo de pavimento es la mostrada en la figura ( 2 ).

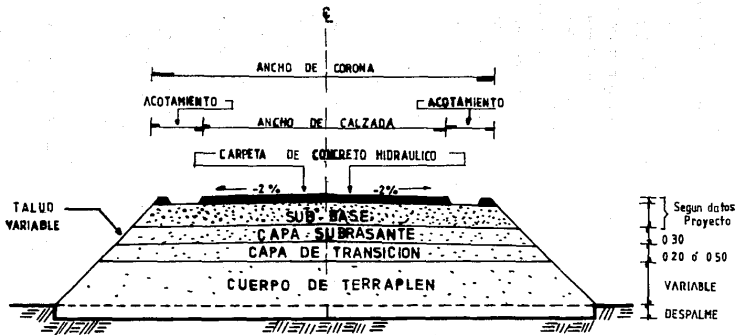


### SECCION TIPO EN TERRAPLEN

NOTA: La medicion de los taludes del terraplen sera:

0.00 a 0.00 m	3:1,
0.00 a 2.00 m	2:1 y
mas de 2.00 m	1.5:1

FIG 2. SECCION TIPICA DE UN PAVIMENTO RIGIDO



### SECCION TIPO EN TERRAPLEN

NOTA: La inclinacion de los taludes del terraplen sera:

0.00 a 0.00 m	3:1
0.00 a 2.00 m	2x1 y
mas de 2.00 m	1.5:1

FIG 2. SECCION TIPICA DE UN PAVIMENTO RIGIDO

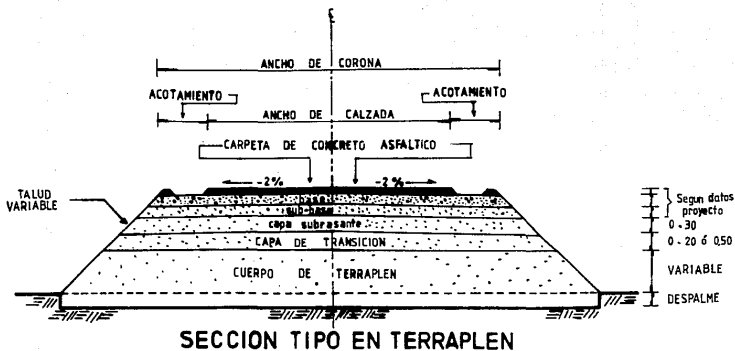
Ahora bien, la función de cada una de estas capas es:-  
La capa subrasante, su función es análoga a la de un pavimento flexible y cumple los mismos requisitos ya mencionados.

#### SUB-BASE.

Esta capa proporciona una superficie uniforme que sirve de apoyo a la losa y además, le protege de los cambios volumétricos que puedan existir en la subrasante. En este caso la sub-base no tiene una exigencia estructural igual a la del pavimento flexible, puesto que la losa absorbe gran parte de la carga por soportar del pavimento, ya que ésta los distribuye sobre áreas relativamente extensas; por consiguiente la sub-base casi no influirá en el espesor de la losa; el material utilizado en su construcción es igual al utilizado en pavimentos flexibles.

#### LOSA DE CONCRETO HIDRAULICO.

La función de la losa en un pavimento rígido es la misma que la de la carpeta asfáltica en el flexible, aunada a la función estructural de soportar y transmitir al nivel adecuado, los esfuerzos que se apliquen, pero distribuidos en el área de cada losa.



NOTA: La inclinación de los taludes del terraplen sera:  
 0.00 a 0.80 m 3:1,  
 0.80 a 2.00 m 2:1 y  
 mas de 2.00 m 1.5:1

**FIG. 1. SECCION TIPICA DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE.**

## 5.5 LOCALIZACION Y DIMENSIONES DE PUENTES Y TUNELES.

México es un País cuya orografía ha impuesto al mismo, grandes retos para poder comunicar a sus pueblos, centros de producción, litorales, recursos naturales y polos de desarrollo, - más a pesar de esas dificultades impuestas por la naturaleza la Ingeniería Mexicana las ha hecho superables.

Parte de la vía de comunicación que han hecho posible el enlace pleno del País, han sido los puentes: carreteros, ferroviarios, canaleros o marítimos, los que para salvar los obstáculos impuestos se concibieron desde las más rudimentarias estructuras, de madera o mampostería, hasta las más grandiosas estructuras atirantadas, voladas o empujadas, que se han construido en México y que se encuentran inscritas entre las de primer orden en su tipo en el Mundo.

Nuestro País ha desarrollado diversos procedimientos de análisis, diseño y construcción de puentes basados en su tradición y experiencia constructiva, por lo que en los caminos de México, podemos encontrar; estructuras metálicas, de apoyo de mampostería, e estructuras de concreto o de madera, en cuyo desarrollo se ha puesto de manifiesto lo relevante de la ingeniería en nuestro País: por lo que se puede calificar al mismo como autosuficiente tanto en el área constructiva como en el área de diseño, aunque obviamente en ello intervienen diversos apoyos de otros tantos países por la amplitud de experimentación en la ingeniería, tal y como en México lo ha implementado, por su experiencia, asesoría de tipo similar para la construcción mundial.

Basados en la experiencia desarrollada, México ha im -  
plementado diversas tecnologías en la construcción de los puen -  
tes que ha necesitado.

La carretera México-Acapulco tiene una longitud de -  
262 Km, de los cuales 48 Km, se construirán dentro del Estado -  
de Morelos y 214 Km, dentro del Estado de Guerrero, consta de 4-  
carriles con especificaciones de autopista.

A lo largo de su desarrollo se encuentran alojadas 30-  
estructuras mayores en sus diferentes tramos, el inicio de la -  
construcción de los mismos se localiza el tramo Acapulco-Tierra-  
Colorada con origen en la Venta Guerrero, cabe mencionar que en  
la fecha de elaboración de este trabajo, no se cuenta con los da  
tos de proyecto de todas las estructuras, por lo que describi -  
mos en este capítulo únicamente lo que se cuenta como proyecto.

A continuación presentamos los nombres de algunos puen  
tes con sus respectivos kilometrajes.

PUNTES	KM.
1.- Puente La Sabana	3 † 330
2.- Puente EL Ejido	17 † 670
3.- Puente EL Muerto	18 † 469
4.- Puente Barranca del Cerro	23 † 231
5.- Puente Dos Arroyos	24 † 113
6.- Puente Los Guaje I	29 † 694
7.- Puente Los Guajes II	30 † 052
8.- Puente EL Camarón	31 † 485
9.- Puente Pozuelo	36 † 175



PUNTES

KM.

10.-	Puente El Tunel	39 +	126.50
11.-	Puente Papagayo	42 +	420
12.-	Puente Mezcala	151 +	000
13.-	Puente Quetzalapa	203 +	665

# LOCALIZACION DE PUENTES Y TUNELES.

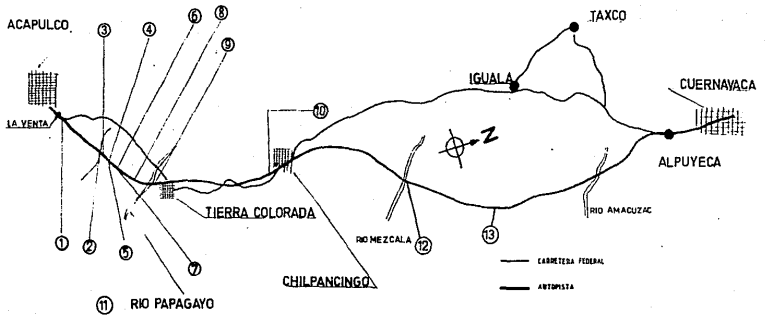


FIGURA (A).

## PUENTE LA SABANA

" La Sabana", el cual recibe el nombre del río que fue necesario cruzar en una longitud aproximada de 80 metros y con una profundidad promedio de 2 metros.

### DESCRIPCION DEL PROYECTO.

El proyecto consiste en la construcción de un puente vehicular, ubicado en el km 3 + 330 del nuevo trazo de la autopista México-Acapulco ( vía certa ), con origen de cadenas en la Venta Gro.; su longitud total es de 114.60 metros y su ancho de corona es de 20 metros mismo que servirá para alojar descarriles de circulación por sentido.

Su cimentación se encuentra dividida en dos etapas, una de ellas se denomina Infra-estructura y la otra Sub-estructura, cuyas características se menciona a continuación:

La infra-estructura se encuentra formada por una serie de pilotes de concreto hidráulico  $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$ , con acero de refuerzo L.E.=4000  $\text{kg/cm}^2$  y su diámetro es de 1.20 metros, su profundidad promedio es de 17 metros.

La sub-estructura está constituida por un caballete, un estribo y tres pilas de concreto reforzado con una resistencia  $f'c=250 \text{ Kg/cm}^2$ ; cada una de las pilas está integrada por una zapata, un cabezal y tres columnas circulares de 1.50 metros de diámetro cuya altura aproximada es de 7 metros.

El caballete consta de un cargadero o cabeza el cual se construye sobre los pilotes, el estribo lo constituye un con-

creto ciclóps y una corona de concreto reforzado, su altura es de 8 metros aproximadamente.

La sub-estructura o superficie de rodamiento está formada por cuatro tramos simplemente apoyados de losa de concreto reforzado, cuya resistencia es de  $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$  y acero de preesfuerzo L.E.= $19000 \text{ kg/cm}^2$ ; tiene cuatro claros; Dos de 29.50 metros y dos 27.80 metros con un ancho de calzada de 20 metros y fue diseñada para una carga móvil HS-20, T3-S2-R4.

Los accesos los conforman dos terraplenes cuyo volumen es de  $7,890 \text{ m}^3$  compactados al 90% de su peso volumétrico óptimo, además, de una serie de obras auxiliares para proteger ambos accesos.

PUENTE LA SABANA Km 3+330

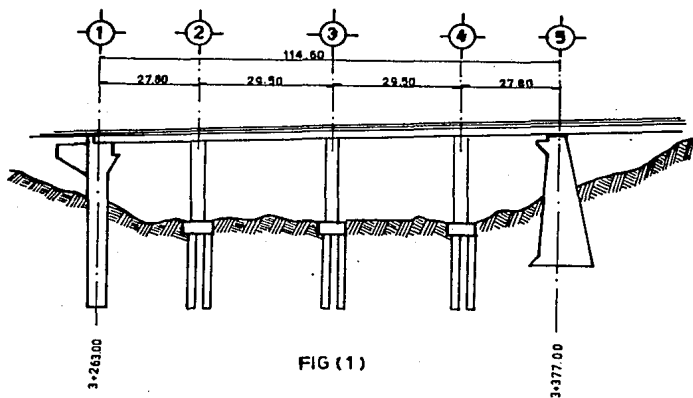


FIG (1)

## PUENTE "EL EJIDO".

### LOCALIZACION.

El puente se localiza en el Km 17 + 670 de la nueva - Autopista México-Acapulco, con origen de cadenamamiento en la Venta Guerrero.

La estructura se encuentra aproximadamente a 2 Km, - del poblado cercano denominado Sabanillas, que se encuentra a su vez a 12 Km, de la carretera actual México-Acapulco, a la altura del poblado "El Treinta", que se encuentra precisamente a 30-Km, de la Ciudad de Acapulco, este camino es de terracería y es transitable en toda época del año, requiriendo de un mantenimiento constante.

### DESCRIPCION.

#### A). PROYECTO ORIGINAL PARA CONCURSO.

Este proyecto indicaba la construcción del puente por el sistema de doble voladizo teniendo una longitud de 229.62 m; consta de un estribo de mampostería y un estribo de concreto, - así como (5) pilas con altura máxima de 40.81 m, y cimentación a base de zapatas.

La super-estructura está formada por tres tramos simplemente apoyados de 28.00 metros de claro cada uno, con losa de concreto reformado sobre 10 trabes de concreto pretensado; y tres tramos de 36.00, 72.00 y 36.00 metros de claro, que debían-

construirse con dovelas de concreto postensado, por el procedimiento de doble voladizo. El ancho total de la super-estructuras es de 20.90 metros para cuatro carriles de circulación.

**B). PROYECTO PROVISIONAL (TRABES POSTENSADAS).**

Este proyecto consiste en un puente de 230 metros de longitud cuya sub-estructura es la siguiente:

Consta de seis apoyos, dos caballetes de concreto armado en los extremos y cuatro de concreto armado sobre zapatas superficiales, también de concreto armado. La altura de pilas no varía de las del proyecto original.

La super-estructura está formada por cuatro cajones de concreto armado colado sobre las pilas, los cuales nos servirán como apoyos para las trabes. Los cinco tramos del puente son simplemente apoyados con dos claros de 41.60 metros en los extremos con una longitud de trabes de 34.60 y tres de 49.90 al centro, - con una longitud de trabes de 35.00 metros. Cada una de las losas se construirá con concreto reforzado apoyado sobre 9 trabes de concreto postensado. El ancho de la super-estructura permanece sin variación al proyecto del concurso.

**C). PROYECTO CON ALTERNATIVAS DE EMPUJADO.**

Además, de los proyectos antes descritos, la contratista propuso la alternativa de construir este puente por el sistema de empujado, con el que se pretende abatir el tiempo de ejecución.

En este proyecto la sub-estructura es similar a la al-ternativa "B", cambiando la sup-estructura de trabes y losas, - por la dovela en el sistema de empujado: Dicha dovela consta de 20.90 metros de ancho y 3.20 metros de peralte, lo que permitirá alojar 4 carriles de circulación.

D). PROYECTO ACTUAL (TRABES LANZADAS).

El anteproyecto presentado consiste en un puente de - 223.20 metros de longitud en siete claros y seis pilas. La sec-ción de las pilas en una "I" de 200 x 10.00 metros y con un espe-sor constante en las paredes de 60 cm.

El amarre sísmico se hará en el estribo No. 1 ( que se-rá masivo), mediante un talón en la super-estructura y con an-clas postensadas del estribo al terreno.

Las pilas llevarán un cabezal en la parte superior, co-locado monolíticamente a ellas de 2.00 metros de ancho con vue-los de 4.50 metros a cada lado. Las vigas se colocarán sobre apo-yos provisionales para colar un diáfragma en sentido transversal (viga), que se postensará y bajo el que se colocarán apoyos "uni" y "multidireccionales" en cantidad a definir.

## PUENTE EL MUERTO

Se le llama "Puente el Muerto", porque recibe el nombre del arroyo que fue necesario cruzar en una longitud de aproximadamente 70 metros y con una profundidad promedio de 10 metros.

### DESCRIPCION DE PROYECTO:

Este proyecto consiste en la construcción de un paso para vehículo ubicado en el Km 18 + 469 del nuevo trazo de autopista, con origen de cadenamientos en la Venta Guerrero, su longitud total es de 92.08 metros y con variaciones en su ancho de calzada que van desde 20.12 metros a 20.41 metros por encontrarse incluido dentro de una curva espiral requerida en esa zona para las terracerías.

Su cimentación consta de una etapa constructiva llamada subestructura cuyas características se describen a continuación:

En esta etapa constructiva se contemplan los 6 apoyos básicos de la estructura: dos estribos y cuatro de concreto reforzado con una resistencia  $f'c=250 \text{ Kg/cm}^2$ , cada una de las pilas está integrada por una zapata corrida, un cabezal y tres columnas rectangulares de 1.20 metros por 1.50 metros de sección - cuya altura aproximada es de 10 metros. Los estribos los constituyen un concreto ciclópeo  $f'c=100 \text{ Kg/cm}^2$  y una corona de concreto reforzado  $f'c=250 \text{ Kg/cm}^2$ , su altura es de 10.60 metros en promedio.



PUENTE EL EJIDO Km 17+670

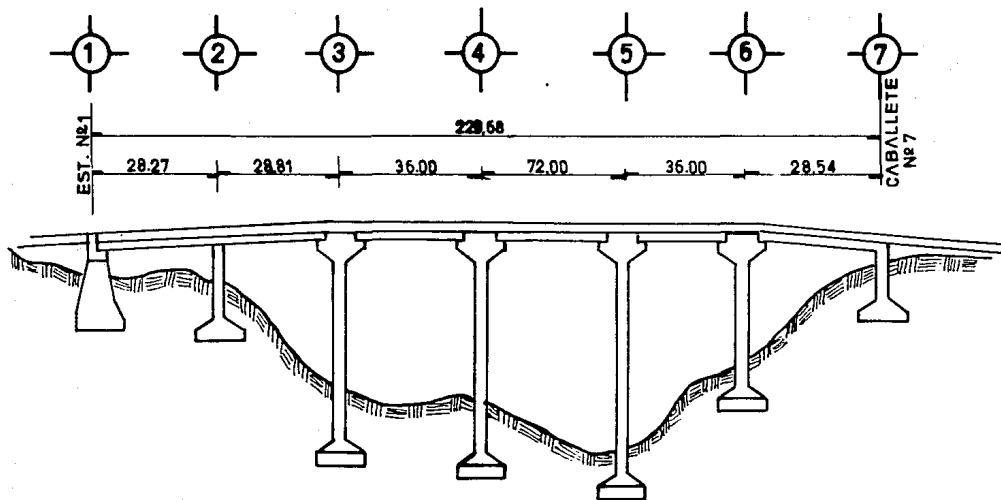


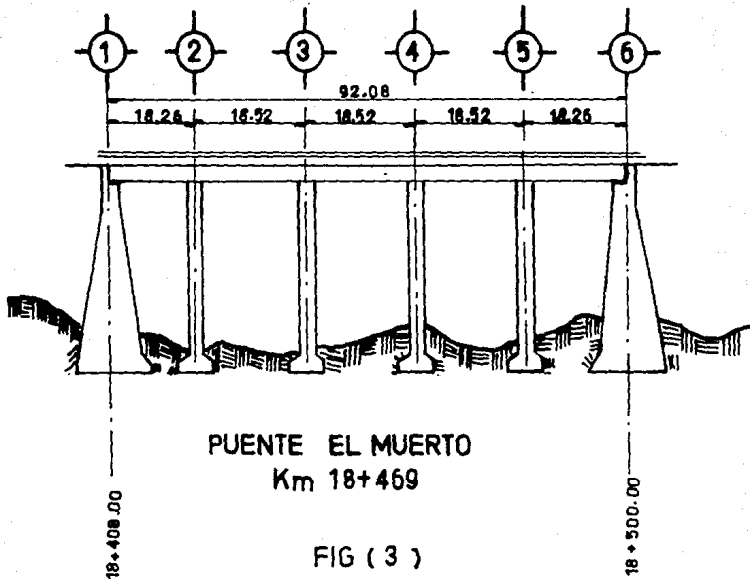
FIG (2)

La superestructura ó base de rodamiento está formada - por 5 tramos de losa aligerada y durante su construcción se em - pleará concreto  $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$ , acero de refuerzo L.E.= 4000 -  $\text{Kg/cm}^2$  y tubos de cartón comprimidos de 82 cm de diámetro.

Dos de sus claros tienen una longitud de 18.26 metros - y los tres restantes 18.52 metros, su carga móvil de diseño es - HS-20-T3-S2-R4.

Los accesos los conforman dos terraplenes cuyo volumen es de  $10,550 \text{ m}^3$  compactados al 90% de su peso volumétrico óptimo, además, de una serie de obras auxiliares para proteger los acce - sos.

C L A R O	LONGITUD
1-2	18.26
2-3	18.52
3-4	18.52
4-5	18.52
5-6	18-26



## PUEBTE " BARRANCA DEL CERRO "

La estructura que nos ocupa es el Puente "Barranca del Cerro", el cual recibe el nombre de la barranca que fué necesario cruzar en una longitud de 100 metros aproximadamente, teniendo una depresión en la zona de 23 metros.

### DESCRIPCION DEL PROYECTO:

El proyecto consistente en la construcción de un puente vehicular ubicado en el Km 23 + 231 del nuevo trazo de la autopista México-Acapulco (vía corta), con origen de cadenamientos en la Venta Guerrero; su longitud total es de 114.70 m, y su ancho de calzada variable, que va de 20.60 metros a 20 metros para alojar dos carriles por sentido.

Su cimentación consiste en la construcción de una etapa denominada sub-estructura cuyas características se describen a continuación:

La sub-estructura está constituida por 5 apoyos: 2 estrijos y 3 pilas de concreto reforzado con una resistencia --  $f'c=250 \text{ Kg/cm}^2$ , cada una de las pilas está formada por una zapa-ta corrida, un cabezal y 3 columnas unidas por un travesaño, su sección es de 1.00 metro por 1.50 metros y su altura es de 18 metros en promedio.

La super-estructura o superficie de rodamiento está - formada por cuatro tramos simplemente apoyados de losa de concreto reforzado, cuya resistencia es de  $f'c=250 \text{ Kg/cm}^2$  sobre once -

trabes postensadas tipo AASTHO de concreto  $f'c=250 \text{ Kg/cm}^2$  y acero de presfuerzo  $L.R.=19000 \text{ Kg/cm}^2$ ; tiene cuatro claros, dos de ellos tienen una longitud de 27.80 metros y los restantes de 29.53 metros.

El ancho de calzada tiene variaciones que van de 20.00 metros a 20.60 metros y fué diseñado para una carga móvil HS-20-T3-S2-R4.

Los accesos están constituidos por dos terraplanes cuyo volumen es de 6422 M<sup>3</sup> compactados al 90% de su peso volúmetri co óptimo, además, de una serie de obras auxiliares para prote ger los accesos.

PUENTE BARRANCA DEL CERRO Km 23+231

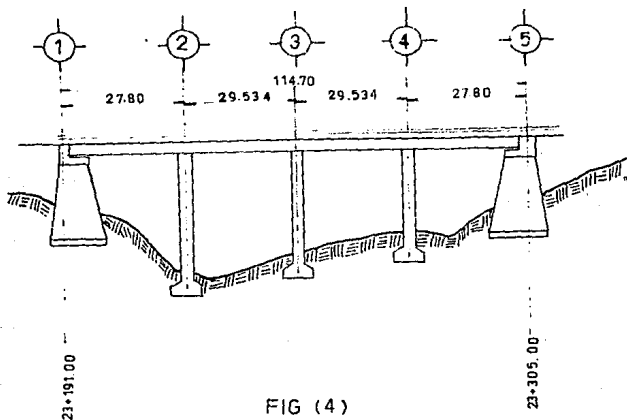


FIG (4)

## " PUENTE DOS ARROYOS "

El proyecto consiste en la construcción de un puente vehicular ubicado en el Km.24 + 113 ( vía corta ), con origen de cadenamiento en la Venta Gro., su longitud total es de 115.34 metros y su ancho de calzada es de 20 metros para alojar 2 carriles por sentido, el ancho de calzada es de 20 metros y fué diseñada para una carga móvil HS-20-T3-S2-R4.

Su cimentación consiste en la construcción de una etapa llamada sub-estructura cuyas características a continuación se describen.

La sub-estructura está constituida por 6 apoyos: Dos estribos y cuatro pilas de concreto reforzado con una resistencia  $f'c=Kg/cm^2$ , cada una de las pilas está integrada por una zapata corrida, un cabezal y cuatro columnas unidas por un travesaño, sus sección es de 1.00 metro por 1.50 metros y su altura es de 18 metros es promedio.

Los estribos serán construidos con el novedoso sistema francés "Tierra Armada" a fin de abatir tiempos de ejecución en los trabajos y en la parte superior de éstos, se llevará a cabo la ejecución de un cargero de concreto reforzado para recibir la superestructura.

La super-estructura o superficie de rodamiento está formada por cuatro tramos simplemente apoyados de losa de concreto reforzado cuya resistencia es de  $f'c=250 Kg/cm^2$ , sobre 12 travesaños postensados tipo AASHTO de concreto  $f'c=350 Kg/cm^2$  y acero de presfuerzo L.R.=19000  $Kg/cm^2$ ; tiene 4 claros cuyas longitudes se anotan a continuación:

C L A R O

LONGITUD

1-2

27.95

2-3

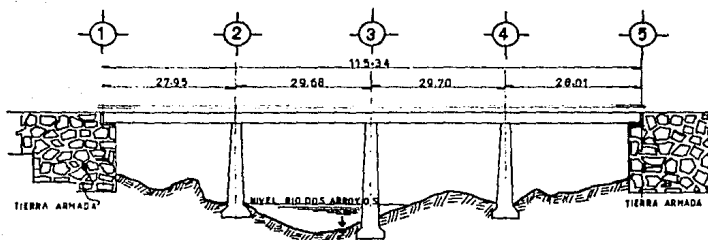
29.68

3-4

29.70

4-5

28.01

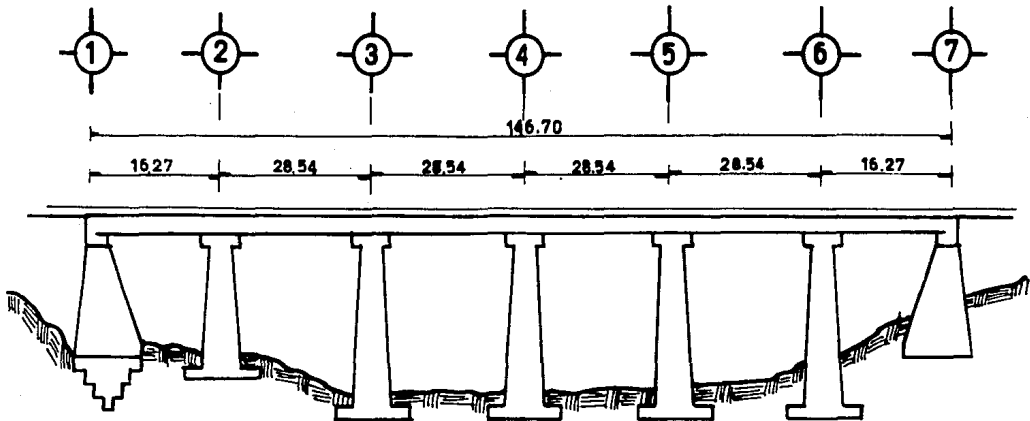


PUENTE DOS ARROYOS

Km 24+113

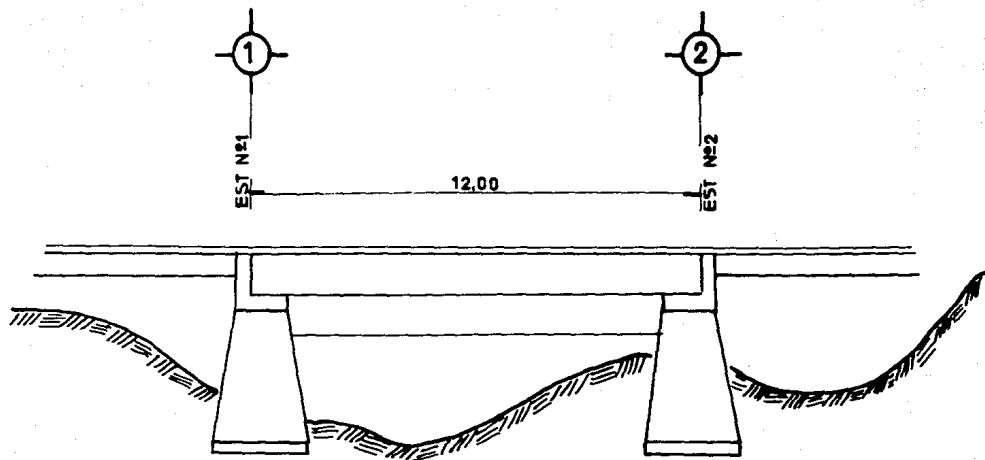
FIG (5)

# PUENTE LOS GUAJES I Km 29+694



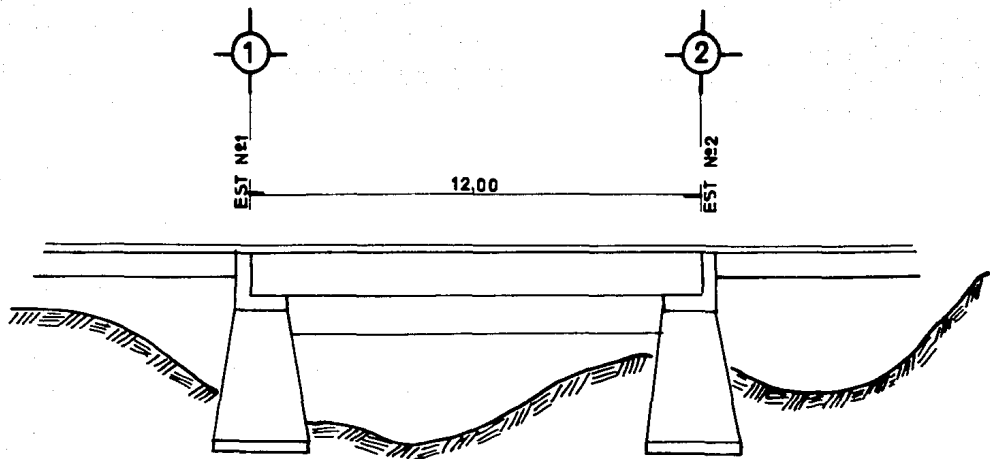
FIG(6)





PUENTE LOS GUAJES 30+052  
II

FIG (7)



PUENTE LOS GUAJES 30+052  
II

FIG (7)

# PUENTE EL CAMARON Km 31+485

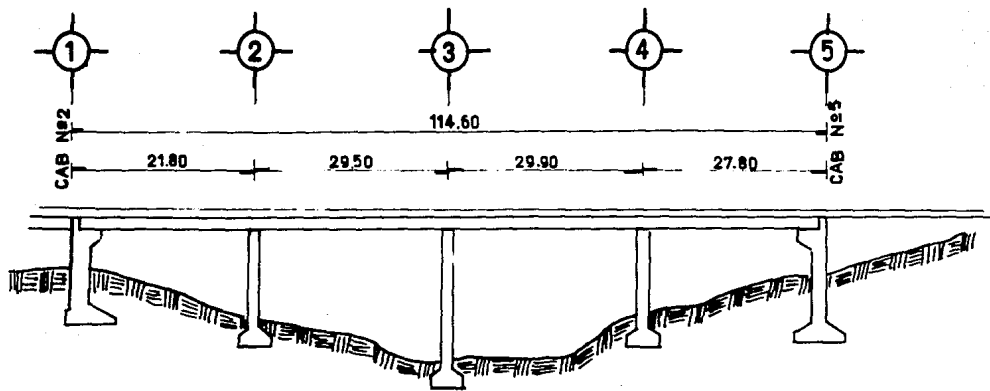
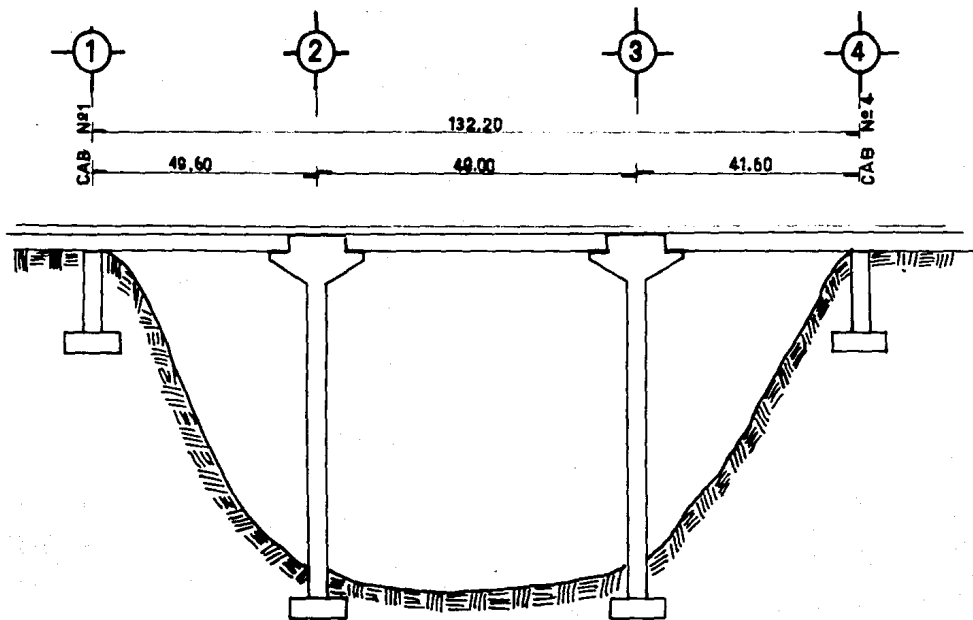


FIG (8)



PUENTE POZUELO Km 36+175  
FIG (9)

## " TUNEL TIERRA COLORADA "

### PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO:

El túnel Tierra Colorada de la Autopista México-Acapulco se emplazó en un macizo rocoso constituido predominantemente por metatobas y metandesitas, la altura de la rasante del túnel al punto más alto del cerro es de 120 m, y la longitud de cada túnel es de 285m, incluyendo un túnel de 5.90 m, por entrada.

En la excavación de portales se movieron 128,152 m<sup>3</sup> - (de metandesitas) material rocoso, medianamente fracturado, a de voladuras a cielo abierto y equipo pesado de construcción, dando origen a los taludes o tajos inestables por la naturaleza de la roca, su estabilización se efectuó mediante anclas de fricción - de 1" de diámetro y 4 m, de longitud además, de colocar malla - electrosoldada (6-6 X 10 X 10) y concreto lanzado con un espesor de 7.5 cm aproximadamente.

En la excavación de ambos túneles se extrajeron 45,700 m<sup>3</sup> de roca (metatobas), 22,830 m<sup>3</sup> en la sección media superior - y 22,870 m<sup>3</sup> en la sección media inferior mejor conocida como han queo, para llevar a cabo este tipo de excavaciones se tomó la de cisión de emplear el conocido método austriaco de tuneleo, que - consiste en atacar por etapas el área total por excavar, tenien do como parámetros el tipo de roca encontrada cada avance de cue le en cada una de las bocas, reforzando mediante anclas, malla, - concreto y marcos metálicos el frente de ataque que se tiene -- avanzado por sección.

El área de excavación en túneles, es igual a  $82 \text{ m}^2$  de proyecto, teniendo un volumen de sobreexcavación aproximado de  $1,000 \text{ m}^3$  por cuerpo, misma que fue sustituida por concreto hidráulico de  $f'c=250 \text{ Kg/cm}^2$ .

El revestimiento definitivo del túnel se efectuó mediante concreto hidráulico ( $f'c=250 \text{ Kg/cm}^2$ ), reforzado en dos etapas constructivas.

a) Armado y colado de guarniciones de túnel (cimentación a cielo abierto de la clave y paredes), en toda la longitud de ambos túneles, incluyendo los túneles falsos: esto tiene como finalidad brindar apoyo a la cimbra metálica de la clave y las paredes.

b) Armado y colado de clave y paredes de túnel: consiste en la colocación previa del acero de refuerzo de clave y paredes, además del drenaje perimetral y juntas elásticas de PVC en cada módulo construido.

La cimbra metálica de 6 m de longitud alojada en una estructura metálica diseñada para la sección de proyecto a base de uniones abatibles mediante gatos hidráulicos y cuatro rodamientos acanalados en sus apoyos para brindar los desplazamientos deseados, se arma dos rieles de 18 m de longitud fijados previamente con soldadura en las guarniciones del túnel.

El colado de clave y paredes se llevó a cabo, en cuanto a la cimbra era colado en la estación prefijada y debidamente taponeada mediante la cimbra de maderas, empleando para ello una

bomba de concreto estacionaria debidamente acoplada a un sistema de inyección de aire a presión, para el cañoneo en la clave de cada uno de los módulos, el procedimiento se hizo repetitivo, logrando un avance de 60 m por semana.

En cada módulo de concreto eran colocados dos juntas elásticas de PVC en ambos extremos, para evitar las filtraciones de agua por cada junta de colado, además de auxiliar estructuralmente el comportamiento del túnel ante los efectos de sismo.

El drenaje interior de los túneles se llevó a cabo mediante la colocación de cuatro drenes perimetrales de 2" de diámetro y 5 m de longitud unidos por un tubo flexible de PVC de 2" de diámetro conectado a un tubo de concreto de 45 cm de diámetro.

La separación entre los drenes fue de 5 m y fueron colocados exclusivamente en las zonas donde se localizaban filtraciones.

Por otra parte en el interior de ambos túneles, se alojó un drenaje longitudinal mediante tubos de concreto de 45 cm de diámetro y pozos le visita a cada 40 m.

El pavimento proyectado en los túneles fue modificado debido a la escasez de equipo para llevar a cabo la ejecución de concreto rodillado por un pavimento de concreto armado de  $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$  y de 25 cm de espesor desplantado en una sub-base con calidad de base de 75 cm de espesor.

La iluminación de túnel consta de una casa de máquinas que alimenta los circuitos de ambos túneles, además de tres postes en cada uno de los portales.

Fue necesario colocar una línea de alimentación de energía eléctrica del poblado denominado La Venta, hacia la casa de máquinas, con la finalidad de tener un ahorro en gastos por combustibles y gastos de operación.

Los sistemas instalados en la casa de máquinas tiene capacidad de mantener siempre iluminados los túneles por las frecuentes faltas de energía eléctrica que se presenta en la zona.

Las obras auxiliares corresponden a contracunetas y cunetas construidas en los portales y bermas, para evitar erosiones en los taludes, además de los rellenos de túneles falsos que tienen como finalidad amortiguar la probable caída de alguna roca desprendida de los taludes frontales.



TUNEL "TIERRA COLORADA" KM. 39+126.50

1.- DATOS DE CONCURSO

a) Costo total.	28,902'900	C/IVA
b) Longitud total	570.0 m	

2.- DATOS GEOMETRICOS

a) Velocidad de proyecto	110.0	Km/h
b) Ancho de calzada	7.0	m
c) Ancho corona	21.0	m
d) Barrera separadora	2.0	m
e) Acotamiento a ambos lados	2.5	m
f) Curva máxima	2	grados
g) Pendiente gobernadora	3.0	‰
h) Pendiente máxima	5.0	‰
i) Espesor pavimento	0.4	m

3.- AVANCE FINANCIERO

a) Erogado al 31 de agosto de 1991:	21,636'920	C/IVA
-------------------------------------	------------	-------

4.- AVANCE FISICO

a) Corte en portales	100	‰
b) Excavación túnel	100	‰
c) Revestimiento primario	100	‰
d) Obras complementarias	95	‰
e) Excavación en túnel	100	‰
f) Revestimiento definitivo	100	‰

g)	Pavimentación	100	%
h)	Iluminación	15	%
i)	Casa de máquinas	90	%

AVANCE FISICO GLOBAL

94.0 %

5.- AVANCE EQUIVALENTE EN METROS

532.0

6.- VOLUMENES DE OBRA REPRESENTATIVOS

a)	Excavación en portales	128,152	m <sup>3</sup>
b)	Excavación en túnel	45,696	m <sup>3</sup>
c)	Revestimiento definitivo	8,186	m <sup>3</sup>
d)	Anclas	2,545	pzas.

semana. También, integra la subestructura una pila secundaria de menor sección y estribos anclados sobre el terreno natural, de los cuales a la fecha, no se encuentran en proyecto definitivo.

#### SUPERESTRUCTURA:

Tiene una longitud total de 315 metros y consiste en - la construcción de dovelas en doble voladino, con ancho total de 20.30 metros, la integran 3 claros, de 76.90, 141.00 y 96.90 metros respectivamente; apoyados en dos pilas principales, una pi - la secundaria y dos estribos.

El sistema de construcción de dovelas en doble voladi - zo consiste en construir la superestructura partiendo de una o - varias pilas, utilizando dispositivos móviles de colado. La cons - trucción debe efectuarse simétricamente partiendo en cada apoyo - para conservar el equilibrio. El colado de la primera dovela - ( dovela sobre pila ), se lleva a cabo utilizando cimbra tradi - cional y posteriormente se continúa, utilizando los dispositivos móviles de colado.

# SECCION

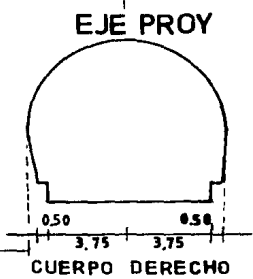
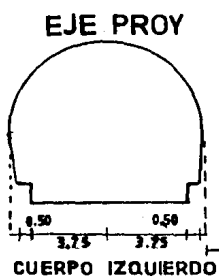
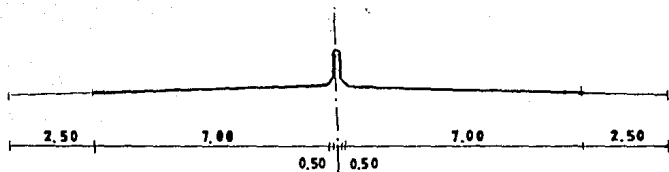


FIG (10).

PERFIL

TUNELES TIERRA COLORADA  
Km 39+126.50 AL 39+411.50

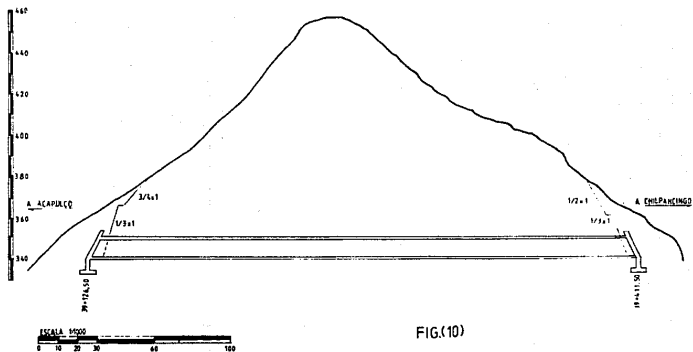


FIG.(10)

## PUENTE "PAPAGAYO"

### ANTECEDENTES:

El puente "Papagayo" se localiza sobre el Cañón del Río del mismo nombre, a 3 Km, aguas arriba de la Presa "La Venta". El ancho del río en el cruce es de aproximadamente 120 metros y profundidad promedio de 15 metros.

### DESCRIPCION:

El proyecto consiste en la construcción de un viaducto formado por un puente vehicular localizado en el Km. 42 + 420, del nuevo trazo de la carretera México-Acapulco, con origen de cadenas en La Venta Guerrero.

La longitud total del proyecto es de 315 metros y un ancho de corona de 20.30 metros que servirá para alojar 2 carriles por sentido con pendiente transversal del 2%.

### SUBESTRUCTURA:

Está formada por dos pilas principales de concreto armado en sección de cajón, de forma trapesoidal, con una altura de 78.79 metros en la pila 2 y 76.83 en la pila 3, las que serán soportadas por una cimentación superficial de concreto armado, de 3.50 metros de espesor; para su construcción se formarán módulos de colado de 3.00 metros a base de cimbra trepadora Doka, con la que se pretende lograr uno y medio ciclos de colado por -



## DESCRIPCION DE LA OBRA:

El Puente Barranca El Cañon se localiza en el Km 134 + 784 de la Autopista Cuernavaca-Acapulco, tramo Chilpancingo-Río-Balsas, dentro del Municipio de Zumpango de Neri, Guerrero, a 34 Km al norte de la Ciudad de Chilpancingo, Gro.

Sus características principales son las siguientes:

Longitud total:	280.80 m
Ancho total:	21.40 m
Alineamiento horizontal:	Tangente
Alineamiento vertical:	Recto
Pendiente longitudinal:	4 ‰
Pendiente Transversal:	2 ‰
Carriles de circulación:	4
Tipo:	Atirantado ( 2 arpas )
No. Apoyos	5 ( 3 Pilas y 2 Estribos ).
No. De claros:	( 49.40, 166.00, 24.00 y 21.40 ).
Altura máxima	Pilón.

## SUB-ESTRUCTURA:

La Sub-estructura consiste en 5 apoyos: 3 Pilas y 2 - Estribos, de los cuales el apoyo principal es la Pila No. 2 con una altura 115.17 m incluyendo el pilón, construido con concreto reforzado. Las Pilas No. 3 y 4 constan de 2 columnas huecas-



## DESCRIPCION DE LA OBRA:

El Puente Barranca El Cañon se localiza en el Km 134 + 784 de la Autopista Cuernavaca-Acapulco, tramo Chilpancingo-Río-Balsas, dentro del Municipio de Zumpango de Meri, Guerrero, a 34 Km al norte de la Ciudad de Chilpancingo, Gro.

Sus características principales son las siguientes:

Longitud total:	280.80 m
Ancho total:	21.40 m
Alineamiento horizontal:	Tangente
Alineamiento vertical:	Recto
Pendiente longitudinal:	4 ‰
Pendiente Transversal:	2 ‰
Carriles de circulación:	4
Tipo:	Atirantado ( 2 arpas )
No. Apoyos	5 ( 3 Pilas y 2 Estribos ).
No. De claros:	( 49.40, 166.00, 24.00 y 21.40 ).
Altura máxima	Pilón.

## SUB-ESTRUCTURA:

La Sub-estructura consiste en 5 apoyos: 3 Pilas y 2 - Estribos, de los cuales el apoyo principal es la Pila No. 2 con una altura 115.17 m incluyendo el pilón, construido con concreto reforzado. Las Pilas No. 3 y 4 constan de 2 columnas huecas-

arriostradas con una trabe que las une en la parte superior donde también se apoya la superestructura. La Pila No. 2 también, consta de dos pilas arriostradas de la misma forma, continuando sobre la superestructura para formar los pilones donde se anclarán los tirantes. De los estribos el de mayor importancia por las dimensiones es el Estribo No. 1 con 36 m, de longitud y cuenta con galerías que serán rellenas de material para que funcione como lastre, debido a que la losa estarán anclados la mayor parte de los tirantes.

#### SUPERESTRUCTURA:

La superestructura está formada por 4 claros, 3 colados en sitio que son el claro 1-2, 3-4 y 4-5 con 49.40, 24.00 y 21.40 m, respectivamente y con altura máxima de 45 m. El claro Estribo No.1- Pila No. 2 también estará sostenido por parte de los tirantes, por lo que deberá apoyarse provisionalmente en tanto se construye la parte equivalente en el claro principal.

El claro principal Pila No. 2- Pila No. 3 tiene 166.00 m, de longitud y estará formado por piezas prefabricadas de concreto reforzado que son dovelas, piezas de puente y losas para formar secciones de puente de 4 m, de longitud, que serán colocadas en su sitio definitivo por medio de un dispositivo especialmente diseñado para este efecto; las piezas ensambladas se unirán por medio de colados de liga en sitio y cables de presfuerzo, sosteniéndose por tirantes que parten del No. 2 y que forman 2 arpas en los extremos de la calzada anclados a cada 8 m, de longitud.

La superficie de rodamiento es de concreto asfáltico - con banquetas laterales que funcionan como andador y parapetos y laterales, así como una barrera central de concreto hidráulico.

## "PUENTE MEZCALA"

La ingeniería de puentes comprende la planeación, diseño, construcción y operación de estructuras que facilitan el movimiento de personas, animales o materiales sobre obstáculos naturales o artificiales. Como es el caso del Puente de Mezcala que será construido en el río Mezcala o Balsas, el cual se localiza en el Km 65 + 000.

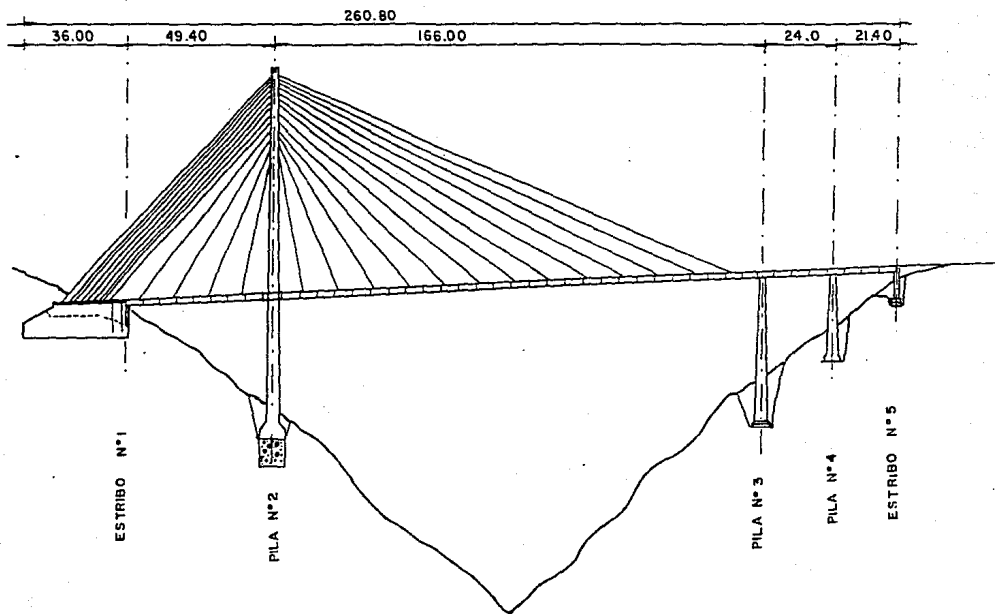
Esta estructura tiene una longitud de 881.91 metros de largo y una altura de 200 metros y será construido con las siguientes especificaciones.

La última edición de las normas generales de construcción de la S.C.T., haciendo referencia en particular a las siguientes capitulaciones:

- XVIII Excavación para estructura.
- XIX Rellenos.
- XXII Concreto hidráulico.
- XXII Acero para concreto hidráulico.
- XXIV Estructura de concreto reforzado.

Se usará concreto de  $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$ , cuya capacidad no será menor de 0.80 con revenimiento de 6 a 8 cm, y agregado grueso con tamaño máximo de 4 cm, se vibrará al colocarlo en caso de que el contratista requiera usar auditivos, deberá justificar oportunamente la cantidad y dosificación de estos productos presentados al ingeniero residente y pruebas satisfactorias de su empleo con los agregados y cemento a utilizar.

# PUENTE BARRANCA EL CAÑON.



Acero de Refuerzo.- Se tendrá especial cuidado en la limpieza de las varillas, evitando que tenga óxido suelto antes de depositar el concreto. Los empalmes de varilla se harán exclusivamente con soldadura a tope por traslado.

Acero Estructural.- Para el piso ortotropicos del tramo principal se usará ASTM A-36

Los datos de desplante de pilas y estribos, los refuerzos de contacto de la subestructura son supuestos por no contar con datos de mecánica de suelo para estos desplames.

A continuación se presentarán datos de materiales que se utilizarán en la construcción del puente en parapetos, superestructura, pilones, subestructura y cimentación, concreto  $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$ .

Acero Estructural A-36

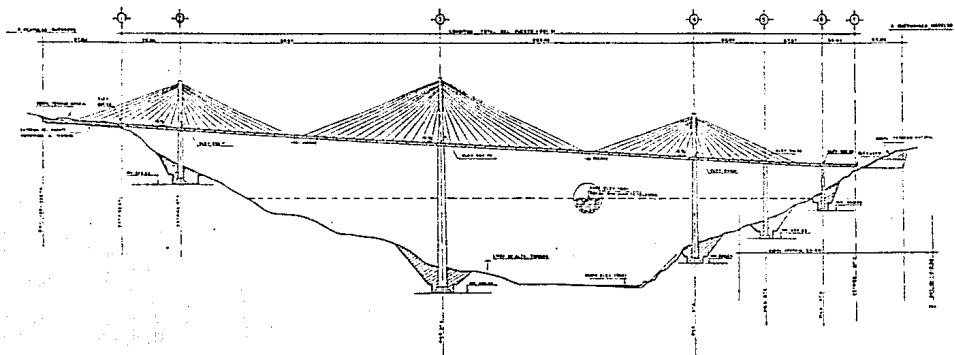
Acero de Refuerzo  $f'c = 4000 \text{ Kg/cm}^2$ .

Barras Roscadas  $\phi 32 \text{ mm}$  Tipo DyWIDAG  $\phi$  Similar.

Tirantes de 19  $\phi 15$  incluyendo anclajes y vainas de poliétileno.

Cabe señalar que estos datos estan sujetos a cambios ya que el proyecto esta en estudio.

# PUENTE MEZCALA .







1. INTRODUCCION.

1.1 ANTECEDENTES:

La Secretaría de Comunicaciones y Transporte (S.C.T.)-- se encuentra actualmente realizando el proyecto definitivo para la construcción de la Autopista Cuernavaca-Acapulco, en el tramo Chilpancingo-Tierra Colorada en el Estado de Guerrero "AGUA DE - OBISPO", mismo que atravesaran el Cerro Los Cajones con un desarrollo de unos 400 m cada uno y un escape de hasta 150 m.

1.2 OBJETIVO:

El objetivo general fue realizar un proyecto ejecutivo para la excavación de los túneles llegando a conclusiones y recomendaciones sobre geometría de la excavación soporte primario y definitivo de los túneles, diseño de taludes para cortes a cielo abierto, tratamiento de la roca, pavimentos y obras complementarias.

Para lo anterior se requirió definir un modelo geológico del macizo rocoso y conocer la distribución y las características geomecánicas de las unidades de roca que serán afectadas por la excavación de los túneles o con cortes a cielo abierto.

### 1.3 LOCALIZACION Y FISIOGRAFIA.

Los túneles Agua de Obispo se localizan a unos 800 m al poniente de la actual carretera México-Acapulco, a 32 Km al sur de Chilpancingo. El lugar se conoce como Los Cajones y pertenece al Ejido de Acahuizotla en el Estado de Guerrero ( fig.1.1)

El cerro por atravesar es un cordón orientado burdamente NE-SW con laderas de muy fuertes pendientes, siendo más pronunciada la ladera norte ( con pendientes del orden de 60 grados y hasta sub-verticales) que la sur (pendientes de unos 40 grados).

El desnivel desde la actual carretera ( cota 960 m.s.n.m.) hasta la cima del cerro (cota 1150 m.s.n.m.) es de 190 m - la cota de la autopista en la entrada de los túneles es de 1,010 m ( Portal Acapulco).

El acceso a las zonas de los portales de entrada se realizó siguiendo un camino de herradura que parte de la actual carretera México-Acapulco, el cual entronca a un kilometro al sur de los Cajones. Sin embargo, por lo escarpado de la zona, el acceso a los portales de salida no cuenta siquiera con veredas, por lo que para llegar a ellos se debe subir ya sea a campo traviesa o siguiendo el cauce de un escurrimiento intermitente.

### 1.4 METODO DE TRABAJO

Para cumplir el objetivo general y el previo particular, se llevaron a cabo las siguientes actividades de campo:

## LEVANTAMIENTO GEOLOGICO.

Se realizaron caminamientos a todo lo largo de los ejes de ambos túneles y en su entorno. Durante los caminamientos se identificaron las unidades de roca que aflojarán en la zona y se cartografiaron a escalas 1:1,000 y 1:2,000. De cada unidad de roca se hicieron descripciones relativas a la litología atendiendo a su textura, estructura, grado de intemperismo, dureza, grado de fracturamiento, RQD en afloramientos, etc.

Se realizó pues un levantamiento estructural detallado, midiendo la orientación de fracturas, fallas y estratificación que afectan a las diversas unidades de roca. Además, para cada estructura medida se definió continuidad, apertura, tipo de rellenos, rugosidad, resistencia de la roca y alteración de la misma. Con los datos de orientación se realizaron estereogramas definiendo familias de discontinuidades, y posteriormente se obtuvieron los parámetros de las características de cada una de las familias definidas.

## ESTUDIO GEOFISICO

Se realizó una campaña de explotación por los métodos de geolétrica y geosísmica.

La explotación geolétrica se llevó a cabo utilizando el método de Sondeos Eléctricos Verticales (SEV), realizando un total de 40; se realizaron dos secciones coincidentes con los ejes preliminares para los túneles (se hace esta aclaración porque posteriormente se efectuó un cambio de trazo debido a la pre

sencia de un depósito de talud importante en el portal de entrada). Sin embargo, la información obtenida en la explotación es válida, ya que los trazos modificados, resultaron ser sensiblemente paralelos a los anteriores en la zona de los portales de entrada (portal Acapulco) y prácticamente coincidentes con los anteriores en la zona de los portales de salida (portal Chilpancingo).

Este método fue útil como apoyo para ayudar a definir la estructura geológica del cerro, para seguir algunos de los contactos de las unidades en el subsuelo y para detectar diferentes condiciones de alteración dentro de las unidades.

La geosísmica se realizó por el método de refracción. Su objetivo fue determinar el espesor de las capas de suelos-roca alterada, roca decoprimida y profundidad de la roca sana. Asimismo, se obtuvieron parámetros que se correlacionan directamente con la calidad geotécnica de diferentes capas litológicas -- (velocidades de onda P y S, Módulos de Young y Corte, así como Relación de Poisson).

Se programaron 8 líneas sísmicas, 4 en cada una de las zonas de los portales. Esta exploración al igual que la de geoelectrónica, se distribuyó conforme al trazo preliminar de los túneles, sin embargo, por la misma razón antes expuesta su información fue útil.

## PERFORACIONES EXPLORATORIAS

Por otro lado, para ajustar el modelo geológico y conocer las características de las diferentes unidades de roca a nivel de túnel, se programaron 4 sondeos directos con recuperación de núcleos, originalmente 2 en cada eje. Sin embargo, dado que se modificaron los trazos quedaron 2 sondeos (S-1, S-2 y S-21), sobre el cuerpo izquierdo, uno sobre el derecho (S-4) y otro (S-3) quedó a 100 m al NE del eje del cuerpo derecho definitivo.

Los sondeos S-3 y S-4 se llevaron a unos 5 m por debajo de la rasante de los túneles, mientras que el sondeo S-1 se llevó justo a la rasante y el sondeo S-2 se abandonó a la mitad de su desarrollo por problemas con herramientas, debiéndose programar el S-2 para continuar la explotación.

De los núcleos recuperados se efectuó una descripción geotécnica y se calculó porcentaje de recuperación y RQD. Se seleccionaron algunos de ellos para pruebas de laboratorio.

## PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVO DE LOS TUNELES AGUA DE OBISPO

Excavaciones en Portales.- El volumen aproximado proyectado en ambos portales es de 88,788 m<sup>3</sup>, de los cuales 35,574-m<sup>3</sup> corresponden al Portal Acapulco y 53,314 m<sup>3</sup> al Portal Chilpancingo.

La separación entre marcos es de 1.00 m y se rellenaron de concreto lanzado  $f'c=250 \text{ Kg/cm}^2$  en capas de 5 cm de espesor - una malla electrosoldada 10 cm de espesor, otra malla y 5 cm de espesor de concreto lanzado.

## PORTAL CHILPANCINGO

El procedimiento constructivo hasta la sección media superior se llevó a cabo con equipo pesado de construcción y en algunas zonas bajo ésta sección fue necesario efectuar voladuras a cielo abierto mediante barronaciones de 3 m de longitud.

Desde el inicio de los trabajos se observaron problemas de estabilidad en los taludes, sobre todo, en el frontal que inmediatamente después de realizar la excavación, se presentaron caídos en el cuerpo izquierdo, por lo cual fue necesario modificar el talud proyectado  $1/2 \times 1$  por  $1 \times 1$  de la elevación - - - 1,032.12 m a la elevación 1,049.00 m, sin embargo, esta solución causó problemas de inestabilidad, dando origen a una nueva modificación del talud frontal solucionada con la ampliación de la berma de 3 m a 5 m de ancho en la elevación 1,030.36 m a partir de la cual, nuevamente se ejecutó un talud  $1 \times 1$  hasta la elevación 1,049.00 m, en donde nuevamente se construyó una berma de ancho variable (1.50 m a 6.00 m).

Estos taludes, además de abartilos, se le colocaron - anclas de fricción adicionales al proyecto de  $1 \frac{1}{2}$ " de diámetro y 6 m, 9 m y 12 m de longitud, con su respectiva malla electrosoldada (6-6 X 10 X 10), concreto lanzado de 7.5 cm de espesor y drenes de PVC de 2" de diámetro.

Nuevamente se presentaron problemas de caídos en el cuerpo izquierdo, aún con todos los elementos de protección y estabilización ejecutados que se reflejaron con la aparición de grietas en la berma, ubicada en la elevación de 1,030.38 m; este problema fue necesario evaluarlo mediante instrumentación a base

de extensómetros, para ello se colocaron cuatro puntos de apoyo a base de bulones alojados en el talud frontal.

Estas medidas arrojaron resultados positivos que se reflejaron en movimiento del macizo, hasta de 9 mm acumulados en el transcurso de 7 días.

Todos estos problemas de incremento de volumen de excavación en portal (17,000 m<sup>3</sup> aproximado), malla electrosolada, anclas de fricción, drenes y concreto lanzado, han originado un atraso en el programa real de ejecución de la Obra, por tal motivo y con la finalidad de continuar los trabajos, garantizando la seguridad del personal encargado de realizarlo, se tomó la decisión de construir un túnel falso de 15 m en la sección media superior, conformado por dos rastras de concreto armado, marcos metálicos, malla y concreto lanzado.

Posteriormente se dió inicio a la excavación en sección media superior cuerpo izquierdo a base pistolas neumáticas (rompedoras), manuales, procedimiento que se denomina "medios mecánicos".

Los marcos metálicos utilizados en el túnel falso, son de tipo estructural IPR con 8" de peralta y 5 1/4" de patin, unidos en tramos mediante soldadura siguiendo la geometría del túnel (proyecto), cuentan con placas extremas de acero con officios para efectuar la unión marco-rastra en el apoyo, su rigidez en conjunto se logró mediante troqueles de unión con varilla de acero de 5/8" de diámetro roscada en los extremos para unirla con tuercas a los marcos, y alojarla en un tubo separador de fierro galvanizado y diámetro de 2".



## PORTAL CHILPAWINGO

Este frente de trabajo se lleva a cabo mediante equipo pesado de construcción desperdiciando el material excavado lateralmente, con un martillo neumático montado en una retroexcavadora IC 80.

Este procedimiento podría ser alternado en ambas secciones.

El sistema de soporte prevee 9 anclas de fricción de 1" de diámetro y 4 m de longitud para las zonas críticas y las zonas que se consideraron esables solamente la colocación de concreto lanzado de  $f'c = 250 \text{ Kg/cm}^2$  de 7.5 cm de espesor con malla electrosoldada de 15 X 15 X 1/2".

El drenaje proyectado es a base de 5 drenes de PVC rígido de 2" de diámetro de 5 m conectados a un tubo perimetral de PVC flexible de 2" de diámetro que descargará en un drenaje longitudinal, las separaciones entre secciones en los primeros 21 m del emportalado es de 3 m y los siguientes serán de 4 m de longitud separados a 6 m entre sus secciones.

El revestimiento definitivo se construirá a base de concreto hidráulico  $f'c = 200 \text{ Kg/cm}^2$  de 30 cm de espesor, con acero de refuerzo perimetral de 3/4" de diámetro y longitudinal de 5/8" de diámetro.

Las anclas de fricción que se vienen colocando en el talud lateral izquierdo, fueron modificadas en su dirección e inclinación, por encontrar los estratos (echados) paralelos a la misma.

Por otra parte se pretende garantizar la estabilidad del talud lateral mediante malla y concreto lanzado, esto se debe a la altura de 50 m, talud 1/2 X 1 con que fueron diseñados y al material desagradable encontrado en la zona.

Estos túneles fueron diseñados con la misma geometría del túnel ubicado en Tierra Colorada para aprovechar la cimbra metálica utilizada durante su construcción.

El proyecto contempla la colocación de los marcos descritos anteriormente en los primeros 20 m de las cuatro entradas a los túneles, sin embargo, estas condiciones se verán modificadas de acuerdo con las características del terreno excavado, por otra parte, la excavación en la sección media superior y banqueo, se prevén mediante la utilización de explosivos, pero se observa la necesidad de emplear medios mecánicos que consistan en efectuar los trabajos.

El pavimento diseñado para esta obra consta de :

- 1) Sub-base de espesor variable (1.55 m a 0.15 m).
- 2) Base de concreto rodillado de 0.25 m de espesor.
- 3) Carpeta asfáltica de 0.075 m de espesor.

Al igual que el túnel Tierra Colorada se construirá una Casa de máquinas que alimentará los circuitos alojados en los túneles para su iluminación.

TUNEL "AGUA DE OBISPO" KM. 68 + 553

1.- DATOS DE CONCURSO

- a) Costo total 46,303'200 C/IVA
- b) Longitud total: I 376 m (68+536.60 - 68+912.20)  
D 384 m (68+553.20 - 68+937.00)

2.-DATOS GEOMETRICOS.

- a) Velocidad de proyecto 110.0 Km/h
- b) Ancho de calzada 7.0 lado
- c) Ancho corona 21.0 m
- d) Acotamiento a ambos lados 2.5 m
- e) Curva máxima 2.0 grados
- f) Pendiente gobernadora 3.0 ‰
- g) Pendiente máxima 5.0 ‰
- h) Espesor pavimento 0.4 m

3.- AVANCE FINANCIERO

- a) Erogado al 30 de agosto de 1991: 5,181'800 C/IVA

4.- AVANCE FISICO

- a) Corte en portales 64%
- b) Concreto lanzado en portales 51%
- c) Anclas en talud de portales 18%

AVANCE FISICO GLOBAL 14%

## 5.- AVANCE EQUIVALENTE

51

## 6.- VOJIMIENTOS DE OBRA REPRESENTATIVOS

a)	Excavación en portales	106,000 m <sup>3</sup>
b)	Excavación en túneles T.S. Ranqueo	76,150 m <sup>3</sup>
c)	Ancias de fricción	
	6 m	92 pzas
	9 m	127 pzas (ejecutadas)
	12 m	165 pzas
d)	Concreto lanzado portales	396 m <sup>3</sup>

## TEMA VI

### PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION.

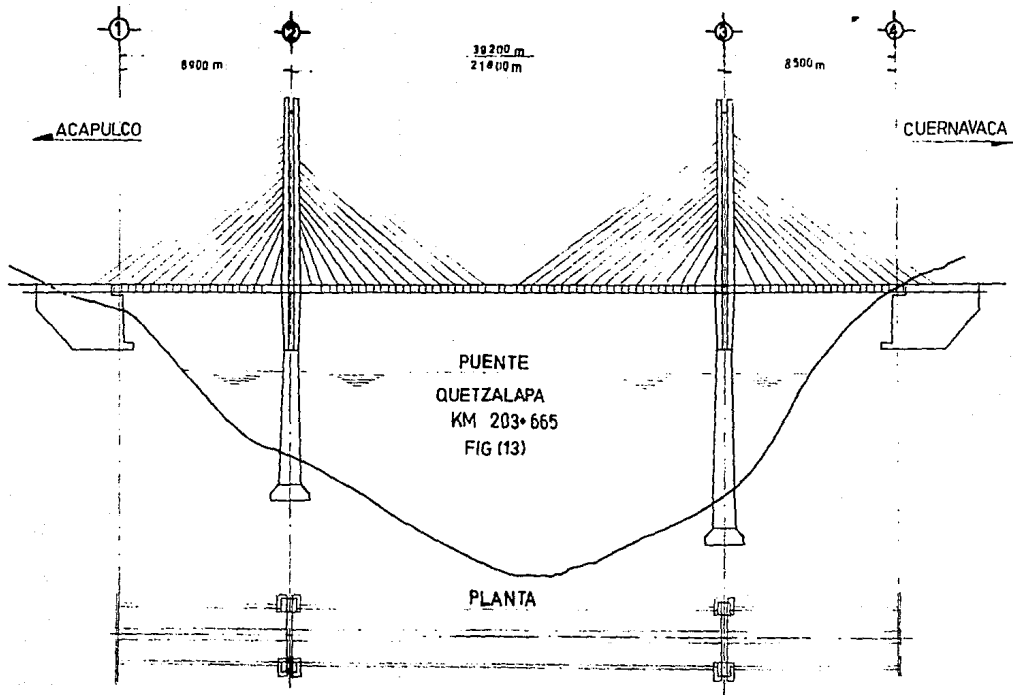
#### 6.1 TERRACERIAS Y PAVIMIENTOS.

Uno de los factores que afectan en forma predominante el diseño de un pavimento, es el material que constituye las terracerías, dado que influye fundamentalmente en el comportamiento y el espesor requerido en un pavimento.

El material que se utilice en estas capas proviene de la corteza terrestre, en el caso de los terraplenes; ya sea que se extraigan de los suelos alojados en la misma línea de trazo, para lo cual serán necesarios métodos de explotación y muestreo, a fin de conocer las características de los materiales, ver si cumplen con los requisitos deseados, o en su defecto, obtener los materiales de préstamo, ya sea lateral o de banco; así también, el material pétreo que se utilizará en la capa de pavimento provendrá de banco, con sus respectivos estudios, para contar con los datos firmes, seguros y abundantes respecto al suelo y material pétreo con el que se está tratando, para tener una concepción razonable y confiable de las propiedades físicas del material para su uso respectivo.

#### PROCEDIMIENTO PARA TERRACERIAS.

A. En todo los casos, el cuerpo de terracerías se compactará al 90% ó se bandeará según sea el caso; las capas de transición y subrasante se compactarán al 95% y 100% respectivamente.



mente los grados de compactación indicados son respecto a la - Prueba Proctor o Porter, dependiendo de la granulometría del ma- terial, por lo que quedará a juicio del laboratorio de control - aplicar la prueba que corresponda.

B. En todo los casos, cuando no se indique otra cosa, el terreno natural, después de haberse efectuado el despalle co- rrespondiente, el piso descubierto deberá compactarse al 90% de- su PVSM en una profundidad mínima de 0.20 m; o bandearse según - el caso.

C. Material que por sus características, no debe uti- lizarse ni en construcción del cuerpo de terraplón.

D. Material que por sus características, solo puede- utilizarse en la formación del cuerpo de terraplón, mismo que de- berá compactarse al 90% de su PVSM o bandearse según sea el ca- so.

E. Material que por sus características puede utili- zarse en la formación del cuerpo de terraplón y capa de transi- ción.

F. Material que por sus características puede utili- zarse en la formación del cuerpo de terraplón, capa de transi- ción y capa de subrasante.

G. En terraplanes formados con este material, se deberá construir capa de transición de 0.20 m, de espesor, cuando la altura de éstos sea menor de 0.80 m, y cuando sea mayor, la transición será de 0.50 m; y en ambos casos, se proyectará capa subrasante de 0.30 m, de espesor.

H. En cortes y terraplanes, se deberá proyectar capa de transición de 0.20 m, de espesor como mínimo y capa subrasante de 0.30 m, compactadas al 95 y 100% respectivamente, las cuales se construirán con material de préstamo del banco más cercano.

I. En cortes formados en este material, la cama del corte, se deberá compactar al 95% de su PVSM, en una profundidad mínima de 0.20 m, y se deberá proyectar capa subrasante de 0.30 m, de espesor, compactándola al 100% con material procedente del banco más cercano.

J. En este tramo se deberá proyectar en cortes y terraplanes bajos, capa de transición de 0.50 m, de espesor como mínimo y capa subrasante de 0.30 m; en caso de ser necesario, se deberán abrir cajas de profundidad suficiente para alojar las capas más cercanas.

K. En cortes, se deberá escarificar los 0.15 m, superiores y acamellonar; la superficie descubierta, se deberá compactar al 100% de su PVSM en un espesor mínimo de 0.15 m, con lo



que quedará formada la primera capa, con el material acamellonado se construirá la segunda capa subrasante, misma que deberá compactarse también al 100% de su PVS.M.

L. En cortes formados en este material se proyectará únicamente capa subrasante de 0.30 m, de espesor mínimo, compactándola al 100% y se construirá con material de préstamo del banco más cercano.

M. En cortes formados en este material, se escarificarán los primeros 0.30 m, a partir del nivel superior de subrasante, se acamellonará el material producto de escarificado y compactará la superficie descubierta al 95%, hasta una profundidad de 0.20 m. Posteriormente, con el material acamellonado se formará la subrasante de 0.30 m, de espesor.

## PAVIMENTO

Las cláusulas e incisos a que se hace mención en los párrafos siguientes, corresponden a las Normas para Construcción e Instalaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte, Edición 1983, Libro 3, Parte 01, Título 03 y además, con el libro 4, Parte 01, Título 03, Edición 1986, de las Normas de Calificada de los Materiales, también de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte.

### a). SUB-BASE HIDRAULICA.

Sobre la subrasante debidamente terminada se construirá una capa de sub-base de 0.40 m, de espesor, utilizando material procedente del banco indicado para el fin de este proyecto, el material que forma esta capa se deberá compactar al 100% de su PVSM de la prueba Porter Estándar.

Los materiales utilizados deberán ser de los tipos indicados en la cláusula 073 del Libro 3, Parte 01, Título 03, además, éstos tendrán que cumplir con las normas de calidad especificadas en el inciso 009-C.02 del Libro 4, Parte 01, Título 03 y para su ejecución se deberá seguir los lineamientos indicados en la cláusula 074-F del Libro 3, Parte 01, Título 03.

### b). BASE HIDRAULICA.

Sobre la sub-base terminada, se construirá una capa de base hidráulica utilizando material procedente del banco indicado.

cado para el fin de este proyecto. El material que forme esta capa se deberá compactar al 100% de su PVM de la Prueba Porter Estándar. Los materiales utilizados deberán de ser de los tipos indicados en la cláusula 073-D del Libro 3, Parte 01, Título 03; además, éstos deberán cumplir con las normas de calidad establecidas en el inciso 009-C del Libro 4, Parte 01, Título 03 y para su ejecución se deberán seguir los lineamientos indicados en la cláusula 074-F del Libro 3, Parte 01, Título 03.

c). RIEGO DE IMPREGNACION.

Sobre la base terminada, superficialmente seca y barrida, se aplicará en todo el ancho de la corona y en los taludes del material que forme el pavimento, un riego de impregnación con producto asfáltico tipo FM-1 a razón de  $1.4 \text{ lt/m}^2$  aproximadamente.

d). RIEGO DE LIGA.

Sobre la base impregnada, se aplicará en todo el ancho de la sección un riego de liga con producto asfáltico FR-3 a razón de  $0.5 \text{ lt/m}^2$ , el producto será del tipo mencionado en la cláusula 0.76-D del Libro 3, y deberá cumplir con las normas de calidad establecidas en el inciso 011-B.04.b del Libro 4, Parte 01, Título 03 y para su aplicación con la cláusula 080-F del Libro 3, Parte 01, Título 03.

e). CARPETA DE CONCRETO ASFÁLTICO.

Sobre la base hidráulica después de la aplicación del riego de liga, se construirá una carpeta de concreto asfáltico - elaborada en planta y en caliente, con materiales procedentes de los bancos indicados en este proyecto y Cemento Asfáltico No. 6, con una dosificación de  $100 \text{ lt/m}^3$  de material pétreo seco y suelto, debiéndose compactar el material que forme dicha capa, al - 95% de su peso volumétrico determinado en la prueba Marshall.

Los materiales pétreos y el cemento asfáltico que formen la carpeta, deberán cumplir con las normas especificadas en los incisos O10-C.01 y O11-B.04.b respectivamente, del Libro 4, - Parte 01, Título 03. La mezcla se proyectará por el procedimiento Marshall para que cumpla con los requisitos de diseño que se indican en la columna de intensidad de tránsito de más de 2000 - vehículos diarios del cuadro del inciso O11-D.03 del Libro 4, - Parte 01, Título 03.

La construcción de la carpeta se deberá apegar a los - lineamientos indicados en la cláusula O81-F del Libro 3, Parte - 01, Título 03.

f). RIEGO DE SELLO.

En todo el ancho de la corona, se aplicará un riego de sello empleando material pétreo tipo 3-E, procedente del banco - indicado para este fin, a razón de  $10 \text{ lt/m}^2$  y producto asfáltico del tipo mencionado en la cláusula O82-D del Libro 3, Parte 01, - Título 03. El producto asfáltico y el material pétreo, deberán -

cumplir con las normas de calidad estipuladas en los incisos -  
011-B.04.b y 010-B.02 respectivamente, del Libro 4, Parte 01, Tí-  
tulo 03. Su ejecución se efectuará de acuerdo a los lineamientos  
de las cláusulas 032-F del Libro 3, Parte 01, Título 03.

g). ADITIVOS.

Con el objeto de mejorar la adherencia de los materia-  
les pétreos con los productos, se deberá proveer el empleo de adi-  
tivos, cuyo tipo y dosificación serán proporcionados por el labo-  
ratorio de control de la Secretaría, cuando el agregado pétreo ha  
ya sido debidamente tratado. Los tipos de aditivos que se utiliza-  
rán frecuentemente en general son los tipos Adiflex " GO " y "EN"  
para incorporados en los asfaltos rebajados (riego de impregna-  
ción y liga); y para cemento asfáltico No. 6 en las mezclas en ca-  
liente, los tipos Adiflex RC-35 y RC-40 en una proporción apróxi-  
mada del 1% en peso, que se ajustará de acuerdo con las pruebas -  
realizadas por el laboratorio de Control de la Secretaría.

## 6.2 PRODUCCIÓN DE MATERIALES, ENVÍOS Y SU UBICACIÓN.

Existen zonas o regiones del País, en las cuales los materiales locales no cumplen con las características y propiedades físicas y estructurales para ser utilizados en la construcción de capa subrasante, sub-base y bases de pavimentos. Por otra parte, a veces los mismos materiales tratados mediante disgregación, cribado, lavado o trituración, presentan diferencias en calidad para construir bases de pavimentos para caminos con tránsito muy pesado.

Cuando se presentan estos serios inconvenientes, es necesario tratar y mejorar características de los materiales un procedimiento que se conoce como "Estabilización de Suelos".

Ahora bien, en lo que se refiere a las cualidades requeridas por los materiales seleccionados que se emplean en la construcción de sub-base y bases hidráulicas, deberán ser de los tipos que se indican a continuación:

- Material que no requieren tratamiento.
- Materiales que requieren ser disgregados.
- Materiales que requieren ser cribados.
- Materiales que requieren ser triturados parcialmente y cribados.
- Materiales que requieren ser tribados totalmente y cribados.

Los materiales que no requieren tratamiento son los pocos o nada cohesivos, como limos no plásticos, arenas y gravas que al extraerlos quedan sueltos y que no contengan más del 5% de partículas mayores de 51 mm ( 2" ). Los materiales que requieren ser disgregados son tezontle y los cohesivos como tepetate, caliches, conglomerados, aglomerados y rocas muy alteradas, que al extraerlos resultan con terrones y que una vez sometidos a la acción del equipo de disgregación no contengan más del 5% de partículas mayores de 51 mm ( 2" ).

Los materiales que requieran ser cribados son los pocos o nada cohesivos, como mezclas de gravas, arenas y limos, que al extraerlos sueltos y con un contenido entre 5% y 25% de materiales de 51 mm ( 2" ). Estos materiales deberán ser cribados por la malla de 51 mm ( 2" ), para eliminar este material.

Los materiales que requieren ser triturados parcialmente y cribados son los siguientes:

a). Materiales poco a nada cohesivos; como mezcla de grava, arenas y limos, que al extraerlos quedan sueltos y contienen más del 25% de partículas mayores a 51 mm ( 2" ); estos materiales deberán ser triturados y cribados por la malla de 38.1 mm ( 1 1/2" ).

b). Tezontle y materiales cohesivos, como tepetate, caliches, conglomerados, aglomerados y rocas alteradas, que al extraerlos resultan con terrones que pueden disgregarse por la acción del equipo mecánico y que posteriormente a dicho tratamiento

niento, contienen más del 5% de partículas de tamaño mayor de - 51 $\frac{1}{2}$  mm ( 2" ). Estos materiales deberán disgregarse por la acción del equipo mecánico.

Los materiales que requieren trituración y cribados a través de la malla 38.1 mm ( 1 1/2" ), son los que provienen de:

- a'). Piedra extraída de mantos de roca.
- b'). Piedra de pepena.
- c'). Piedra suelta de depósitos naturales o desperdicios.

Los materiales asfálticos que deberán emplearse en la construcción de la carpeta, serán rebajados de fraguado rápido o medio, o emulsiones de rompimiento medio lento.

Los materiales asfálticos que deberán emplearse en los riegos de liga, serán cementos asfálticos, rebajados o emulsiones de rompimiento rápido fijado en el proyecto. Cuando se requiera un aditivo para los materiales asfálticos, también será fijado en el proyecto.

Las carpetas de concreto asfáltico, son las que se construyen mediante tendido y compactación de mezclas elaboradas en caliente, en una planta estacionaria, utilizando cemento asfáltico.

Los materiales que deberán emplearse en el riego de liga, serán asfaltos rebajados o emulsiones de rompimiento rápido del tipo fijado en el proyecto.



Los materiales que se emplean en la construcción de las losas hidráulicas pueden ser: Cemento Portland, Cemento Portland Puzolánico, Cemento Portland de Escorias; con sus corras - pendientes, agregados grueso y fino, agua, aditivos, acero y accesorios para juntas. Los concretos que se utilizan en la losa - suelen ser de resistencia relativamente alta, generalmente com - prendida entre 200 y 400 Kg/cm<sup>2</sup>, el tamaño de la losa es similar, tendiendo generalmente a ser cuadradas con 3 a 5 m, de lado.

En lo que se refiere a las juntas, éstas se usan para mantener la tensión dentro de los límites de seguridad y evitar la formación de grietas irregulares; estas juntas son:

**Juntas Longitudinales.**- Hechas con varilla corrugadas - se colocan para controlar agrietamientos longitudinales, general - mente se espacian para hacerlas coincidir con las marcas de los - carriles, la profundidad de las juntas deberá ser por lo menos, - igual a la cuarta parte del espesor del pavimento más 1.25 cm; - deberán usarse también, juntas fijadas longitudinales hechas con varilla o tornillos de tensión.

**Juntas Transversales de Concreto.**- Hechas con varilla - lisa, se usan para controlar el agrietamiento transversal; las - juntas de contracción liberan esfuerzos de tensión, el espacia - miento que se les debe ajustarse en base a la vibración de los - vehículos, también, se recomienda que estas juntas no se colo - can perpendiculares al eje del camino.

**Juntas de Expansión.**- Hechas con varilla lisa con cag - quillo, el cual garantiza una holgura para que la varilla entre -

y salga; estas juntas se utilizan en el caso de materiales de - características expansivas anormales, el espaciamiento de estas - juntas varía en intervalos de 183 a 244 m.

Los factores que afectan el espesor de las losas son - principalmente el nivel de carga que han de soportar, la presión del inflado de las llantas de los vehículos, el módulo de reac - ción del suelo de apoyo y las propiedades mecánicas del concreto que en ella utilice.

A continuación se presentan las tablas para la locali - zación de los bancos de materiales que utilizarán para terrace - rías y para pavimentos.

BANCOS DE MATERIALES PARA TERRACERIA

BCD No.	DENOMINACION	LOCALIZACION	CLASIFICACION GEOLOGICA	TRATAMIENTO	UTILIZACION	VOL. M3 APROX
1	S/N	K-103.900 A 100 M D/D	CONCLOMERADO CALICHOSO MEDIANAMENTE CEMENTADO ARCILLA Y GRAVAS	COMPACTADO	CFO. TERRAPLEN Y CAPA SUBRASANTE	240,000
2	TEHUIXTLA	K-106.000 A 200 M D/12Q/	GRAVAS Y ARENAS EMPACADAS EN ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD FRAG. CH. Y N 10%	COMPACTADO	CFO. TERRAPLEN Y CAPA SUBRASANTE	120,000
3	S/N	K-112.700 A 100 M D/D	LIMOS ARENOSOS CON FRAG. CH. Y N.	COMPACTADO	CFO. TERRAPLEN Y CAPA SUBRASANTE	120,000
4	S/N	K-119.000 A 300 M D/D	ARENAS LIMOSAS CON FRAG. CH. Y N	COMPACTADO	CAF. TERRAPLEN Y CAPA SUBRASANTE	180,000
5	HUITZILTEPEC	K-121.800 A 200 M D/D	LIMOS ARENOSOS Y GRAVAS ARCILLOSAS CON FRAG. CH Y N EN 10%	COMPACTADO	CFO. TERRAPLEN Y CAPA SUBRASANTE	90,000
6	S/N	K-130.300 A 200 M D/D	ARCILLAS LIMOSAS EMPACANDO FRAG CH.	COMPACTADO	CFO. TERRAPLEN Y CAPA SUBRASANTE	90,000
7	S/N	K-132.800 A 200 M D/12Q.	ARCILLAS LIMOSAS EMPACANDO A FRAG. CH.	COMPACTADO	CFO. TERRAPLEN Y CAPA SUBRASANTE	120,000
8	S/N	K-142.100	LIMOS ARENOSOS CON GRAVAS Y FRAG. CH. Y N.	COMPACTADO	CFO. TERRAPLEN Y CAPA SUBRASANTE	90,000

BANCOS DE MATERIALES PARA PAVIMENTO

BCO No.	DENOMINACION	LOCALIZACION	CLASIFICACION GEOLOGICA	TRATAMIENTO	UTILIZACION	VOL. M3 APROX
1	RIO PASO DE AGUA	K-108+000 A 400 M D/IZQ	GRAVAS Y ARENAS DE RIO CON FRAG. CH. Y.M. 20%	TRITURACION PARCIAL Y - CRIBADO	SUB*BASE, BASE Y CARPETA	180,000
2	EL PETROLERO	K-130+000 A 2000 D/IZQ.	CALIZA SANA	TRITURACION TOTAL	SUB*BASE, BASE Y CARPETA	800,000
3	TULA DEL RIO	K-147+000 A 3200 M D/D (RIO BALSAS)	GRAVA Y ARENA DE RIO CON FRAG. CH. EN 5%	CRIBADO Y TRITURACION PARCIAL	SUB*BASE, BASE Y CARPETA	120,000
4	SAN AGUSTIN	K-147+000 A 4500 M D/D (RIO BALSAS)	GRAVA Y ARENA DE RIO CON FRAG. CH. EN 5%	CRIBADO Y TRITURACION PARCIAL	SUB*BASE, BASE Y CARPETA	120,000
5	S/N	K-147+000 A 5300 M D/D (RIO BALSAS)	GRAVA Y ARENA DE RIO CON FRAG. CH. EN 5%	CRIBADO Y TRITURACION PARCIAL	SUB*BASE, BASE Y CARPETA	120,000
6	SAN FRANCISCO	K-151+000 A 4000 M D/D (RIO BALSAS)	GRAVA Y ARENA DE RIO CON FRAG. CH. EN 5%	CRIBADO Y TRITURACION PARCIAL	SUB*BASE, BASE Y CARPETA	150,000

BCD No.	DENOMINACION	LOCALIZACION	CLASIFICACION GEOLOGICA	TRATAMIENTO	UTILIZACION	VOL. M <sup>3</sup> APROX
9	S/N	K-140+000 A 2000 M D/IZQ.	ARENAS LIMOSAS CON GRAVAS Y FRAG. CH.	COMPACTADO	CPQ. TERRA- PLEN Y CAPA SUB*RASANTE	240,000
10	S/N	K-146+300 A 300 M D/D	ARCILLAS ARENOSAS CON GRAVAS Y FRAG. CH.	COMPACTADO	CPQ. TERRA- PLEN Y CAPA SUB*RASANTE	120,000
11	S/N	K-147+000 A 1500 M D/D	ARCILLAS ARENOSAS CON GRAVAS Y FRAG. CH.	COMPACTADO	CPQ. TERRA- PLEN Y CAPA SUB*RASANTE	90,000
12	IULA	K-147+000 A 300 M D/D	ARCILLAS ARENOSAS CON GRAVAS Y FRAG. CH.	COMPACTADO	CPQ. TERRA- PLEN Y CAPA SUB*RASANTE	90,000

#### MÉTODOS DE EXPLORACIÓN DE CARÁCTER PRELIMINAR.

- a) Pozos a cielo abierto, con muestreo alterno o inalteralo.
- b) Perforaciones con postadora, barrenos helicoidales o similares.
- c) Métodos de lavado.
- d) Métodos de penetración estándar.
- e) Método de penetración cónica.
- f) Perforaciones en boleo y gravas.

#### MÉTODO DE SONDOS DEFINITIVOS.

- a) Pozo a cielo abierto con muestreo inalterado.
- b) Métodos con tubos de pared delgada.
- c) Métodos rotatorios para roca.

#### MÉTODOS GEOFÍSICOS.

- a) Sísmico.
- b) De resistencia eléctrica.
- c) Magnético y gravimétrico.

Ahora bien, la penetración de una muestra lleva al laboratorio comprende las operaciones siguientes:

- a) Secado. ( Cuando la muestra llega al laboratorio con una humedad que permita su disgregación, no será necesario someterla al proceso de secado ).

b) Disgregado. ( La disgregación de la muestra deberá llevarse hasta un gran mínimo de disgregación que deba exigirse durante la construcción de la estructura de que se trata, para lograr un empleo correcto del material propuesto.

c) Cuarteo. Ya preparada la muestra se procederá a la obtención de :

- Humedad de los suelos.
- Determinación de la absorción del material.
- Determinación de la densidad.
- Determinación de los pesos volumétricos.
- Determinación de la composición granulométrica.
- Límites de Atterberg.

Los materiales para terracerías se clasifican de acuerdo con lo indicado en la Tabla

Para obtener mejores resultados, al usar los materiales de terracería se recomienda, de acuerdo con sus características, cumplir con lo indicado en la Tabla

En el caso de que por condiciones de extrema necesidad tenga que emplearse en el cuerpo de terraplén los materiales que en la Tabla <sup>6.21</sup> se indica que no deban usarse, la Secretaría, con base en el proyecto y en pruebas de laboratorio podrá autorizar su empleo, fijando los porcentajes de compactación que juzgue adecuados, así como las pruebas para determinar los PVSM (Peso Volumétrico Secos Máximos), a que deban referirse los citados porcentajes de compactación.

Las pruebas necesarias para determinar el PVSM ( Peso-Volumétrico Seco Máximo ), que hayan de efectuarse en cada caso, deberán apegarse a los procedimientos descritos por la Secretaría.

Se recomienda adoptar las pruebas Proctor o AASHO ( American Association Of State Highway Officials ), estándar o modificada para el control rutinario de la compactación en el campo.

Los materiales constituidos por fragmentos de roca alterada o deleznable, grande, medianos y chicos que aparecen en la Tabla 6.2.1. serán susceptibles de compactarse con equipo especial para este tratamiento, siempre y cuando después de tendidos en la obra sean sometidos a la prueba descrita por la Secretaría.

Los materiales que se utilizan en la capa subrasante - deberán cumplir con las normas de calidad que se indican en la última columna de la Tabla 6.2.1 en un espesor no menor de 30-cm. Cuando se trata de una terracería ya existente y su capa subrasante no reuna las características adecuadas, deberá dársele el tratamiento que la Secretaría indique para que cumpla con las normas o bien, si esto no es posible, se construirá una nueva capa subrasante, ya sea sobre la anterior, o bien, después de rebarjar ésta en el espesor necesario.







## CONCLUSIONES .

En México el autotransporte ha sido un factor determinante en el desarrollo nacional. En lo social ha permitido que - la mayoría de los mexicanos utilizando éste medio de transporte - y una amplia red de carreteras, tenga acceso a la educación, a - la salud, a las fuentes de trabajo y al entretenimiento. En lo - económico propicia el desarrollo mediante el traslado de bienes - y la prestación de servicios, incorporando de esta manera las zo - na más alejadas de nuestro territorio. En lo político ayuda a - mantener la soberanía nacional.

Se ha elaborado un programa de carreteras de cuota, la cual establece prioridades para ejecución de vías de comunica - ción de vital importancia para el desarrollo del País.

La necesidad de planear surge como consecuencia natu - ral del Gobierno Mexicano de anticiparse a las condiciones que - el futuro le depara y de tratar de influir en ellas para que és - tas le sean favorables.

Para conocer la importancia de los transporte en el de - sarrollo económico del País, no basta considerar su participa - ción directa en indicadores definidos tradicionalmente, maneja - dos en los estudios macroeconómicos, sino que es fundamental ana - lizar su influencia sobre la capacidad de expansión de la econo - mía y en el tipo de industrialización con que se cuenta.

Para el autotransporte es indispensable que la red de - carreteras se mantenga en adecuados niveles de servicios, para -

ésto se propone identificar y modernizar los tramos existentes y mejorar sus señalamientos considerando los datos estadísticos de accidentes cuya causa es indispensable al camino, instalar señales que restrinjan la velocidad de vehículos que circulen por ellas.

El programa de autopista de altas especificaciones como es la Autopista Cuernavaca-Acapulco, requiere de grandes inversiones, pero genera importantes beneficios al usuario, lo cual se traduce en menores costos y tiempos de recorridos, así como mayor comodidad y seguridad.

Se trata de un proyecto rentable que además de eliminar cuellos de botella apoya el desarrollo regional y genera nuevas actividades económicas. Destacándose, que una vez que las compañías particulares recuperen su inversión, éstas obras se revertirán a propiedad de la Nación, con lo que se generarán empleos y se modernizará el sistema carretero.

Sin embargo, la evolución futura de las vías terrestres de México estará condicionada por la situación económica que viva nuestro País durante los próximos años. Por ello la actividad de los ingenieros civiles en vías terrestres serán más eficaz en la medida que se adapte al contexto dentro de que se produzca, orientándose de una manera acorde a las necesidades y posibilidades nacionales del momento.

En la actualidad el ingeniero en vías terrestres debe volcar su talento, sus conocimientos y su creatividad a concebir soluciones que contribuyan a elevar la productividad de los sis-

temas existentes mediante proyectos de bajo costo cuya implantación sea factible, postergando la concepción y el desarrollo de proyectos más ambiciosos para tiempos mejores.

En esta autopista se podrá estar orgulloso de la Ingeniería Mexicana ya que se construirán una gran cantidad de estructuras para librar claros grandes como es el del Río Mezcala, por medio de un puente atirantado el cual lleva su nombre o atravesar montañas por medio de tuneles y principalmente el diseño y construcción de toda la carretera que porocionará seguridad, comodidad a los autobuses, camiones y vehículos que transiten por ella.

Finalmente, considero importante reflexionar seriamente los problemas de desarrollo tecnológico y capacitación de nuestra actividad para participar actualmente en su solución. Somos herederos de una tradición de estudio y trabajo con espíritu de lucha y sacrificio que nos dejaron aquellos heroicos camineros que nos precedieron; sigamos su bello ejemplo para bien de este hermoso País que necesita tanto de nosotros.

## B I B L I O G R A F I A .

DE NAVACERRADA Farías Gonzalo. Firmes de Carretera y Autopista. - Editorial Técnica Asociados S.A. ( ETA ).

ETCHERREN Gutiérrez Rene. Manual de Caminos Vecinales. Editorial - Asociación Mexicana de Caminos.

FREDERICK S. MERRIT. Manual de Ingeniería Civil. Segunda Edición. Editorial Mc. Graw-Hill. 1989.

HEVES y OGIESBY. Ingeniería de Carreteras. Editorial CEEISA.

HUGH Jones M.S.M ASCE. Proyecto Geométrico de Carreteras Modernas. Editorial C.E.C.S.A.

JEUFFROY Georges. Proyecto de Construcción de Carreteras. Editorial ETA.

PEURIFOY L.R. Estimación de Costos en la Construcción. Editorial-Diana. México, 1967.

RICO Rodríguez Alfonso. Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres. Tomo I y II. Editorial LIMUSA.

SANCHEZ Manuel. Control de Costos en la Construcción. Editorial - C.E.A.C. S.A. 1977.

Cuaderno de Información para la Planeación de los Estados de Guerrero, Morelos y del Estado de México. INEGI. 1990.

Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras. Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, México, 1981.

Normas de Servicios Técnicos. Libro 2. Parte 2.01. Proyecto Geométrico. Título 2.01.01. Carreteras. Secretaría de Comunicaciones y Transporte. México, 1934.

Testimonio de Concesión otorgados por la Secretaría de Comunicaciones y Transporte.

XI Censo General de Población y Vivienda 1990. ( INEGI ). ( D.F.), Guerrero, Morelos y Estado de México.