

49

*6.6.
Fes*



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

**AUTOPISTA URBANA
SAN MATEO-CONSTITUYENTES
UNA ALTERNATIVA VIAL PARA LA ZONA PONIENTE
DE LA CIUDAD DE MEXICO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

I N G E N I E R O C I V I L

P R E S E N T A :

CARLOS ERNESTO REYES SPINDOLA TAMAYO



DIRECTOR: ING LUIS ZARATE ROCHA

CIUDAD UNIVERSITARIA

MAYO DE 1999

**TESTS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-1-053/98

Señor
CARLOS ERNESTO REYES SPINDOLA TAMAYO
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor **ING. LUIS ZARATE ROCHA**, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de **INGENIERO CIVIL**.

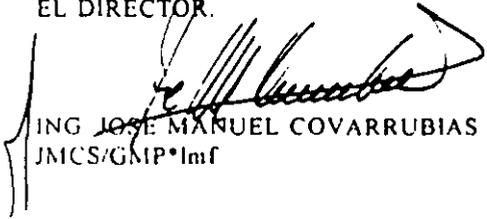
"AUTOPISTA URBANA SAN MATEO - CONSTITUYENTES. UNA ALTERNATIVA VIAL PARA LA ZONA PONIENTE DE LA CIUDAD DE MEXICO"

- INTRODUCCION**
- I. ANTECEDENTES**
- II. MARCO LEGAL**
- III. ESTUDIOS PRELIMINARES**
- IV. DESCRIPCION DEL PROYECTO**
- V. CONSTRUCCION DEL PROYECTO**
- VI. OPERACION Y MANTENIMIENTO**
- VII. ANALISIS FINANCIERO**
- VI. CONCLUSIONES**

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional

A l e n t a m e n t e
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria a 24 de marzo de 1998.
EL DIRECTOR.


ING. JOSE MANUEL COVARRUBIAS SOLIS
JMCS/GMP*Imf

DEDICATORIA

A mi madre, por ser el vivo ejemplo de fortaleza y superación alcanzadas, y motivarme a seguir siempre adelante aún en los tiempos difíciles.

Al Ing. César Tamayo Galindo† por el apoyo recibido en todo momento de mi vida, y quién siempre fué para mi un guía ejemplar que me motivó durante el desarrollo de mi carrera.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por concederme la oportunidad de culminar una de mis metas mas importantes en mi vida, y compartirla con mis seres queridos.

A mi madre, por brindarme todo el apoyo, comprensión, y cariño que me han impulsado a donde estoy.

A mis hermanos Selene y Luis quienes siempre han estado conmigo sobretodo en los momentos difíciles.

A mi abue por todos los cuidados y cariño recibidos a lo largo de mi vida.

A mis padrinos Hilda y Victor a quienes no tengo con que retribuir toda su atención, interés y preocupación por mi desarrollo.

A mi familia, quienes han sido partícipes en la evolución de mis estudios.

A Tere por su entusiasmo, ayuda y compañía de estos años recientes.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por darme el privilegio y la oportunidad de adquirir una formación profesional.

A mis profesores, quienes han forjado en mí, bases sólidas para un buen desarrollo y ejercicio de la profesión.

Al los ingenieros Luis Zárate Rocha, Martín Cordero y Gerardo Zuno por la facilidades otorgadas para la realización del presente trabajo.

A Todos mis compañeros y amigos de la Facultad, especialmente a Marco González (el cowboy), Jessie Cervantes, Mauricio Alamillo (el Mao), Arturo Barcena y Toño Silva, entre otros, quienes siempre me han brindado su amistad sincera.

INDICE GENERAL

	PÁGINA
INTRODUCCIÓN	i
CAPÍTULO 1 ANTECEDENTES	
1.1 ANTECEDENTES	3
CAPÍTULO 2 MARCO LEGAL	
2.1 LEGISLACION EN MATERIA DE INFRAESTRUCTURA CARRETERA EN LA CIUDAD DE MEXICO	12
2.2 LEGISLACION EN MATERIA DE INFRAESTRUCTURA CARRETERA EN EL ESTADO DE MEXICO	16
2.3 DERECHO DE VIA	17
CAPÍTULO 3 ESTUDIOS PRELIMINARES	
3.1 ESTUDIO TOPOGRÁFICO	21
3.2 ESTUDIO GEOLÓGICO	25
3.3 ESTUDIO HIDROLÓGICO	33
3.4 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	36
3.5 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD	44

	PÁGINA
CAPÍTULO 4 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	
4.1 DESCRIPCIÓN GENERAL	54
4.2 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS	63
CAPITULO 5 CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO	
5.1 PROGRAMA DE OBRA	75
5.2 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO	76
5.2.1 TERRAPLENES	76
5.2.2 CORTES	79
5.2.3 SECCION TUNEL	82
5.2.4 SECCION PUENTE Y VIADUCTO	91
5.2.5 CONSTRUCCION DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	99
CAPÍTULO VI OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	
6.1 SISTEMA DE PEAJE	105
6.2 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO	109

	PÁGINA
CAPÍTULO VII ANALISIS FINANCIERO	
7.1 ESQUEMA DEL PROYECTO	110
7.2 ANALISIS DE ALTERNATIVAS	115
CAPÍTULO VIII CONCLUSIONES	
8.1 CONCLUSIONES	124
ANEXOS	127
BIBLIOGRAFIA	140

INTRODUCCION

INTRODUCCION

En los últimos años, el Distrito Federal y su área metropolitana ha tenido un gran incremento en la cantidad de vehículos que circulan por sus vialidades. Esto ha provocado que día con día, dichas vialidades se vuelvan cada vez más insuficientes, causando grandes congestionamientos vehiculares, sobretodo en las horas pico.

La elaboración del presente trabajo, surge precisamente de la preocupación por dar solución al problema antes mencionado en la zona nor-poniente del área metropolitana de la Ciudad de México. Con esto se inicia un nuevo concepto en construcción de vialidades urbanas que no se habla dado en el país, es decir, la creación de Autopistas Exprés de cuota.

Este nuevo concepto de vialidad, fue implementado por el gobierno del Distrito Federal, en su Programa de Vialidad y Transporte 1995 - 2000, el cual fomenta la inversión privada en la construcción, operación y mantenimiento de infraestructura vial dentro del Distrito Federal y Área Metropolitana a través del esquema de concesión.

Esta primera propuesta se ubica en la zona nor-poniente, ya que es en esta área en donde la falta de vialidades importantes ha traído consigo que el problema de los congestionamientos viales se acentuen sobretodo en las horas pico.

La alternativa que aquí se plantea, trata de dar una solución integral al problema vial que sufre el periférico actualmente en el tramo comprendido desde la zona de San Mateo en el Estado de México hasta Constituyentes en el Distrito Federal, en donde la demanda vehicular, ha sobrepasado por mucho la capacidad de esta vía. Esto se logrará a través de la construcción de una autopista que enlace a los municipios de Huixquilucan, Naucalpan, y Atizapán en el Estado de México, con el Distrito Federal, proporcionando así la vía alterna al periférico con lo que se logrará reducir la carga vehicular de éste último, y en forma intrínseca, se evitarán congestionamientos que provoquen el aumento de gases contaminantes en ésta zona de la ciudad.

Los análisis que se presentan en este trabajo se han hecho tomando en cuenta el entorno social, ambiental y económico que impera en el Área Metropolitana y en especial

en su zona nor-poniente, en un marco legal con el que se rige la realización de este tipo de proyectos.

También se proponen los distintos procesos constructivos que se deberán llevar a cabo en cada uno de los tramos de la autopista, así como el correspondiente programa de obra con el que se estima el tiempo de construcción de ésta vialidad.

Por lo que respecta a la factibilidad económica en la realización de esta autopista, este trabajo cuenta con un análisis financiero en donde se determina la estructura financiera del proyecto, el tiempo necesario de concesión, así como el costo de las cuotas de peaje para los usuarios.

Con la construcción del presente proyecto, se marcaría el inicio del desarrollo de las autopistas exprés de cuota con lo que se lograría consolidar la infraestructura vial de la Ciudad de México.

CAPITULO UNO

ANTECEDENTES

CAPITULO 1

ANTECEDENTES

Entre los principales problemas que presenta la Ciudad de México y su zona metropolitana, es el gran crecimiento demográfico el cual ha traído consigo, una mayor demanda de servicios de todo tipo y ha provocado que los existentes se vuelvan día con día insuficientes para satisfacer la demanda diaria de la población. Por ejemplo tenemos los servicios de agua, luz, drenaje, vialidad y transporte, salud, etc.

Con esto, las autoridades del Distrito Federal, se han preocupado por combatir los problemas correspondientes por medio de la elaboración de programas y proyectos, que permitan la modernización o ampliación de la actual infraestructura de la Ciudad de México y municipios conurbados.

La estructura vial de la ciudad de México y área metropolitana, es una de las mas problemáticas y difíciles de combatir, ya que día con día el parque vehicular aumenta, y las vialidades se mantienen igual, haciéndose éstas últimas insuficientes para satisfacer la carga vehicular que se presenta en las diferentes horas críticas del día. Cabe hacer mención que con el crecimiento de la mancha urbana que experimenta la Ciudad es casi imposible ampliar las vialidades existentes, por lo que es necesario buscar otras alternativas, que ayuden al mejoramiento de la estructura vial de la Ciudad.

Como resultado de esta búsqueda, las autoridades del gobierno del Distrito Federal a través de la Secretaría de Transportes y Vialidad, en el año de 1995, dieron a conocer el Programa Integral de Transporte y Vialidad 1995 - 2000, el cual plantea las estrategias y líneas de acción para afrontar y reducir los problemas de raíz y encontrar fórmulas de solución para el sector de transporte y vialidad de la Ciudad de México y sus municipios conurbados en conjunto.

Con este programa se trata de reordenar el transporte y la vialidad en la Ciudad de México, a fin de lograr mejores servicios a la ciudadanía para elevar su calidad de vida, aprovechando la organización social y la infraestructura existente. Además está diseñado para que con la modernización de las vialidades se permita el mayor ahorro posible de horas-hombre durante los traslados en la ciudad.

De acuerdo a los estudios realizados por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), durante el año de 1996 los residentes de la zona metropolitana de la ciudad de México realizaron 30,803,600 tramos/viaje/persona/día, de los cuales el 82% se efectúa en algún modo de transporte público masivo, colectivo o individual; el restante 18% se realiza mediante transporte privado colectivo e individual, siendo el automóvil particular el modo de mayor frecuencia.

Las tres delegaciones del Distrito Federal donde se tienen registrados más viajes producidos son: Cuauhtémoc, 10.9% ; Gustavo A. Madero, 8.5% , e Iztapalapa, 7.2%. Éstas tres entidades representan en conjunto, el 26.6 % del total de los viajes de la zona metropolitana.

Los municipios conurbados más sobresalientes en viajes producidos son: Ecatepec, 5.1% ; Naucalpan 5.1 % y Netzahualcoyotl 4.7%.

La realización de cada uno de éstos viajes en la zona metropolitana de la Ciudad de México se da en forma discontinua a lo largo del día , pero el mayor flujo de tramos de viajes se concentra de la 6:00 a las 8:00 hrs (8,418,913), de las 13:00 a las 15:00 horas (6,362,956), y de las 17:00 a las 19:00 horas (5,419,650), horarios en que se realizan el 65.58% de los tramos de viaje.

Si ahora nos enfocamos a la cantidad de vehiculos que se encuentran en circulación, para que se puedan llevar a cabo los viajes / persona /día, tenemos que el uso del automóvil particular representa en unidades, la mayor cantidad con respecto a los demás medios.

Con los datos y estadísticas que se presentan en la tabla No. 1 se refleja la situación mencionada anteriormente, y nos podemos dar cuenta del porque la necesidad de mejorar la infraestructura vial en la zona metropolitana de la Ciudad de México, puesto que con esta tendencia, en muy poco tiempo las vialidades, que en este momento soportan la carga vehicular podrán llegar a ser insuficientes para una mayor demanda futura. Actualmente existen vías rápidas que en las horas pico resultan incapaces de satisfacer la demanda vehicular que se presenta, ejemplos muy claros se observan en Viaducto, Periférico, Circuito Interior, Av. Río San Joaquín, entre otras.

TRAMOS DE VIAJE DE LOS RESIDENTES DE LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MÉXICO SEGÚN MODO DE TRANSPORTE

No	MODOS DE TRANSPORTE	PARQUE VEHICULAR			PARQUE VEHICULAR EN OPERACIÓN			TRAMOS DE VIAJE		
		1994	1996	TASA DE CRECIMIENTO '96/'94 %	1994	1996	TASA DE CRECIMIENTO '96/'94 %	1994	1996	TASA DE CRECIMIENTO '96/'94 %
1	COLECTIVO	a) 78,525	b) 58,508	(-30.8)	61,220	k) 48,805	(-30.8)	16,106,994	15,200,865	(-8.0)
2	AUTOMOVIL	c) 2,968,340	d) 3,151,295	5.5	2,321,324	l) 2,451,181	5.6	4,871,518	5,144,081	5.6
3	METRO							e) 4,423,819	4,998,344	3.6
4	AUTOBUS URBANO	4,000	2,670	(-49.8)	2,890	1,774	(-65.8)	2,670,000	2,018,144	(-32.3)
5	AUTOBUS SUBURBANO	3,025	4,434	48.6	2,906	3,547	22.1	1,026,881	1,773,500	72.6
6	TAXI							f) 743,553	1,112,304	49.6
7	TROLEBUS	463	442	(-4.8)	325	330	1.6	363,162	400,000	4.4
8	TREN LIGERO	15	19	28.7	10	16	60.0	h) 61,538	90,000	46.3
9	OTRO TAXI							g) 220,166	220,166	0
10	MOTOCICLETA							i) 21,088	21,088	0
11	OTRO TRANSPORTE							j) 225,111	225,111	0
	TOTAL				2,441,817	22,576,683	6.6	30,763,853	30,803,600	0.2

NOTAS:

- a) 45,915 corresponden al D.F. y 30,610 al Estado de México
- b) 27,100 corresponden al D.F. y 31,408 al Estado de México
- c) 2,256,197 corresponden al D.F. y 732,143 al Estado de México
- d) 2,382,379 corresponden al D.F. y 768,916 al Estado de México
- e) está integrado por 4,423,819 tramos de viaje del "Metro" y 61,538 del "Tren Ligero"
- f) 63,435 corresponden al D.F. de los cuales 8,841 son taxis de sitio
- g) 86,899 corresponden al D.F. de los cuales 9,249 son taxis de sitio
- h) conforme a nota e) se incluyeron en los tramos de viaje del "Metro"
- i) Información de la encuesta de Origen y Destino de los viajes de los Residentes de la ZMCD, 1994
- j) Ver notas e), i).
- k) 21,670 corresponden al D.F. y 25,135 al Estado de México
- l) 1,853,093 corresponden al D.F. y 598,088 al Estado de México

T A B L A No. 1

Para solucionar esta situación, el gobierno ha planteado en su programa integral de transporte y vialidad, un objetivo principal, en el que se persigue la construcción y modernización de la infraestructura vial en la Ciudad de México y área metropolitana, con el que se pueda lograr un tránsito cada vez más fluido y libre, que solucione los graves problemas de congestión que, tanto la propia dinámica de crecimiento de la ciudad como la falta de previsión y planeación, han generado en las últimas décadas. Por ello y ante la imposibilidad financiera de cubrir todas las necesidades actuales a través de grandes obras de infraestructura, se han debido priorizar las tareas para avanzar sobre ellas gradualmente, al mismo tiempo que se construyen ciertos tramos adicionales de vialidades que ya existen y que las completan. Además procura diversificar la inversión, de tal manera que ya no solo sea el Gobierno del Distrito Federal, quien tenga a su cargo el total de la inversión en este renglón. Por ello deberán operar nuevos esquemas de financiamiento, con el fin de atraer recursos a un rubro que requiere de recursos frescos dado su carácter prioritario y su interrelación con la actividad económica, productiva y con la calidad de vida de la zona metropolitana de la Ciudad de México.

El programa de infraestructura que se presenta en este apartado, contempla un horizonte de acciones al año 2006 y la ejecución de la obra estará condicionada a la suficiencia presupuestal respectiva y a la disponibilidad de recursos por parte de la iniciativa privada, en las obras que pudieran efectuarse mediante la figura de concesión.

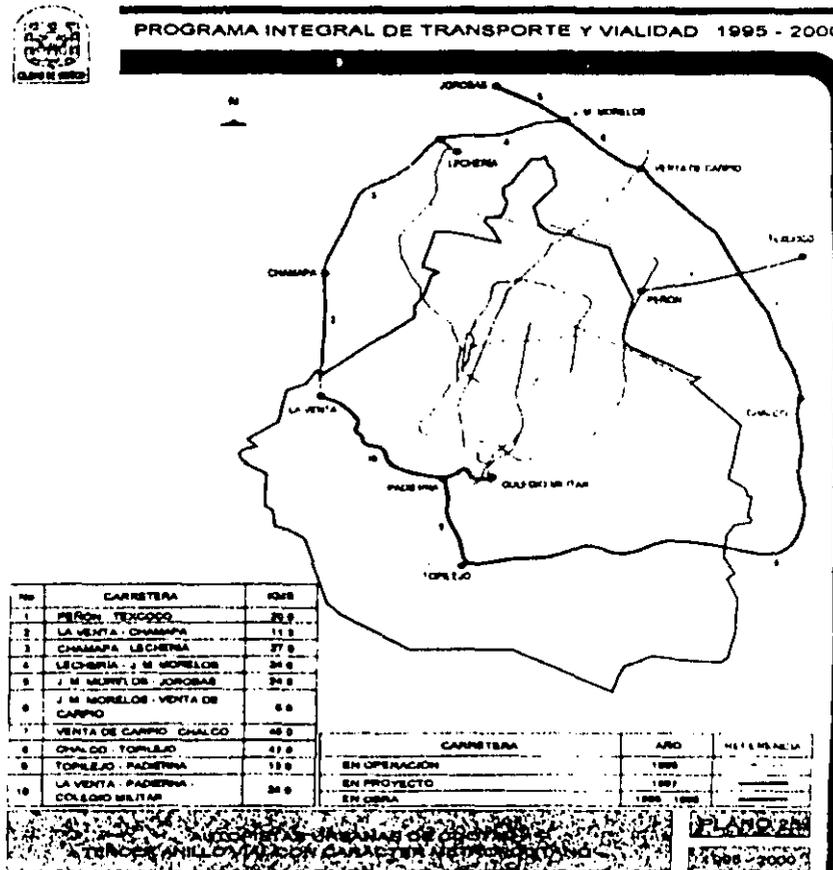
La construcción de los tramos en cada una de las vialidades responde a las necesidades detectadas a partir de la medición de aforos, de problemas de congestión, de estudios de origen-destino y de los recursos disponibles, todo lo cual permite priorizar su construcción en los diferentes plazos considerados. Para el periodo 1995-2006, el gobierno del Distrito Federal cuenta con el Programa Permanente de Modernización de la Infraestructura, que considera principalmente la continuidad de tramos sobre vialidades que ya existen.

Un aspecto muy importante dentro de programa planteado por el gobierno del Distrito Federal, se encuentran la construcción de obras viales nuevas, las cuales van a permitir complementar la estructura vial existente, creando vías más rápidas y dando servicio a todos aquellos usuarios cuyos trayecto de transporte sea de largo itinerario, reduciendo en una forma importante el tiempo de traslado, y ahorrándose así horas-

hombre. Para lograr lo anterior, se ha recurrido a la proyección y trazo de vialidades rápidas conocidas como : Autopistas Expres de Cuota. Con este nuevo concepto, al término del programa, el gobierno federal pretende ampliar la infraestructura vial en la siguiente forma:

*** Tercer Anillo Vial, con carácter Metropolitano**

- El gobierno federal a través de la SCT, el Gobierno del Estado de México y el Departamento del Distrito Federal han continuado en 1995, 1996, y 1997, la consolidación de un tercer Anillo Vial metropolitano , a través del programa de autopistas de cuota, la cual está representado en el siguiente plano:



*** Vías Autoexpres de cuota**

- El concepto de Autoexpres de Cuota para automóviles, incluye la participación privada y promoción de vías para vehículos en un segundo nivel elevado o túnel, donde se considera integralmente el proyecto, la construcción, la operación, la administración y el mantenimiento de la nueva vialidad. La inversión sería recuperable mediante el cobro de una tarifa a los usuarios, durante el plazo vigente de la concesión.

El propósito de la creación de ésta vías es el de ofrecer alternativas independientes a la red vial, con las que se permita el traslado rápido a través de viaductos, es decir, de sistemas viales de acceso controlado, más eficientes para la movilidad y que constituyan nuevas opciones de traslado en la ciudad. Estas vías son una comunicación rápida entre puntos estratégicos dentro de la ciudad, a los cuales en la actualidad no se puede llegar en poco tiempo.

Para la proyección de este tipo de vías se analizaron las posibles alternativas y su grado de factibilidad con algunos especialistas en el área, de donde se dieron a conocer puntos de vista en los que hubo quienes consideraron viable estas alternativas, y hubieron otro que no. Pero, sin embargo, ante la inexistencia de propuestas alternas que sustituyan el concepto de las vías Autoexpres, se considera que su ejecución podrá ser puesta en marcha una vez que se elabore el proyecto ejecutivo y financiero respectivo.

De acuerdo al programa que establece el gobierno para la construcción de éstas vías, propone en una primera etapa lo siguiente: (ver plano: Programa de infraestructura expres de cuota)

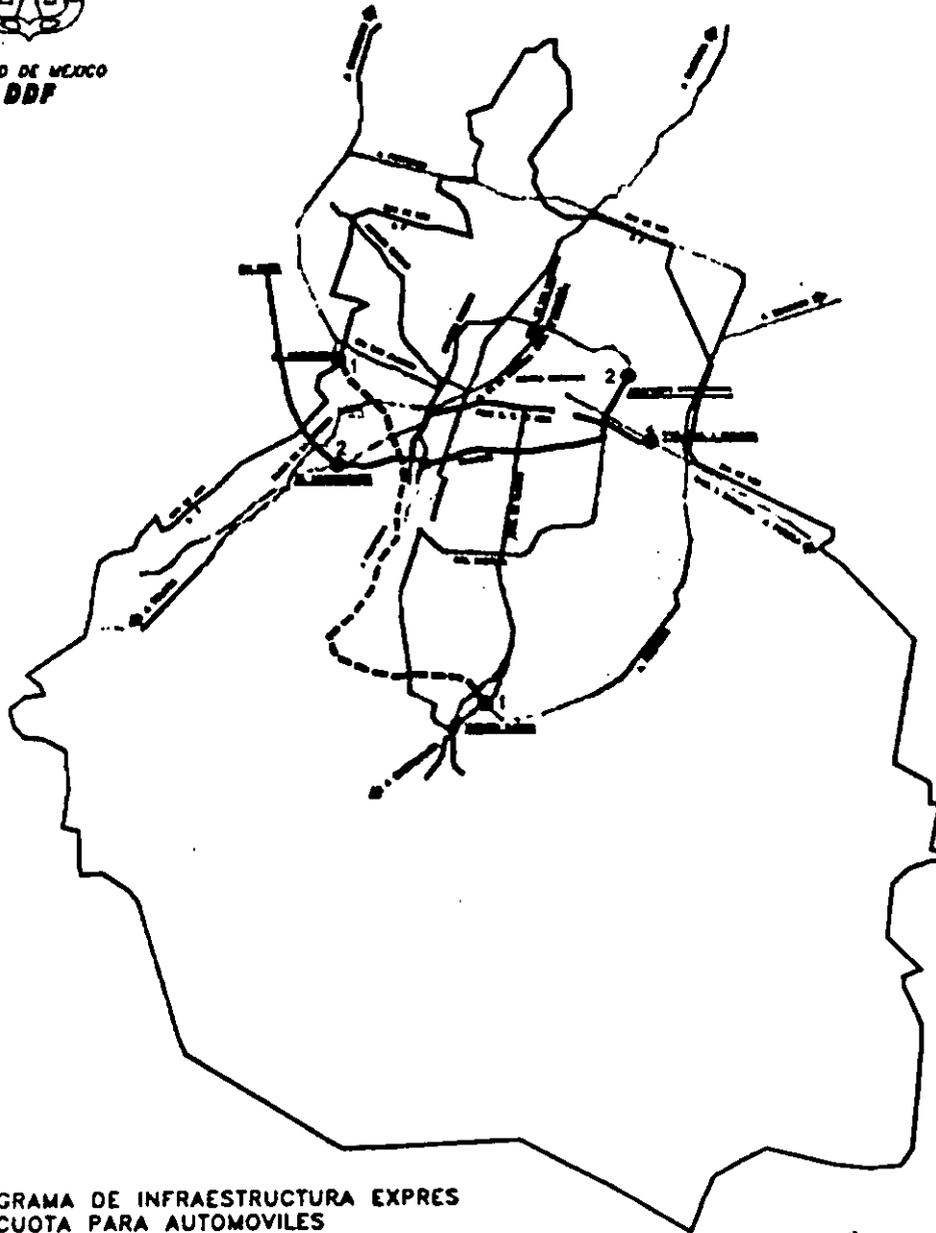
La construcción de un segundo nivel elevado o deprimido en:

1. Anillo periférico en su tramo: Av. del Conscripto - Viaducto Tlalpan con 25 kms. de longitud
2. Viaducto Miguel Alemán en su tramo: Av. Constituyentes - Aeropuerto Internacional con 16 kms. de longitud.
3. Av. Chapultepec en su tramo de : Av. Revolución - Av. Ignacio Zaragoza con 14 kms. de longitud.

- La construcción de una nueva vialidad (Autopista Urbana de Cuota) que corre desde San Mateo hasta Av. Constituyentes con una longitud total de 13.3 kms.



CIUDAD DE MEXICO
DDF



PROGRAMA DE INFRAESTRUCTURA EXPRES
DE CUOTA PARA AUTOMOVILES

Finalmente, una vez conocida la situación general en la que se encuentra la vialidad de la Ciudad de México y su Área Metropolitana, y apoyándonos en las estrategias y planes de modernización contemplados por el gobierno federal en materia de infraestructura, ahora tomaremos la Autopista San Mateo Constituyentes antes mencionada, para su estudio de factibilidad de construcción y operación.

Esta vialidad puede representar una importante alternativa de solución vial para los automovilistas que circulan diariamente por el nor poniente de la Ciudad, ya que esta vialidad sería la segunda más importante de la zona, después del anillo periférico en su tramo Satélite - Constituyentes.

Con la puesta en marcha de este proyecto, se estaría marcando el inicio de una nueva etapa en materia de infraestructura vialidad en el país, ya que sería la primera autopista urbana de cuota que se establecería a nivel nacional.

CAPITULO DOS

MARCO LEGAL

CAPITULO 2

MARCO LEGAL

Con el Plan Nacional de Desarrollo, elaborado en 1989 por el gobierno de la República, se han venido dando importantes avances en materia de infraestructura carretera, esto responde a la necesidad de tener una red carretera moderna que cumpla con los requerimientos y necesidades del transporte tanto de carga como de pasajeros. Esto trajo consigo la necesidad de elaborar una iniciativa de ley que regulara estos cambios, sobre todo cuando se habla del otorgamiento de concesiones, siendo ésta la principal estructura financiera en la que se apoya la modernización del sistema carretero.

El marco jurídico con el que se regulan estas actividades, está dado por la Ley de Caminos, Puentes y Auto transporte Federal, conjuntamente con la Ley de Adquisiciones y Obra Pública.

La Ley de Caminos, Puentes y Auto transporte Federal, se elabora en base a la regularización de la Ley de Vías Generales de Comunicación, actualizándola y modernizándola y buscando sobre todo adecuarla a la realidad presente. En esta ley se dan las bases jurídicas que orientarán el desarrollo de la infraestructura carretera y el auto transporte, para colaborar en mejores condiciones al crecimiento y desarrollo de la economía del país.

Así mismo, regula el procedimiento de adjudicación por concurso de las concesiones para construcción, explotación, conservación y mantenimiento de caminos y puentes, así como para aquellos servicios auxiliares que se vinculen con la infraestructura, dando transparencia en su otorgamiento y garantizando con ello el interés público, el fomento de la inversión en la construcción de caminos y puentes mediante la ampliación del plazo de concesión hasta por 30 años.

Esta ley responde a necesidades nacionales, con las que se busca que los caminos y puentes así como el auto transporte en carreteras federales, constituyan el apoyo que requiere el crecimiento económico y social del país y desempeñe un papel primordial en la consolidación mexicana en el concierto internacional.

Por lo que respecta a la Ley de Adquisiciones y Obra Pública, ésta regula y describe el procedimiento legal a seguir para que los inversionistas privados se les otorgue la concesión de algún tramo carretero. Este procedimiento se verá más adelante.

El presente proyecto, se pretende llevar a cabo mediante la figura de concesión federal, ya que una de las entidades federales, una es el Distrito Federal, y la otra es el Estado de México, por lo que se tiene que seguir el proceso de una licitación pública.

2.1 LEGISLACIÓN EN MATERIA DE INFRAESTRUCTURA CARRETERA EN LA CIUDAD DE MEXICO

Por lo que respecta al Distrito Federal, éste basa toda su normatividad en materia de concesionamiento de carreteras, a la Ley de Caminos y Puentes Federales, que en su capítulo tercero y en una forma explícita y global, nos muestra en cada uno de sus artículos, el marco legal a seguir, los cuales en una forma concreta nos indican lo siguiente.

ARTICULO 6o.- Se requiere de concesión para construir, operar, explotar, y mantener los caminos y puentes federales.

Las concesiones se otorgarán hasta por un plazo de 30 años y podrán ser prorrogadas hasta por un plazo equivalente al señalado originalmente, siempre que el concesionario hubiese cumplido con las condiciones impuestas y lo solicite durante la última quinta parte de su vigencia y a más tardar un año antes de su conclusión.

La Secretaría contestará la solicitud de prórroga en un plazo no mayor a 60 días a partir de la recepción de la solicitud.

ARTICULO 7o.- Las concesiones a que se refiere éste capítulo se otorgarán mediante concurso público, conforme a lo siguiente :

I .- La Secretaría por sí o a petición del interesado, expedirá convocatoria pública para que en un plazo razonable, se presenten proposiciones en sobre cerrado, que será abierto en día prefijado y en presencia de los interesados.

II .- La convocatoria se publicará simultáneamente en el Diario Oficial de la Federación, en un periódico de amplia circulación nacional y en otro de la entidad o entidades federativas en donde se lleve a cabo la obra.

III .- Las bases del concurso incluirán como mínimo las características técnicas de la construcción de la vía o el proyecto técnico, el plazo de concesión, los requisitos de calidad de la construcción y operación; los criterios para su otorgamiento serán principalmente los precios y tarifas para el usuario, el proyecto técnico en su caso, así como las contra prestaciones ofrecidas por el otorgamiento de la concesión.

IV .- Podrán participar uno o varios interesados que demuestren su solvencia económica, así como su capacidad técnica, administrativa y financiera , y cumplan con los requisitos que establezcan las bases que expidan la Secretaría;

V .- A partir del acto de apertura de propuestas y durante el plazo en que las mismas se estudien y homologuen , se informará a todos los interesados de aquellas que se desechen, y las causas principales que motivaren tal determinación ;

VI .- La Secretaría, con base en el análisis comparativo de las proposiciones admitidas, emitirá el fallo debidamente fundado y motivado, el cual será dado a conocer a todos los participantes .La proposición ganadora estará a disposición de los participantes durante 10 días hábiles a partir de que se haya dado a conocer el fallo, para que manifieste lo que a su derecho convenga; y

VII .- No se otorgará la concesión cuando ninguna de las proposiciones presentadas cumplan con las bases del concurso o por caso fortuito o fuerza mayor. En este caso, se declarará desierto el concurso y se procederá a expedir una nueva convocatoria.

ARTICULO 12o.- La secretaria estará facultada para establecer modalidades en la explotación de caminos y puentes y en la prestación de servicios de auto transporte y sus servicios auxiliares, solo por el tiempo que resulte estrictamente necesario .

ARTICULO 15o.- El título de concesión, según sea el caso, deberá contener, entre otros :

I Nombre y domicilio del concesionario.

II Objeto, fundamentos legales y los motivos de su otorgamiento;

III Características de construcción y las condiciones de construcción, operación y mantenimiento de la vía.

IV Las bases de regulación tarifaria para el cobro de las cuotas en las carreteras y puentes.

V Los derechos y obligaciones de los concesionarios.

VI El periodo de vigencia

VII El monto del fondo de reserva destinado a la conservación y mantenimiento de la vía.

VIII Las contra prestaciones que deban cubrirse al gobierno federal, mismas que serán fijadas por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público a propuesta de la Secretaria. y

IX Las causas de revocación y terminación.

I No cumplir, sin causa justificada, las obligaciones o condiciones de las concesiones y permisos en términos establecidos en ellos.

II Interrumpir el concesionario la operación de la vía total o parcialmente, sin causa justificada.

III Interrumpir el permisionario la prestación del servicio de auto transporte de pasajeros total o parcialmente, sin causa justificada;

IV Reincidir en la aplicación de tarifas superiores a las autorizadas o registradas;

V Ejecutar actos que impidan ,

VI Liquidación;

VII Quiebra, para lo cual se estará a lo dispuesto en la ley de la materia ; y

VIII Las causas previstas en el título respectivo.

Para la terminación de los permisos son aplicables las fracciones II,III y IV a VIII.

PROCESO DE LICITACIÓN

Es importante mencionar que para que se lleve a cabo el otorgamiento de una concesión en la construcción, operación, mantenimiento, o explotación de alguna autopista o tramo carretero, además de que se deben de cumplir con los artículos antes expuestos, se debe de hacer referencia que de acuerdo a Ley de Adquisiciones y Obra Pública, se requiere de un proceso de licitación por medio del cual las distintas compañías participantes, presentan sus distintas propuestas, y así las dependencias o entidades, puedan elegir la mejor propuesta para que se les otorgue la concesión en

cuestión. Así mismo, la Ley de Adquisiciones y Obra Pública es la encargada de regular dicho proceso de licitación, el cual se puede describir en la forma siguiente :

- El primer paso, es el lanzamiento de una convocatoria que hace el Gobierno Federal, a través de alguna Secretaría o entidad gubernamental. Dicha convocatoria se publica en el Diario Oficial de la Federación y en los diferentes diarios de mayor circulación a nivel nacional.
- Después se manda un oficio de publicación a Comunicación social de la Convocatoria.
- Enseguida, como lo establecen los artículos 41 y 47 de la Ley de Adquisiciones y Obra Pública, se pide la documentación completa de las distintas compañías participantes.
- Se entregan a las compañías concursantes un original de las bases y de las condiciones de proyecto.
- Se realiza una visita al lugar donde se ubicará la obra, tal como lo marca el artículo 33 de la Ley de Obra Pública y corroborar así las características de la zona.
- Se hace una junta de aclaraciones creándose un acta de la primera junta de aclaraciones y así también se elabora una lista de asistencia, donde se asienta cualquier duda que las empresas tengan sobre el proyecto.
- Después se elabora el acta de la primera etapa y una lista de asistencia. Esta primera etapa es en donde las compañías participantes entregan en un sobre cerrado la propuesta técnica del proyecto.
- Se evalúan las distintas propuestas técnicas y se aceptan las que a juicio de la dependencia o entidad convocante sean las mejores.
- Se crea el acta de la segunda etapa, así como una lista de asistencia de los participantes. En ésta etapa, se presenta en sobre cerrado la propuesta económica de cada una de las empresas y se muestran los cheques de garantía.

- Una vez que se revisa toda la documentación y propuestas de los participantes, se mandan los oficios pertinentes a las empresas que no cumplen con lo requerido para la licitación..
- Se hace un dictamen original de la licitación de la empresa que haya resultado ganadora.
- Se da un aviso de publicación del fallo en el áreas respectiva.
- Se publica en todos los diarios de mayor circulación del país el fallo final, con el nombre de la empresa ganadora.
- Se envía una copia de la publicación del fallo a la compañía ganadora.
- Finalmente la compañía ganadora debe crear una empresa a la cual se le dará la concesión de la autopista.

Es importante hacer notar que la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas en sus artículos 59 y 95, permite la manifestación de inconformidad por parte de las compañías participantes respecto al fallo final, teniendo 10 días para presentar su denuncia o inconformidad, acompañada de un párrafo precedente en donde se expliquen las causas de la inconformidad, las cuales serán valoradas por la Contraloría, y así se pueda actuar en términos de Ley.

2.2.LEGISLACIÓN EN MATERIA DE INFRAESTRUCTURA CARRETERA EN EL ESTADO DE MEXICO

Por lo que respecta al marco legal en materia de caminos de cuota en el Estado de México, actualmente no se cuenta con un reglamento propio de la entidad, aunque cabe señalar que de acuerdo a la información proporcionada por la Dirección General de Vialidades, Autopistas y Servicios Conexos de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte en el Estado de México, actualmente se está elaborando un reglamento estatal, que regule la construcción de este tipo de caminos en la entidad.

El documento que se está elaborando es un reglamento similar a La Ley de Caminos, Puentes y Auto transporte Federal , con la que se rige el Distrito Federal, solo que éste estará en términos propios de la reglamentación del Estado de México.

Debido a lo anterior, el marco jurídico de referencia para que lleve a cabo la autopista San Mateo - Constituyentes, será la Ley de Caminos Puentes y Autotransporte Federal, y la Ley de Obra Pública.

2.3 DERECHO DE VIA

Se entiende como derecho de vía a la franja de terreno que se requiere para la construcción, conservación, ampliación, protección y en general para el uso adecuado de una vía general de comunicación, cuya anchura y dimensiones fija la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, la cual no podrá ser inferior a 20 cada lado del eje del camino. Tratándose de carreteras de dos cuerpos , se medirá a partir del eje de cada uno de ellos. Para una autopista de altas especificaciones como la que se proyecta en éste trabajo, comúnmente se requeriría un derecho de vía de 80 a 100 metros, siempre y cuando la ubicación y situación topográfica y de uso de suelo así lo permitan.

Por lo anterior, cabe resaltar que el proyecto que nos ocupa, es una autopista urbana, que se encuentra inserta dentro de una zona urbana de difícil topografía, con lo que el derecho de vía se reduce considerablemente.

Por otro lado, es necesario mencionar que el trazo que se sugiere para la presente autopista, coincide con la trayectoria de unas líneas de transmisión, propiedad de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro. Esto se hizo con la finalidad de aprovechar el derecho de vía de éstas líneas de alto voltaje, la cual es menor a los 80 metros, pero mayor a los 20 metros que marca la Ley de Vías Generales de Comunicación suficiente para poder alojar sin ningún problema la vialidad propuesta.

Para la liberación del derecho de vía, ésta se tendrá que hacer ante las autoridades de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, ya que es la única facultada para autorizar la construcción de cualquier obra en dicho derecho de vía.

También debe de existir un acuerdo con la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, quien actualmente cuenta con ese derecho de vía, para que se determinen bajo que condiciones de seguridad se puede utilizar su derecho de vía para la construcción de la autopista, y así evitar daños a las líneas de transmisión.

A continuación se describen los aspectos técnicos y legales que la Compañía de Luz y Fuerza del Centro exige para el otorgamiento del derecho de vía de cada una de las líneas de transmisión a su cargo. Esto con el fin de que se les proporcione toda la seguridad y estabilidad a sus torres e instalaciones, y así evitar daños, los cuales repercutirían en graves consecuencias al suministro de energía de la ciudad.

1.- La distancia vertical de los conductores , a una temperatura de 16°C, a la rasante no debe de ser menor de 10.50 metros.

2.- Dependiendo del tipo de la línea de transmisión, se tienen tres casos para los cuales el derecho de vía cambia en función de la carga eléctrica de los conductores:

a) Tramo 1-2, derecho de vía de la línea de 230 kv. Remedios-Las Águilas.- En éste tramo la línea tiene un ancho de derecho de vía de 30 metros, dispuestos 15 metros a cada lado del eje de las torres. Para éste tramo, se propone alojar la línea de transmisión al centro del camellón de la vialidad. Dependiendo del uso ya sea torres o postes, el espacio remanente a los costados del eje de la vialidad será de 9.5 a 10.5 metros. Cabe señalar que por reglamento, para éste caso, se tendría que recurrir a la expropiación de terrenos aledaños y así para acompletar los 5 metros faltantes para obtener los 20 metros mínimos requeridos a cada lado del eje de la vialidad.

b) Tramo 2-3, derecho de vía de la línea de 85 Kv. Remedios Reforma .- En éste tramo la línea tiene un derecho de vía de 65 metros, dispuestos 21 metros al surponiente y 44 metros al nororiente del ejes de las torres. Con esto, se deberá conservar un ancho de vía de la línea de 30 metros a partir del lindero surponiente actual, quedando disponibles para alojar la vialidad 35 metros, como se indica.

c) Tramo 3-4, derecho de vía de la línea de 85 Kv. Remedios-Lechería .- En este tramo la línea tiene un ancho de derecho de vía de 45 metros, dispuestos 11 metros al sur y 34 metros al norte del eje de las estructuras. Se propone reubicar la línea de manera que quede alojada al centro del camellón de la vialidad, quedando remanente 22.5 metros del eje de la torre o poste de transmisión.

3.- No se permite plantar árboles en los camellones , solo arbustos cuya altura no exceda de dos metros.

4.- Los camellones no se podrán usar como estacionamiento de vehículos

5.- Todas las estructuras, torres y/o postes, deben de tener acceso para vehículos pesados y zonas de maniobra.

6.- En los lugares donde la vialidad se aloje en un túnel bajo las estructuras de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, será necesario hacer los estudios de mecánica de suelos y los diseños para garantizar la estabilidad, teniendo en cuenta que son estructuras del grupo A, según el Reglamento de Construcciones Del Departamento del Distrito Federal vigente.

7.- Las curvas horizontales de la vialidad deben proyectarse de tal manera que los conductores no queden sobre ella en una longitud mayor de 30 metros.

8.- En caso de ser necesario, la constructora a su cargo, deberá proteger las torres y / o postes contra posibles impactos y proteger los taludes en caso de realizar cortes cercanos a las cimentaciones .

9.- En caso de realizar trabajos de mantenimiento de las líneas, la empresa concesionada se compromete a cerrar la circulación de los tramos necesarios mientras duren los trabajos de mantenimiento.

10.- No se iniciará ninguna obra hasta tener la autorización por escrito de la Compañía de Luz y Fuerza.

En cuanto a los aspectos legales, la constructora y/o Gobierno del Estado y el Departamento del Distrito Federal deberán promover ante la Dirección General de Luz y Fuerza del Centro o ante su junta de Gobierno, según corresponda, las acciones para que los departamentos jurídicos de todas las Instituciones públicas o privadas involucradas, elaboren previas las autorizaciones de las dependencias y entidades, que se requieran, los convenios del uso adicional del derecho de vía de las líneas de transmisión de energía eléctrica que resulten afectadas. En el entendido de que no de podrá iniciar ninguna obra hasta tener la autorización por escrito de ésta entidad.

Además de lo anterior, la empresa concesionada, deberá realizar los trámites normales de solicitud de presupuesto, ante la subdirección de distribución y comercialización de la CLyFC para:

- a) Relocalización, modificación, protección, etc., de las líneas de alta tensión.
- b) Reubicación de las líneas de baja tensión correspondientes a tensiones de 23 kv. o menores.

Por otra parte, será necesaria la intervención de las autoridades del estado de México, para liberar el derecho de vía de aquellos tramos en donde existan asentamientos humanos y que intervengan en la construcción de la autopista.

Estos asentamientos se consideran legalmente irregulares, ya que están establecidos sobre un área de propiedad federal, debido al derecho de vía que poseen las líneas de transmisión de la Compañía de Luz y Fuerza.

CAPITULO TRES

ESTUDIOS PRELIMINARES

CAPITULO 3

3.1 ESTUDIO TOPOGRÁFICO

La topografía en un proyecto carretero es un factor primordial de estudio, sobretodo en la etapa de elaboración del trazo. La topografía de la zona poniente de la Ciudad de México y su área metropolitana, presenta grandes variaciones, lo que vuelve un poco complicado el proyecto y construcción de vialidades en esta zona de la ciudad. A pesar de esta situación, se están buscando alternativas que permitan la construcción de vialidades en dirección Norte - Sur, superando las adversidades que se presentan debido a la topografía del lugar.

El área norponiente de la ciudad de México, esta formada por una Serie de Sierras conocidas como Sierras Mayores: Sierras de las Cruces, Nevada y Río Frio, rodeadas de depósitos piroclásticos, originados por la antigua actividad volcánica que se dio en el lugar, lo que ocasionó el relieve tan Irregular de la zona.

Las delegaciones Cuajimalpa y Magdalena Contreras son las que presentan el mayor relieve irregular, puesto que este se presenta en aproximadamente el 95% del total de su superficie, mientras tanto la Delegación Miguel Hidalgo, presenta una zona de Loma muy extensa, que aunque no llega a ser más que el 50% aproximadamente de su superficie, no deja de ser importante y se debe de considerar, ya que es una de la zonas por la que pasa el trazo del presente proyecto. Respecto a la zona del Estado de México, y en particular los municipios de Huixquilucan y Naucalpan, presentan una topografía un poco más uniforme, donde los cambios de pendiente no son tan marcados con lo son en la zona ubicada dentro del Distrito Federal.

Se debe hacer mención, que para el presente proyecto, el trazo está definido por la trayectoria que siguen unas líneas de alta tensión perteneciente a la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, por lo cual tenemos que determinar el perfil topográfico que describe esta línea y así posteriormente determinar el tipo de sección transversal más conveniente en cada uno de los tramos correspondientes de la autopista.

ESTUDIOS PRELIMINARES

A continuación, se muestra el perfil que se obtuvo mediante la medición de la elevaciones que se tomaron a cada 100 metros a lo largo de los 13.3 kms. que abarca el trazo de la autopista .

CADENAM. KM	ELEVACION M.S.N.M.	CADENAM. KM	ELEVACIÓN M.S.N.M.	CADENAM. KM	ELEVACIÓN M.S.N.M
0+000	2413	2+000	2400	4+000	2380
0+100	2411	2+100	2400	4+100	2400
0+200	2409	2+200	2378	4+200	2400
0+300	2403	2+300	2360	4+300	2380
0+400	2400	2+400	2400	4+400	2382
0+500	2378	2+500	2400	4+500	2402
0+600	2380	2+600	2380	4+600	2420
0+700	2400	2+700	2380	4+700	2425
0+800	2360	2+800	2408	4+800	2430
0+900	2400	2+900	2420	4+900	2430
1+000	2400	3+000	2420	5+000	2418
1+100	2400	3+100	2420	5+100	2380
1+200	2400	3+200	2420	5+200	2340
1+300	2400	3+300	2410	5+300	2340
1+400	2400	3+400	2400	5+400	2340
1+500	2390	3+500	2360	5+500	2350
1+600	2373	3+600	2360	5+600	2360
1+700	2368	3+700	2360	5+700	2380
1+800	2400	3+800	2360	5+800	2375
1+900	2400	3+900	2360	5+900	2342

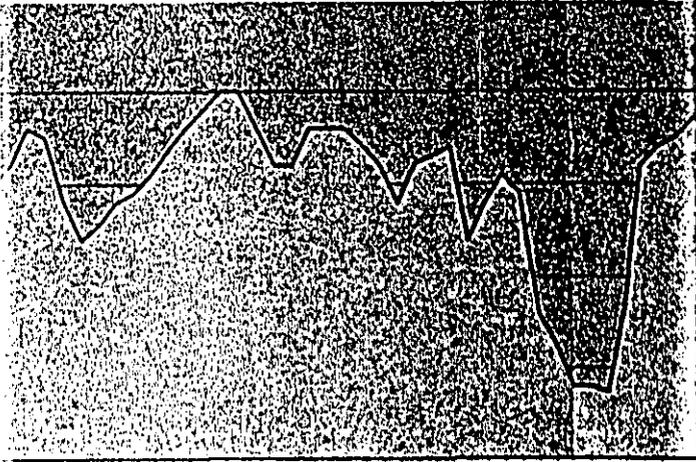
ESTUDIOS PRELIMINARES

CADENAM KM	ELEVACION M.S.N.M.	CADENAM. KM	ELEVACIÓN M.S.N.M.	CADENAM. KM	ELEVACIÓN M.S.N.M
6+000	2320	8+500	2345	11+000	2312
6+100	2328	8+600	2280	11+100	2360
6+200	2340	8+700	2263	11+200	2370
6+300	2345	8+800	2240	11+300	2379
6+400	2355	8+900	2240	11+400	2377
6+500	2368	9+000	2237	11+500	2376
6+600	2380	9+100	2285	11+600	2370
6+700	2390	9+200	2360	11+700	2360
6+800	2400	9+300	2370	11+800	2357
6+900	2400	9+400	2375	11+900	2349
7+000	2380	9+500	2385	12+000	2320
7+100	2360	9+600	2380	12+100	2290
7+200	2360	9+700	2360	12+200	2340
7+300	2380	9+800	2320	12+300	2320
7+400	2380	9+900	2275	12+400	2280
7+500	2380	10+000	2285	12+500	2338
7+600	2371	10+100	2357	12+600	2323
7+700	2360	10+200	2340	12+700	2320
7+800	2340	10+300	2290	12+800	2317
7+900	2361	10+400	2342	12+900	2304
8+000	2365	10+500	2350	13+000	2310
8+100	2370	10+600	2358	13+100	2302
8+200	2320	10+700	2350	13+200	2278
8+300	2340	10+800	2278	13+300	2240
8+400	2355	10+900	2270		

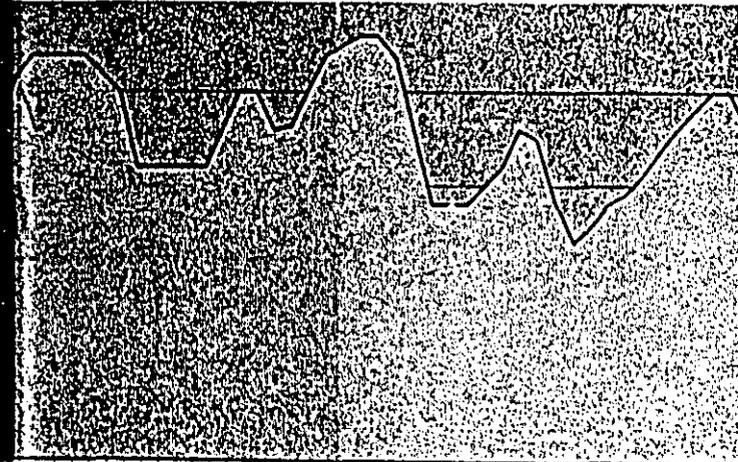
La altitud promedio de la zona en estudio, se encuentra a 2370 m.s.n.m., existiendo curvas de nivel muy variadas, que van desde la más baja ubicada a 2240 m.s.n.m. en Avenida Constituyentes, hasta la curva de nivel más alta ubicada a 2430 m.s.n.m., dentro del Estado de México.

ISTA URBANA SAN MATEO CONSTITUY

RFIL TOPOGRAFICO AUTOPISTA URBANA

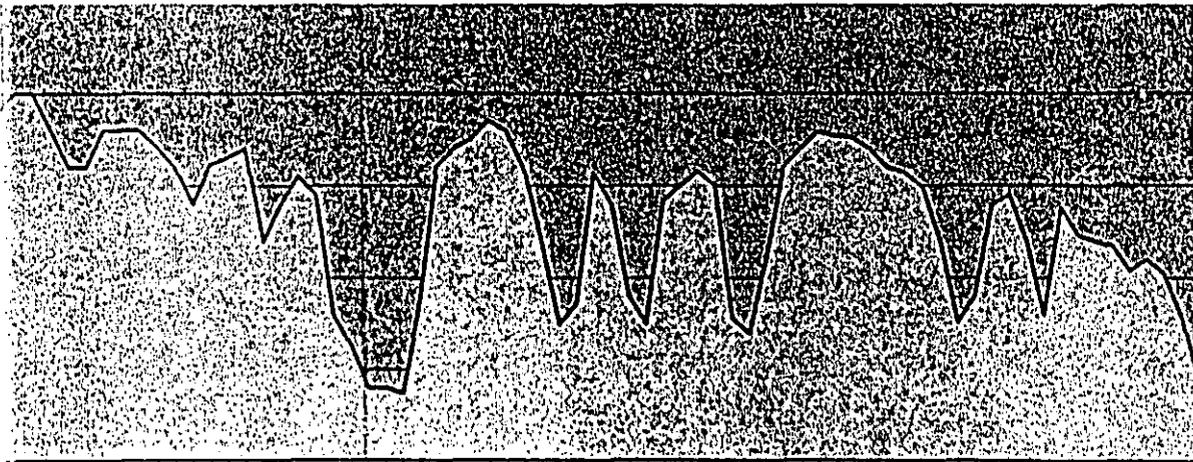


CADENAMIENTOS



CADENAM

NA SAN MATEO CONSTITUYENTES



7+200 7+500 7+800 8+100 8+400 8+700 9+000 9+300 9+600 9+900 10+200 10+400 10+700 11+000 11+300 11+600 11+900 12+100 12+300 12+600 12+900 13+200

MIENTOS

3.2 ESTUDIO GEOLÓGICO

Para la elaboración de proyectos carreteros, resulta primordialmente necesario conocer entre otros elementos, el tipo de suelo en donde se proyectarán éstos. Para el caso específico del presente proyecto, nos interesara conocer la zona norponiente de la Cd de México.

Esta área de la Cd de México, se encuentra sobre una zona de lomerío, en donde existen posibilidades de encontrar cavidades subterráneas, productos de antiguas explotaciones. De acuerdo a estudios geológicos ya realizados con anterioridad en la zona poniente de la Cd de México, se puede hacer posible una clasificación de la zona de acuerdo a su grado de peligro, en cuatro categorías las cuales son: alto, medio, bajo y nulo.

Es interesante hacer notar que se ha concluido que en 42 sitios visitados, el grado de peligro es alto. El área de esos lugares es de 80 km² aproximadamente. Debe mencionarse que esto datos se refieren exclusivamente a los lugares visitados, y de ninguna manera se puede asegurar que no existen mas zonas en condiciones similares.

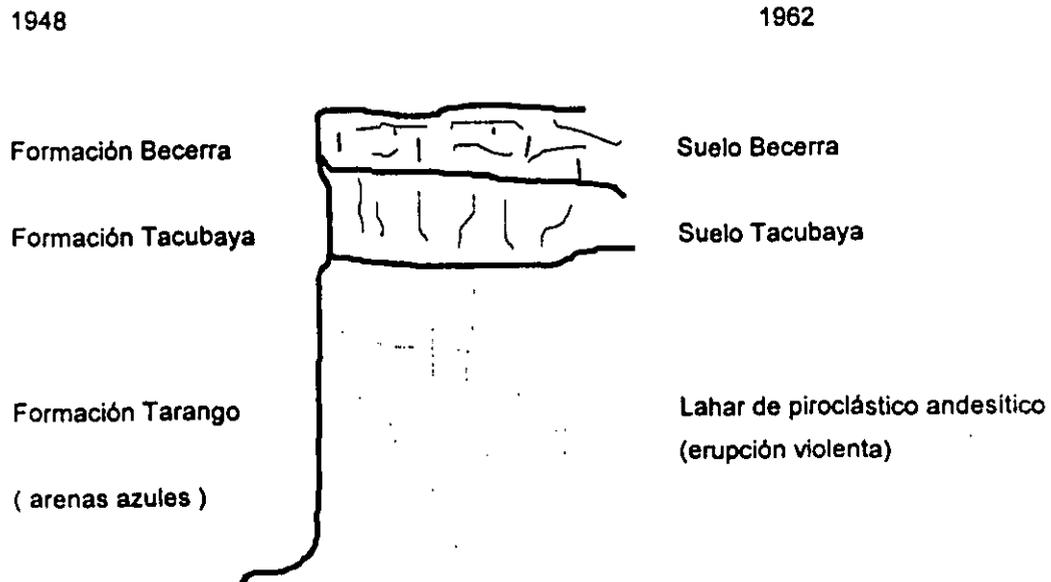
Es bien conocido que las zonas minadas se extienden hacia los lomeríos del Edo. de México en donde se encuentran colonias tales como: Tecamachalco, La Herradura, Lomas Verdes, con problemas similares a los de la Cd de México.

Las lomas que se elevan al oeste de la Cd. de México constituyen los abanicos volcánicos de las sierras de las cruces perteneciente a la Formación Tarango. Comprenden la potente acumulación de materiales piroclásticos que se depositaron a los pies de los distintos volcanes durante la vida explosiva de estos. Se calcula que estos abanicos volcánicos en escala absoluta, se crearon entre 10 y 5 millones de años antes del presente. Por lo tanto las lomas se formaron dentro de un lapso de unos 5 millones de años.

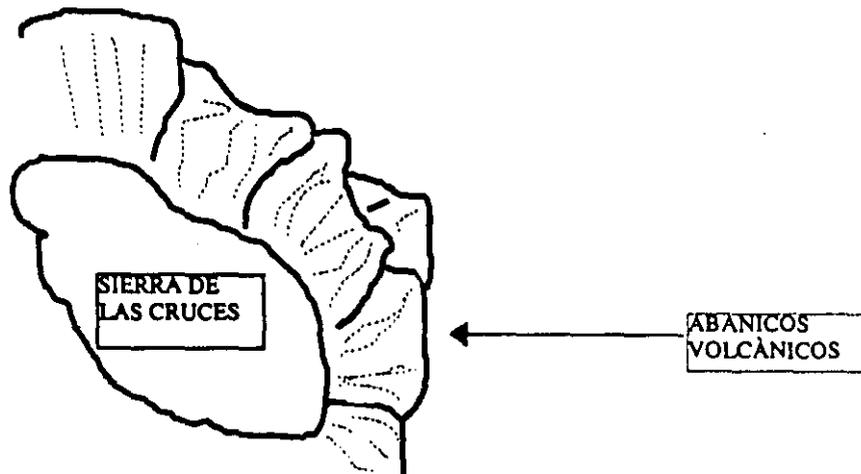
Fue hasta el año de 1948 en que se empezaron a estudiar con cierto detalle éstos depósitos de la zona de lomas. En este año quedó definida la Formación Tarango,

basándose en materiales que procedían precisamente de la Barranca de Tarango al oeste de la Ciudad de México, donde existían las típicas minas de "arena azul" en explotación. Aquí fue descrito el afloramiento típico con división en tres formaciones.

En los años subsecuentes (1962) la división del afloramiento típico de tres unidades se modificó simplificándola, finalmente definiendo la siguiente estructura



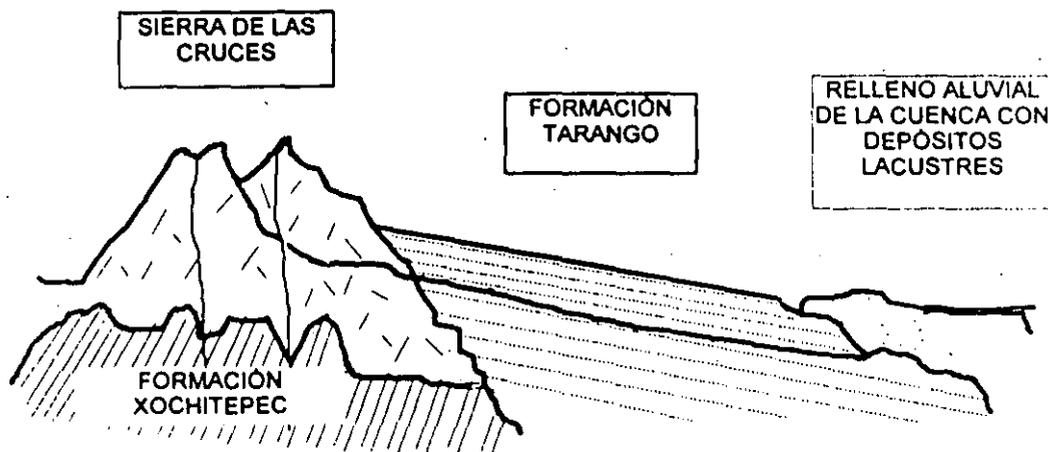
Al estudiar la estructura de la Formación Tarango es posible reconocer que ésta se compone de la superposición de varios abanicos volcánicos, cada uno terminando con su superficie estructural. Por lo general cada abanico corresponde a la vida activa de un volcán. Cuando este se apaga surge otro volcán, el cual produce su propio nuevo abanico que se sobrepone al abanico anterior, como se muestra en la siguiente figura.



Formación Tarango formada por abanicos volcánicos superpuestos y entrelazados

POSICIÓN ESTRATIGRÁFICA

La formación Tarango esta interestratificada con las series lávicas de las Sierras Mayores (Sierras de las Cruces) donde se originó. Sobreyacen los abanicos volcánicos Tarango a los depósitos volcánicos del terciario medio (formación Xochitepec) y el mioceno Superior (Sierras Menores: Sierra de Guadalupe y Tepozotlán). Sin embargo subyace a los depósitos clásticos aluviales .



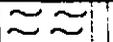
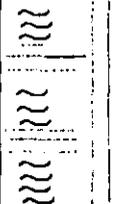
ESTRATIGRAFIA DE LA ZONA

Para fines de la Ingeniería de cimentaciones, nos interesa conocer el espesor de las formaciones, que presenta esta zona de lomas. A través de sondeos se ha logrado determinar que las formaciones geológicas que presenta la zona de lomas del valle de México son de origen aluvial y volcánico, y se encuentran dispuestas según una secuela ordenada de acuerdo a su edad.

Así, en la superficie se presentan los suelos orgánicos, Totolsingo, que en general son de espesor reducido, de uno a dos metros, en seguida se presentan los suelos conocidos Becerra y Tacubaya, los cuales se encuentran estratificados, y con betas de caliche en la parte superior; subyacen los boleos y gravas de forma redondeada a subredondeada, embebidos en una matriz arenosa, comúnmente denominados serie clástica fluvial y aluvial del Pleistoceno y por último, aparecen las tobas y depósitos piroclásticos de la formación conocida como Tarango, intercalados por capas de pómez productos de erupciones violentas.

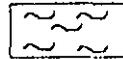
Un elemento muy característico de esta formación lo constituyen las gravas y arenas andesíticas, angulosas a sub angulosas del tipo lahárico (Piroclásticas retransportadas por agua), que originalmente constituyeron los abanicos volcánicos antes mencionados.

A continuación se presenta un perfil estratigráfico simplificado, el cual representa en forma general la situación geológica de la zona de lomas, ya que en muchos casos los agentes climáticos y/o la acción del hombre, han modificado de cierta forma esta estratigrafía afectando algunos horizontes granulares. En cualquier caso, debe considerarse que la abrupta topografía de la zona puede originar falsas interpretaciones estratigráficas, al suponer la inexistencia de algunas formaciones superiores, que mas bien no fueron interceptadas a causa del desnivel entre el sitio explorado y la cima de la loma.

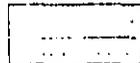
PERFIL	DESCRIPCIÓN
	SUELOS ORGANICOS TOTOLSINGO
	SUELOS BECERRA Y TACUBAYA
	GRAVAS Y ARENAS DE LA SERIE FLUVIAL Y ALUVIAL
	TOBAS Y POMEZ DE LA FORMACIÓN TARANGO
	GRAVAS Y ARENAS DE LA FORMACIÓN TARANGO



ARCILLA



LIMO



ARENA



GRAVA

SECUENCIA ESTRATIGRAFICA

Del análisis de los estudios del subsuelo realizados en la zona de lomas, se desprende que, desde un punto de vista estricto de la ingeniería de suelos, la estratigrafía que predomina es errática, dado que con gran frecuencia una misma formación geológica adquiere, indistintamente, diversas clasificaciones en el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). Sin embargo, resulta obvio que el estudio estratigráfico debe fundamentarse en el origen de los actuales problemas de las zonas minadas mas

que en ligeras variaciones en la composición granulométrica o en la plasticidad de los suelos, que en ultima instancia solo representan lineamientos geotécnicos de escasa relevancia en lo que a yacimientos de agregados pétreos se refiere, en consecuencia, el correcto enfoque estratigráfico proviene de la clasificación de las formaciones respecto a su factibilidad de construir fuentes naturales de agregados pétreos de sencilla y económica explotación que sin mas tratamiento posterior que su clasificación por tamaño puedan emplearse en algunas ramas del procedimiento de construcción. Por tales razones, y con fines de tener una idea sobre la estratigrafía de la zona, a continuación se presentan los perfiles de suelos, de aquellos sitios que se exploraron con formaciones expuestas en sus laderas.

SITIO 1

Calzada las Águilas y Torrente. En este sitio se encontró que existen rellenos a 1.80 mts de la superficie, seguido de los depósitos que corresponden a la formación Tarango (los cuales alcanzan espesores que van de 30.0 a 40.0 mts. y la cual se formo debido a una actividad volcánica). Hasta 24.0 mts de profundidad aproximada se definen las tobas volcánicas compuestas por arenas arcillosas o limosas, con gravas parcialmente sementadas intercaladas entre dos horizontes pumíticos: el superior entre 10.4 y 15 mts y el inferior entre 2.5 y 22.5 y 23.5 mts. A continuación y con espesor indefinido, mayor de 5.3 mts se tienen las gravas y arenas de colores rojizo y azul.

SITIO 2

Calzada 5 de mayo y General Anaya. También en esta área, todos los depósitos son de la formación Tarango y se encuentran dispuestos conforme a lo siguiente: hasta 1.3 a 2.4 mts de profundidad se detectan tobas volcánicas. En seguidas se tiene un manto de arenas y gravas de color rosa, que se extiende hasta 8.8 a 9.5 mts de profundidad. Por ultimo se presenta otro manto de gravas y arenas azules de espesor indefinido mayor de 11.1 m. Cabe mencionar que no se encontraron capas pumíticas intercaladas en las tobas.

SITIO 3

Col. Real del Monte. En este caso aflora un relleno deleznable de 1.0 a 3.2 mts de espesor.

Subyaciendo, en pequeñas áreas, aun se interceptan las gravas y boleos redondeados correspondientes a una serie clástica, fluvial y aluvial que en su mayor parte fue explotada a cielo abierto en el pasado inmediato.

En seguida y con espesor variable de 4.6 a 11.6 mts, se tiene un manto de tobas volcánicas compuestas por arenas arcillosas compactas y por arcillas muy firmes, intercalados entre dos capas de arenas pumíticas, de color blanco, con un espesor de 0.6 a 1.7 mts la superior y de 1.6 a 3.7 mts la inferior.

En seguida se detectan tobas volcánicas arcillo-arenosas, de mediana y alta plasticidad de color café rojizo y consistencia de firme a dura, que cubren a arenas arcillosas con gravas, de color rosa.

SITIO 4

Atencaster esquina con O'Donogh. Se presenta el caso característico de un antiguo portal de entrada a minas pumíticas, en la actualidad cubierto con rellenos deleznales hasta de 8 mts de espesor.

Inferiormente y hasta la máxima profundidad explorada de 12.6 mts, se tienen arenas limosas, pumíticas en algunos horizontes de compacidad creciente con la profundidad de media a compacta.

Muchas de las anomalías que se presentan dentro de la estratigrafía de esta zona del poniente de la Cd. de México, se han venido presentando a causa de efectos climáticos, ya que se ha detectado erosión en las partes bajas del Valle de México. También el hombre ha sido otra causa de estas anomalías, ya que desde épocas remotas, ha utilizado los cantos rodados y la arena pumítica como material de construcción.

En ninguno de los sitios anteriores se encontró el nivel de aguas freáticas

La explotación incontrolada de los suelos granulares, andesíticos o pumíticos, hasta la década de los 60's del siglo en curso, han traído como resultado, la formación de rellenos, cavidades y anomalías estratigráficas, como fracturas y alteraciones del suelo de la zona.

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES ENCONTRADOS EN LA ZONA

Resistencia a la compresión simple q_u .- Esta varió entre 10 y 100 ton/m², los valores más bajos se obtuvieron en la arcilla limosa y en arenas pumíticas y los más altos en el limo arenoso duro y cementado así como en arena limosa.

Cohesión C y ángulo de fricción interna ϕ .- Estas propiedades fueron determinadas en pruebas no consolidada-no drenada o consolidada-no drenada, en este último caso, las muestras fueron saturadas antes de los ensayos.

Llama la atención el hecho de que el ángulo de fricción interna obtenido en limo arenoso cuya consistencia está entre muy firme a dura, varía entre 30° y 60° con valores más frecuentes entre 40° y 50°. Estos son altos y se deben, probablemente, a una cohesión alta aunada a la heterogeneidad de las muestras.

En el caso de las arenas pumíticas, los valores del ángulo de fricción varían entre 9° y 29° y la cohesión entre 0 y 6 ton/ m². Desgraciadamente no se contó con ninguna curva esfuerzo-deformación, pero es de suponer que los valores más bajos se deban a las deformaciones experimentadas por las muestras, que a su vez pudieron haber sido causadas por la rotura de los granos.

3.3 ESTUDIO HIDROLÓGICO

La Ciudad de México se encuentra establecida sobre una cuenca, conocida como Cuenca del Valle de México. A su vez, esta cuenca está formada por un sistema de once subcuencas, de las cuales las más importantes de la zona en estudio son: Xochimilco, Churubusco y Ciudad de México.

Estas subcuencas forman un multiacuífero el cual es recargado por las infiltraciones que provienen de la precipitación en las Sierras circundantes como son: Chichinautzin, y las Cruces y que actúan como áreas de recarga

A nivel de Cuenca, los ríos importantes que se incluyen en la zona poniente son los siguientes: San Buena Aventura, Magdalena, Texcattlaco, Tarango, Mixcoac, y Tacubaya, de los cuales actualmente ninguno es navegable.

Por lo que respecta a las corrientes superficiales que actualmente son objeto de medición hidrométrica son los Ríos Magdalena y el Río Eslava, ambos se originan en la vertiente oriental del Ajusco y forman parte del colector general del Río Churubusco, y su régimen hidráulico es de importancia debido a la localización de varios afloramientos de manantiales.

PRECIPITACIÓN

De acuerdo a las mediciones obtenidas en las estaciones pluviométricas de la zona norponiente, se ha obtenido que la precipitación media para un periodo de 70 años es de 231 millones de m³ con una lámina anual de 1.036 mm y que representa la más alta para toda la Cuenca del Valle de México.

La porción nor-noroeste presenta un periodo prolongado de lluvias iniciando este en el mes de Junio y terminando en Noviembre. La precipitación promedio para este periodo es de 1,079.5 mm y representa el 83.7 % del total anual.

La época de estiaje se presenta entre los meses de Noviembre y Marzo con una precipitación mínima de 4.5 mm para esta misma porción nor-noroeste.

La precipitación anual que se registró en las estaciones pluviométricas fue de 1,276.70 mm.

En esta misma zona se han venido haciendo mediciones diversas en las estaciones pluviométricas de Mixcoac, Presa Anzaldo y Cuajimalpa, y se ha obtenido que para el periodo de diez años (1971 - 1980) se han reportado la presencia de heladas entre los meses de Diciembre y Enero, presentándose en el año más crítico 14.6 días de estas. También se reporta la presencia de granizadas en el mes de Agosto, registrándose en el año crítico durante 3 días.

La lluvia máxima presentada para este mismo periodo de estudio se dio el primero de Agosto de 1975 en donde la lámina alcanzó los 72.3 mm.

Todos los datos anteriores son concernientes a la zona Poniente de la Ciudad de México en general y las características que se muestran a continuación están ubicadas dentro del área de influencia del presente proyecto.

Desde el punto de vista hidrológico resulta importante ubicar si existen Rios subterráneos o Superficiales, arroyos, manantiales, etc. que en un momento dado pudieran ser afectados con la construcción de la presente Autopista, y fue entonces que se encontró lo siguiente:

Dentro del Distrito Federal, y en específico dentro de la Delegación Alvaro Obregón, encontramos que muy cerca del Portal de acceso a la Autopista se ubica el río Tacubaya, el cual a pesar de su cercanía con la vialidad, no se verá afectado en su cauce ni régimen hidráulico. Este río es el único que se encuentra dentro del Distrito Federal.

Por lo que respecta al trazo de la autopista dentro de los municipios del Estado de México, encontramos que se atraviesan algunas pequeñas corrientes superficiales de poca importancia debido a que son algunas de ellas intermitentes, es decir, solo llevan agua durante la época de lluvias, mientras que las restantes son corrientes efímeras, las cuales se caracterizan por llevar agua mientras dura la lluvia, pero inmediatamente que

ésta termina, éstas se vacían. A continuación se mencionan los ríos y arroyos por los que pasa el trazo de la autopista dentro de los municipios de Huixquilucan y Naucalpan:

En el municipio de Huixquilucan, encontramos que se atraviesan las barrancas de tres ríos: La Pastora, La Loma, y San Joaquín, los cuales se podrían clasificar como corrientes efímeras.

Mientras que en el municipio de Naucalpan encontramos el cruce con dos ríos conocidos como Río Hondo y Río de Los Remedios, este último alimenta a una presa conocida con el nombre de Presa Tenantongo. Por otra parte, también se atraviesan 3 arroyos que llevan los nombres de El Sordo, Los Cuartos y Totolinga, donde los dos primeros, sirven de recarga de dos pequeñas presas que llevan el mismo nombre de los ríos: El Sordo y Los Cuartos.

Estos últimos ríos y arroyos mencionados, poseen una corriente de tipo intermitente.

3.4 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

El estudio de impacto ambiental, es un instrumento mediante el cual la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, permite al interesado obtener la autorización previa en materia de impacto ambiental, a las que están obligadas todas las obras o actividades que se pretenden desarrollar dentro del País.

El artículo 7o. del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, indica que "Cuando quién pretenda realizar una obra o actividad de las que requieren autorización previa conforme a lo dispuesto por el artículo 5o. del Reglamento, considere que el impacto ambiental de dicha obra o actividad no causará desequilibrio ecológico, ni rebasará los límites o condiciones señalados en los Reglamentos y Normas Técnicas Ecológicas emitidas por la Federación para proteger al ambiente, antes de dar inicio a la obra o actividad de que se trate, podrá presentar a la Secretaría un informe preventivo " ... comunicará al interesado si procede o no la presentación de una manifestación de impacto ambiental, así como la modalidad conforme a la que deba formularse, y le informará de las normas técnicas ecológicas existentes, aplicables para la obra o actividad de que se trate.

Apoyándonos en lo anterior, a continuación se muestra un estudio preliminar, en el cual se ha tomado como base la estructura que marca la guía técnica para la elaboración de una manifestación de impacto ambiental en su modalidad general, en donde se presentan los principales rasgos ecológicos y ambientales de la zona en la que se ubicará la autopista, así como los principales efectos que se esperan se provocarán durante la etapa de su construcción y operación.

Descripción y datos generales de la obra.

Esta obra consistirá en la construcción y operación de una autopista de cuota de cuatro carriles de altas especificaciones, que se ubicará en la área norponiente de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) específicamente sobre la sierra conocida como Sierra de las Cruces, abarcando un tramo de 13.3 km.

La autopista se ubica en una de las últimas zonas Boscosas que rodean a la cuenca de la Cd. de México en su zona Poniente, se caracteriza por el predominio del

terreno montañoso de origen volcánico con fuertes pendientes y profundas barrancas que transicionalmente cambia a una zona de lomeríos.

En una etapa inicial de operación, se pretende que la autopista, tenga un flujo de 3000 vehículos/hora, ayudando así a combatir el problema tanto de la contaminación como de los congestionamientos en ésta zona de la ciudad, y provocando una reducción en el tiempo utilizado por el traslado de largo itinerario, sobretodo en el sentido de norte a Poniente. De acuerdo a los aforos realizados por la Secretaria de Vialidad y Transporte, este es el sentido en el que se presenta la mayor cantidad de vehículos sobretodo en las horas pico del día (9500 vehículos por hora).

El tiempo de construcción de esta autopista se tiene estimada en aproximadamente 2 años, poniéndose en marcha a corto plazo y en una primera etapa, los 3.5 km. comprendidos dentro del Distrito Federal y en una segunda etapa el resto.

Las casetas de cobro se encontrarán dentro del Estado de México.

Etapa de Selección del Sitio.

El criterio de selección que se utilizó para determinar el sitio de construcción de la autopista, fue el de aprovechar el derecho de vía que actualmente le pertenece a la Comisión Federal de Electricidad y a la Compañía de Luz y Fuerza del centro, regulada a su vez por la C.F.E. , puesto que en este sitio existe una línea de alta tensión, que viene desde San Mateo, y termina en una subestación un poco antes de la Avenida Constituyentes.

Además se pensó el trazo en esta zona, porque no existen vialidades importantes que sean paralelas a Periférico que le ayuden a este último a disminuir la circulación , sino que al contrario, todas las vialidades importantes que se ubican en esta zona, debido a la difícil topografía del lugar, van de poniente a oriente, confluyendo todas al periférico.

La superficie total del sitio requerida es de aproximadamente 60 ha. en las cuales actualmente se ubican terrenos ejidales comunales, predios irregulares (invasiones), y otros que se consideran bienes ajenos a la tierra.

Etapa de Preparación y Construcción del Sitio

Cabe recalcar, que debido a la difícil topografía del lugar, las secciones transversales, serán de 3 tipos: sección puente, sección túnel y se requerirán de algunos cortes, dependiendo de la sección a construir.

Como preparación del sitio se requerirá de un desmonte muy ligero sobretodo en la zona donde se habilitarán las casetas para oficinas, la cual se ubicarán cerca de la zona. Esto se hará en caso de que no se encuentre un predio urbanizado cerca de la obra y que cuente con todos los servicios.

Por lo que respecta a los trabajos preliminares y obras inducidas, se contempla un despiece o desmonte en el caso de encontrar instalaciones subterráneas, por lo que el desvío de éstas se hará inevitable.

Se delimitará el área de construcción por medio de tapias y/o enrejados, en donde la topografía así lo permita. Por lo que respecta a la preparación del terreno, este no requerirá una preparación mayor, mas que algunas nivelaciones en los accesos a la obra.

Durante la construcción de la obra, hay varios aspectos muy importantes que hay que considerar, principalmente por que nos encontramos dentro de una área urbana, y se debe de mantener un control de contaminantes a la atmósfera.

Por lo que respecta a la etapa de excavación, se tomarán medidas que permitan reducir la emisión de polvos y gases a la atmósfera, entre las que tenemos:

Establecer un horario nocturno para transportar la maquinaria a la obra y así evitar congestionamientos y la difícil maniobra de los camiones y/o trailers.

Una vez que se tenga la maquinaria lista en el lugar, se iniciarán los trabajos en un horario definido, y considerado de 8 a 17 hrs , para evitar así que los niveles de ruido pudieran afectar a los habitantes cercanos a la obra. El nivel de polvo producto de la

excavación, también será controlado por medio de riego con agua tratada, la cual será provista a la obra mediante pipas. La disposición final del producto de la excavación, se hará por medio de camiones cubiertos con lona que llevarán el escombros a la zona de tiro más cercana a la obra, y así evitar en la mayor medida posible que durante el recorrido, se vaya tirando parte del material en las vialidades, e inclusive, controlar el polvo que se pudiera esparcir a la atmósfera.

En general, la afectación más significativa que se podría presentar al medio ambiente durante la etapa de construcción, sería los cortes, los cuales son inevitables, y con los que se provocaría la tala de algunas zonas de la sierra.

Cabe mencionar que por el trazo de la autopista pasan los cauces de algunos ríos, por lo que será necesario su cruce por medio de puentes o viaductos, buscando siempre una mínima afectación de estos. Ninguno de los ríos que pasan por la zona es navegable.

De acuerdo a las necesidades de los servicios para la realización de la obra, se requerirá de agua, energía eléctrica, drenaje, y teléfono.

El servicio de agua será por medio del almacenamiento de ésta en tinacos, y la cual será suministrada por pipas en caso de no encontrar una toma de agua cercana a la zona de obra y oficinas.

Por lo que respecta al volumen de aguas residuales que se generarán durante la etapa de construcción de la obra, se calcula que sea de 7 m³/día y en su mayoría será proveniente de la zona de servicios.

El agua residual generada por estos servicios (sanitarios principalmente), se puede clasificar como agua residual típica doméstica con concentración media de contaminantes, mismas que se recolectan y sea en una fosa séptica o en sanitarios portátiles, para después ser trasladada por medio de pipas a las distintas plantas de tratamiento operadas por el Distrito Federal.

Etapa de Operación y Mantenimiento

Durante la etapa de operación de la autopista se espera un flujo promedio de 30,000 vehículos por día los cuales emitirán una serie de contaminantes a la atmósfera, que de acuerdo a estudios ya realizados para autopistas de alta velocidad, tenemos que la emisión de gases por vehículos esta repartida en la siguiente forma:

Nombre	Nomenclatura	Cantidad g / km. / vehículo
Monóxido de Carbono	CO	1.4
Hidrocarburos Evaporados	HC	0.33
Óxidos de Nitrógeno	NOx	1.9
Partículas	P	0.12 - 0.24
	SO2	0.12

Durante la etapa de operación, resulta necesario el control de emisiones de éstos gases, sobretodo en las horas pico y en los túneles, ya que la acumulación de éstos gases puede resultar dañino para la salud.

Para el control de emisiones de gases en los túneles, sobretodo el que se tiene proyectado en el Distrito Federal, de aproximadamente 4 kms., se tendrán que implementar dentro de este, monitores que identifiquen la cantidad de contaminantes existentes en el túnel, para que en el momento de que la concentración de gases llegue a sobrepasar los límites establecidos, se inicie la extracción de éstos por medio de ventiladores o algún otro medio de extracción.

El mantenimiento de la autopista realmente no provocará efectos nocivos sobresalientes a la atmósfera, y se procurará que este se haga durante la noche para poder así evitar congestionamientos, provocando con esto último, el aumento de emisión de gases en los tramos respectivos.

Etapas de abandono del sitio

Con la construcción de ésta obra, se inicia parte del programa de autopistas de cuota de la zona metropolitana de la Ciudad de México, ayudando así a la consolidación de la estructura vial de la zona poniente de la Ciudad.

Por lo anterior, no se ha considerado el abandono total del sitio, ya que una vez que termine su vida útil, esta autopista pasará a formar parte de la red vial de la Ciudad de México.

Aspectos Generales del Medio Natural

Hay que tomar en cuenta que como su nombre lo indica, ésta autopista urbana, se encuentra inserta dentro de un área urbanizada, en donde los aspectos naturales se han visto disminuidos por la expansión de la mancha urbana. Por esto, a continuación se resaltan algunos aspectos naturales de la zona, y que con la construcción de la autopista no serán alterados en forma significativa.

El poniente de la Ciudad de México forma parte de una de las últimas áreas boscosas de la Ciudad de México y su área metropolitana, caracterizándose por tener terrenos montañosos con fuertes cambios de pendiente, y profundas barrancas.

El tipo de suelo, es de origen ígneo, debido a la fuerte actividad volcánica que se dio en el lugar algunos miles de años atrás. Los flancos de las cadenas montañosas pertenecientes a la Cuenca de la Ciudad de México, en particular a la sierra de Las Cruces, muestran un grado mayor de erosión, siendo la hidrología el principal modelador de sus superficies.

La vegetación en las elevaciones de la cueca del Valle de México está conformada principalmente por bosque de coníferas, encinares, pastizales de diversa índole y comunidades derivadas de la alteración de la cobertura vegetal original.

Cerca de la zona de obra, existen los zacantones de la Sierra del Chichinautzin, considerados como ecosistemas excepcionales, y los cuales constituyen un hábitat único para el conejo de los volcanes. Estos se ubican aproximadamente a unos 30 Km.

También existen ríos cercanos al área de influencia del proyecto, y aunque ninguno es navegable, existen corrientes superficiales que actualmente son objeto de medición hidrométrica, como el Río Magdalena y el Río Eslava, ambos se originan en la vertiente oriental del Ajusco y forman parte del colector general del Río Churubusco. Su régimen hidráulico es de importancia debido a la localización de varios afloramientos de manantiales.

A nivel de cuenca, los ríos que se incluyen en ésta zona Poniente son:
San Buena Aventura, Magdalena, Texcalatlaco, Tarango, Mixcoac y Tacubaya.

Este multiacuífero es recargado por infiltraciones que provienen de la precipitación en las Sierras Circundantes (Chichinautzin y Las Cruces), y las cuales actúan como las áreas de recarga.

El tipo de ecosistema acuático que se encuentran en esta zona de la Ciudad, se caracteriza por ser corrientes rápidas que desembocan a las barrancas o cañadas que tienen como destino final los embalses como la Presa Mixcoac, Presa Anzaldo, y Presa Tacubaya, o el sistema de drenaje de las delegaciones políticas de Cuajimalpa, Magdalena Contreras, Alvaro Obregón y Tlalpan.

Razón por la cual el tipo de biota acuática en estos cuerpos se restringe a especies unicelulares o de ciclo biológico corto.

Después de haber visto en forma general las características ecológica y ambiental del área de influencia del presente proyecto, a continuación se enumeran los efectos tanto ambientales como sociales, que se esperan se produzcan en la zona con la construcción de esta vialidad.

Identificación de efectos

- 1.- Disminución de los costos de operación del Transporte . Al disminuir la contaminación por fuentes móviles se estará propiciando una mejor calidad del aire que repercutirá en la salud de la población del área.

- 2.- Dotar a la Zona Metropolitana de la Ciudad de México de una moderna vialidad de alta velocidad que permita el desarrollo ordenado del área urbana con previsión suficiente para por lo menos los próximos 30 años.

- 3.- La existencia de una vía alterna nor - poniente permitirá una mayor fluidez de la circulación en el anillo periférico , debido a una menor circulación de autotransporte tanto público como privado en ésta vía.

- 4.- Optimización de los movimientos vehiculares contribuirá a la disminución de contaminantes en la atmósfera por fuentes móviles, de hasta un 30 % colaborando así al logro de los objetivos propuestos en el Programa Integral contra la Contaminación Atmosférica de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México..

- 5.- Reducción en el consumo de Combustible para automotores en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México de aproximadamente el 25 % , que son requeridos en las rutas y accesos actuales.

- 6.- Se frena el avance de asentamientos irregulares, que tienden a ocupar espacios cercanos a las áreas naturales protegidas del poniente de la ciudad de México ; al construirse un llmite físico, continuo e interrumpido.

- 7.- Contribución al aumento en la productividad de la actividad empresarial del área poniente, principalmente por el abatimiento en los costos de mensajería, la disminución de tiempos de traslados de los empleados y reducción de distancias de movilización de los profesionistas.

3.5 ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD

Dentro de los estudios preliminares de un proyecto, resulta necesario el análisis de factibilidad, con en el que tomando como base la problemática principalmente, entorno social, situación política y económica del lugar, podemos valorar que tan factible es la construcción del proyecto, y en que manera ayudará a solucionar el problema en cuestión.

Como ya se dijo anteriormente, uno de los principales problemas que sufre la Ciudad de México y su zona metropolitana, es la falta de vialidades, que permitan satisfacer la gran demanda vehicular, la que día con día se ve incrementada, manifestándose en el aumento de congestionamientos en vialidades rápidas a horas, que anteriormente no eran consideradas como horas pico.

Esta problemática a pesar de que es a nivel área metropolitana, se ve agudizada en la zona norponiente, ya que se encuentra en una situación muy desfavorable en varios aspectos:

No hay un transporte público eficiente y capaz de satisfacer la demanda de los miles de usuarios, con lo que se origina una gran pérdida de horas - hombre diariamente tan solo en traslados.

Existen pocas vías de largo itinerario, en las cuales se originan importantes congestionamientos, donde circulan gran cantidad de vehículos a vuelta de rueda durante 4 ó 5 horas al día, generando un consumo excesivo de combustible y agudizando el problema de contaminación en esta zona de la ciudad.

Debido a que existe una difícil topografía, existen pocas avenidas importantes, las cuales van de poniente a oriente, confluyendo todas al periférico, saturando este último, en la mayor parte del día.

No existen, vialidades alternas al periférico, que vayan de norte a sur y que permitan un desahogo vehicular, de ésta última arteria sobretodo en horas pico.

Con el aumento de zonas habitacionales y centros financieros y comerciales, primordialmente en el área de Tecamachalco, Lomas de Chapultepec, y Lomas de Santa Fe, ésta zona del poniente ha registrado en los últimos años un aumento en el flujo vehicular, que circula por la arteria que conducen hacia ésta zona de la ciudad.

Con este panorama general de la problemática que se presenta actualmente, resulta evidente, la construcción de una vialidad de largo itinerario, que permita complementar la estructura vial de la zona, y que ayude al periférico a disminuir su carga vehicular.

De acuerdo a los aforos vehiculares que ha hecho la Secretaría de Transportes y Vialidad en el norponiente de la Ciudad, específicamente en algunos puntos sobre el periférico, observamos lo siguiente:

Punto 1 Crucero Periférico – Constituyentes

Horario de aforo	8:45 - 9:45	14:00 - 15:00	18:15 - 19:15	total
------------------	-------------	---------------	---------------	-------

Periférico norte - sur

Automóviles	4366	4519	4060	12945
Total de vehículos	5479	5176	5502	16247

Constituyentes oriente - poniente

Automóviles	1594	1645	1575	4814
Total de vehículos	2231	2047	2106	6384

ESTUDIOS PRELIMINARES

Horario de aforo	8:45 - 9:45	14:00 - 15:00	18:15 - 19:15	total
-------------------------	--------------------	----------------------	----------------------	--------------

Constituyentes poniente - oriente

Automóviles	2144	2318	2471	6931
Total de vehículos	3050	3032	3554	9636

Periférico sur - norte

Automóviles	4431	3663	3628	11722
Total de vehículos	5420	4536	4710	14666

Punto 2 Frente a Campo Marte

Horario de aforo	10:00 - 11:00	11:00 - 12:00	18:00 - 19:00	total
-------------------------	----------------------	----------------------	----------------------	--------------

Carriles centrales

Automóviles	5053	5166	4906	15125
Total de vehículos	5167	5345	4978	15490

Horario de aforo	10:00 - 11:00	16:00 - 17:00	17:00 - 18:00	total
-------------------------	----------------------	----------------------	----------------------	--------------

lateral

Automóviles	1142	1106	1105	3353
Total de vehículos	1365	1265	1162	3392

Punto 3 Crucero Periférico - Reforma

Horario de aforo	8:00 - 9:00	14:45 - 15:45	18:30 - 19:30	total
------------------	-------------	---------------	---------------	-------

Periférico Norte - Sur

Automóviles	5740	6417	6621	18778
Total de vehículos	7082	7348	9909	24339

Reforma oriente - poniente

Automóviles	4038	4607	4605	13250
Total de vehículos	5071	6255	5375	16701

Reforma poniente - oriente

Automóviles	5748	4135	5332	15213
Total de vehículos	6755	4666	5605	17026

Periférico sur - norte

Automóviles	1527	2505	3089	7121
Total de vehículos	1789	3166	3819	8774

Punto 4 Periférico (tramo: Paseo de la Reforma y Paseo de las Palmas)

Horario de aforo	9:00 - 10:00	12:00 - 13:00	19:00 - 20:00	total
------------------	--------------	---------------	---------------	-------

Carriles centrales

Automóviles	5142	5111	6111	16364
Total de vehículos	5462	5572	5352	16386

Carriles laterales

Automóviles	885	970	1178	3033
Total de vehículos	1123	1206	1557	3886

ESTUDIOS PRELIMINARES

Punto 5 Crucero Periférico - Legaria (límite Ciudad de México)

Horario de aforo	9:45 - 10:45	14:45 - 15:45	19:00 - 20:00	total
------------------	--------------	---------------	---------------	-------

Periférico Norte - Sur

Automóviles	4402	5190	5912	16504
Total de vehículos	5192	5597	4666	16456

Legaria oriente - poniente

Automóviles	519	560	641	1720
Total de vehículos	765	775	661	2201

Industria militar poniente - oriente

Automóviles	557	564	717	1838
Total de vehículos	625	721	1116	2462

Periférico sur - norte

Automóviles	4169	4961	5210	13340
Total de vehículos	5155	5610	5932	16697

Punto 6 Frente a Campo Militar: sentido norte - sur (Estado de México)

Horario de aforo	7:00 - 8:00	11:00 - 12:00	19:00 - 20:00	total
------------------	-------------	---------------	---------------	-------

Carriles centrales

Automóviles	5416	4522	4672	14610
Total de vehículos	5426	4524	4676	14626

Carriles laterales

Automóviles	3365	2535	3201	9101
Total de vehículos	4291	3216	3753	11260

ESTUDIOS PRELIMINARES

Punto 7 Frente a Campo Militar: sentido sur - norte (Estado de México)

Horario de aforo	10:00 - 11:00	16:00 - 17:00	17:00 - 18:00	total
------------------	---------------	---------------	---------------	-------

Carriles centrales

Automóviles	3194	3780	3715	10689
Total de vehículos	3260	3812	3729	10801

lateral

Automóviles	2360	3134	2469	7963
Total de vehículos	2946	3766	3170	9882

Punto 8 Crucero Periférico - Transmisiones militares - Av. Casa de moneda - Calz. San Esteban (Estado de México)

Horario de aforo	9:15 - 10:15	13:00 - 14:00	17:00 - 18:00	total
------------------	--------------	---------------	---------------	-------

Periférico Norte - Sur

Automóviles	7398	7083	8356	22837
Total de vehículos	8267	7725	9653	25645

Transmisiones militares oriente - poniente

Automóviles	416	846	665	1917
Total de vehículos	1749	1540	1602	4891

Diagonal Av. Casa de moneda

Automóviles	1326	1785	1661	4772
Total de vehículos	1660	2068	1880	5606

Horario de aforo	9:15 - 10:15	13:00 - 14:00	17:00 - 18:00	total
------------------	--------------	---------------	---------------	-------

ESTUDIOS PRELIMINARES

Periférico sur - norte

Automóviles	5864	5254	5510	16628
Total de vehículos	6006	6499	6869	19374

Calz. San Esteban

Automóviles	223	156	160	539
Total de vehículos	257	195	196	648

Como se observa estos datos podemos concluir, que existe una demanda muy grande, de acuerdo a la capacidad que pueda ofrecer el periférico a los usuarios. Si tomamos en cuenta que éstas cantidades, solo representan 3 horas del flujo diario en los distintos tramos sobre el periférico, podemos decir que el flujo total durante el día puede llegar a ser más del doble del total de las horas pico.

Estudios realizados por la Secretaría de Vialidad y Transporte, muestran que el periférico actualmente tiene una sobredemanda vehicular.

Cabe resaltar que actualmente, las horas pico en el periférico, sobrepasan las 3 horas en el día, sobretodo los días Viernes, en donde las horas pico pueden alcanzar las 6 o 7 horas en el transcurso del día.

Si de los aforos antes expuestos, consideramos al punto número 8 como la situación crítica tenemos que el sentido en el que se presenta mayor flujo vehicular es sobre periférico de Norte a Sur, con un flujo vehicular que asciende durante las tres horas consideradas en el estudio aproximadamente 25, 600 vehículos. Esto se debe a que existe una gran cantidad de personas provenientes de los distintos municipios del Estado de México (Huixquilucan, Naucalpan, Tlanepantla) quienes al no tener una vialidad importante que les permita dirigirse tanto al centro como poniente de la Ciudad, se ven en la necesidad de utilizar el periférico como única vía para hacer su recorrido.

Otra parte de los vehículos que circulan por el periférico, son los provenientes de los estados de Querétaro e Hidalgo principalmente, quienes sin tener como destino final

el Distrito Federal, están obligados a ingresar a este último debido a la falta de una vía alterna que les permita rodear a la Ciudad. Éstos últimos vehículos tienen como destino final el estado de Puebla, Oaxaca o Veracruz.

Por lo que respecta al sentido contrario (Periférico Sur - Norte), de acuerdo a la tabla de aforos, el flujo vehicular es un poco menor, pero no menos importante, esto se debe a que el regreso de los habitantes a sus casa principalmente, se da de una manera mejor distribuida a lo largo del día.

En base a los datos de las tablas anteriores, se considera que el flujo total en el Periférico por sentido en el tramo en estudio tiene un flujo máximo durante las tres horas pico del día de 25,000 vehículos. Esto nos lleva a concluir lo siguiente:

Si se considera el caso que en el Periférico el flujo vehicular en las 3 horas pico consideradas en el estudio, es el 50 % del total de vehículos (índice obtenido de la S.C.T) que pasan durante todo el día, el flujo vehicular total en ésta arteria es de aproximadamente 50,000 vehículos diarios por sentido.

Por otro lado, el Instituto Nacional de Estadística, Geografía en Informática (INEGI) en el año de 1995, tomando como base las encuestas origen - destino de los viajes que realizan los habitantes de la Zona Metropolitana, se procedió a la obtención de los tramos de Viaje Persona - día en los diversos modos de transporte en la Ciudad de México y municipio conurbados, esto se logró procediendo de la siguiente manera: a partir del parque vehicular total y en operación se determinó en función del boletaje el promedio diario de viajes por persona y por unidad, por lo cual se procedió a la obtención de tramos de viaje en autobús, suburbanos, trolebuses, tren ligero, y en el caso de taxis y colectivos se realizó un estudio de medición para operativos del servicio de colectivos de ruta fija, obteniéndose promedios generales del índice de rotación de pasajeros en todas las rutas por tipo de vehículos, aplicándose este al parque vehicular en operación en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

Para fines del presente proyecto, nos encontramos que en la zona norponiente, específicamente en los municipios de Estado de México Huixquilucan Naucalpan y Atizapán, se hacen diariamente 790,000 viajes en automóvil, mientras que son aproximadamente 150,000 viajes los que se hacen con destino al Distrito Federal.

Además cabe señalar que de acuerdo al conteo de población que se hizo en el país en 1995, se obtiene el dato aproximado de que en la zona de influencia de la autopista (se consideran los 3 municipios del Edo. de México que enlazarán la autopista y las delegaciones respectivas en el D.F:) existen 1,760,500 habitantes, de los cuales 600,800 es población económicamente activa (P.E.A.), y al menos existen 352,000 habitantes con ingresos de entre 5 y 17 salarios mínimos, por lo que en general, la zona norponiente se considera una de las mejores zonas económicamente hablando. Debido a lo anterior , se tratará de establecer un sistema tarifario de acuerdo a la zona, y que no represente un gasto significativo a los usuarios, logrando con esto una mayor atracción de los automovilistas para el uso de ésta vialidad.

En los últimos años el poniente de la ciudad se ha convertido en la zona financiera de la ciudad, por lo que esto ha repercutido directamente en el número de viajes realizados hacia ésta zona, ya que se han visto incrementados en un gran número, ocasionando así en algunos momentos del día el congestionamiento de las vías que confluyen hacia ésta zona, como pueden ser : Av. Paseo de la Reforma, Av. Constituyentes y Av. de las palmas.

También es importante mencionar que una parte de la gente que se traslada hacia ésta zona de la ciudad, proviene de los municipios conurbados del Estado de México: Huixquilucan, Naucalpan, Tlanepantla, entre los más importantes.

Con los resultados aquí expuestos, se pueden hacer algunas conclusiones, con las que se sustenta la factibilidad de la construcción de ésta autopista urbana San Mateo - Constituyentes:

Existe una sobre demanda vehicular, con la que se sobrepasa la capacidad actual del Periférico.

No existe una vialidad importante, que permita al periférico una reducción en su carga vehicular, ya que por la difícil topografía de la zona, no existen vialidades, que tengan sentido de Norte a Sur.

Existe un gran número de autos, en su mayoría particulares, que demandan una vialidad de largo itinerario con sentido Norte - Sur y viceversa.

El transporte público, satura en gran forma las laterales del Periférico en ambos sentidos, ya que el número de usuarios que utilizan cada una de las rutas que circulan por ésta vialidad, es muy alto, sobretodo aquellas provenientes del Estado de México.

De acuerdo a las encuestas realizadas, la mayoría de los usuarios, están a favor de la construcción de una vía alterna de cuota, siempre y cuando les permita reducir sus tiempos de traslado.

Debido a la gran demanda vehicular que se podría esperar con la construcción de ésta nueva vialidad (3000 vehículos por hora), resulta factible, establecer un sistema tarifario, accesible a los usuarios, y al mismo tiempo recuperar la inversión en un tiempo determinado.

CAPITULO CUATRO

DESCRIPCION DEL PROYECTO

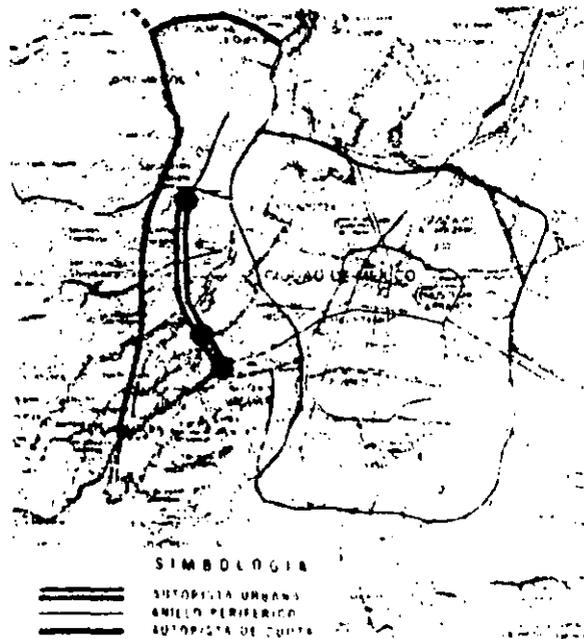
CAPITULO IV

DESCRIPCION DEL PROYECTO

4.1 DESCRIPCION GENERAL

Como complemento a la estructura vial urbana de la zona poniente del área metropolitana, se propone una autopista urbana de cuota, con la que se enlazarán los municipios de Huixquilucan, Naucalpan y Atizapán con el Distrito Federal.

Esta autopista, de acuerdo al trazo propuesto, tendrá una longitud aproximada de 13.3 Km. desde su inicio en Av. Acueducto en el Distrito Federal, hasta la Vía López Mateos en la Zona de San Mateo en el municipio de Naucalpan en el Estado de México .



Localización de la autopista urbana "San mateo - Constituyentes"

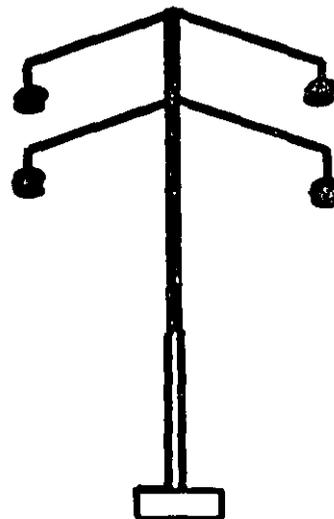
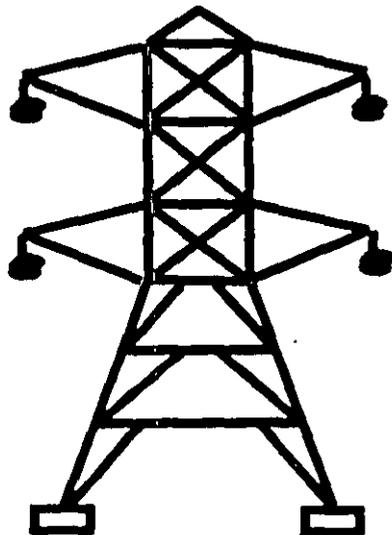
La longitud está autopista queda repartida en la siguiente forma:

Estado de México 9.8 Km.

Distrito Federal 3.5 Km.

El trazo de esta autopista, corresponde a la trayectoria que sigue una línea de alta tensión perteneciente a la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, la cual proviene desde San Mateo, hasta la zona de Constituyentes en el Distrito Federal. Este trazo se hizo con esta dirección con el fin de aprovechar el derecho de vía que posee la Compañía de Luz y Fuerza para dicha línea de transmisión.

Esta línea de transmisión, está soportada por torres, las cuales en algunos tramos de la autopista serán reubicadas, para colocarlas al centro de esta, y en algunos otros casos, donde por cuestiones de seguridad o de espacio no sea posible la colocación de torres, estas se cambiarán por postes, los cuales son esbeltos y permiten más fácilmente su colocación sobre el camellón central de la vía. A continuación se muestra el tipo de torre que actualmente existe, y la propuesta de diseño de los postes por los que se cambiarían algunas las torres.



Es importante hacer notar que esta trayectoria es casi paralela al anillo periférico en su tramo comprendido de Torres de Satélite, hasta Av. Constituyentes, y el cual atraviesa cruces muy conflictivos como lo son: Av. Paseo de la Reforma, Av. Paseo de las Palmas, Calz. Legaria, Av. Transmisiones Militares, entre los más importantes.

Dentro de las características con las que cuenta esta autopista, podemos citar las siguientes:

Es una vialidad que constará de 4 carriles (2 por sentido).

En algunos tramos de la autopista, esta se dividirá en 2 cuerpos debido a la situación topográfica de la zona y a la ubicación de las torres de transmisión.

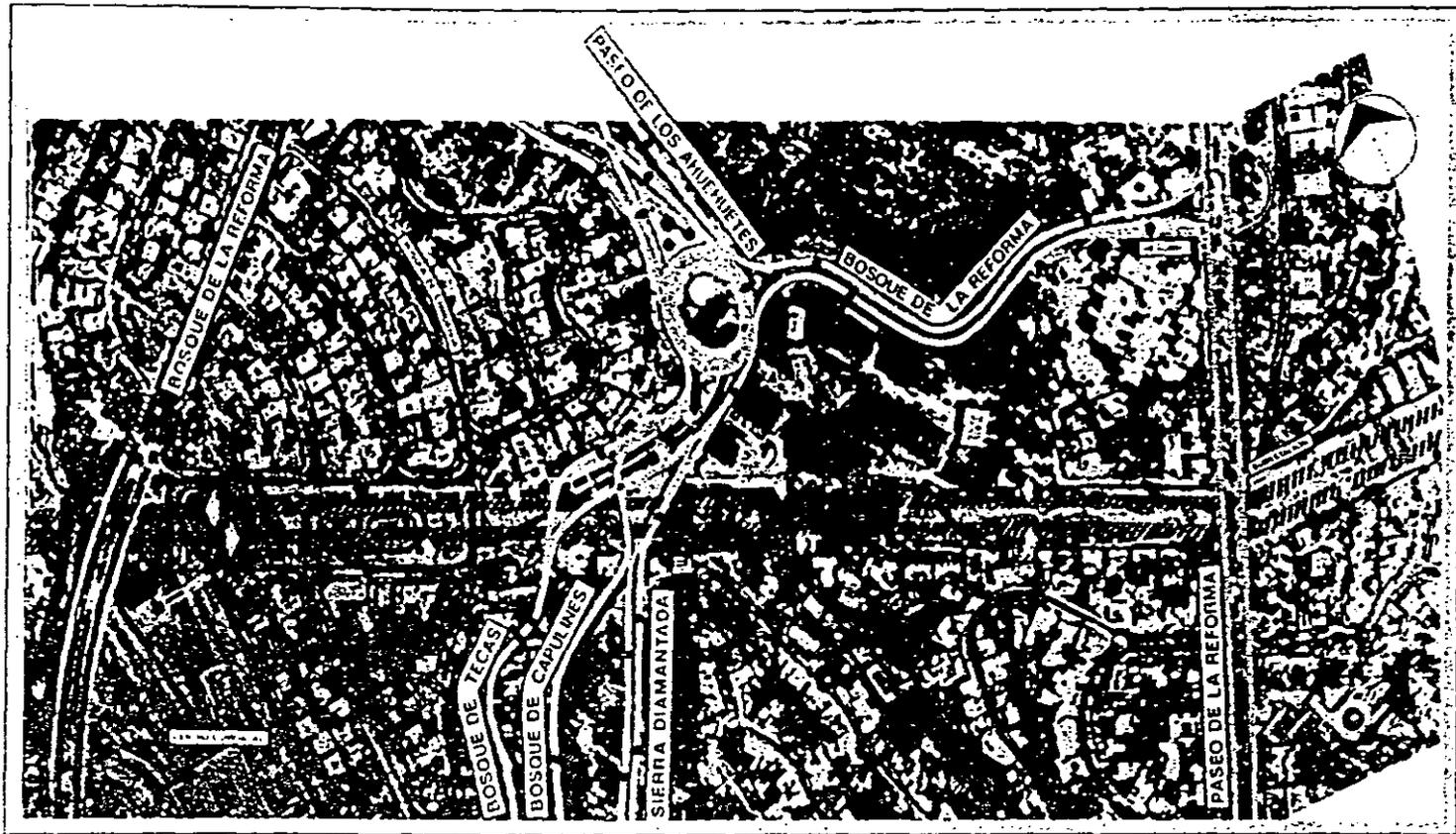
Debido a la situación legal del derecho de vía, existen tramos que por petición de las autoridades, se tendrán que cambiar algunas torres de transmisión por postes de un diseño propuesto. Dichos postes serán alojados en el camellón de la autopista. En los casos definidos anteriormente en el Capítulo 2.3, se cambiará la dirección de la línea de transmisión

Se proyecta la construcción de tres accesos a lo largo de la autopista, los cuales estarán dispuestos de la siguiente forma:

Acceso No. 1.- Este punto será el inicio de la autopista (cad 0 + 000) ubicado en el Estado de México en el Cruce de la Avenida López Mateos y Av. Alcanfores. Para evitar problemas de congestionamiento vial en esta zona , se mejorará la Avenida López Mateos, ya que esta será la principal vía por la que se accederá a la autopista.

Acceso No. 2.- Este acceso se encuentra en el cruce con Av. Bosque de la Reforma (cad 10 + 800) en la Delegación Miguel Hidalgo. Éste acceso tiene salida a las avenidas: Paseo de los Ahuehuetes y Bosque de la Reforma, mediante las cuales los usuarios se podrán incorporar a las vialidades importantes que confluyen al Periférico como Av. Paseo de la Reforma y Av. de Las Palmas. (ver figura acceso Bosque de la Reforma)

AUTOPISTA SAN MATEO CONSTITUYENTES



ACCESO No. 2.- BOSQUE DE LA REFORMA

Acceso No. 3.- Este acceso se encuentra al final de la Autopista (cad 13 + 200) desembocando a la Avenida Acueducto en la Delegación Alvaro Obregón en el Distrito Federal. El acceso en éste punto será a través de un distribuidor vial, en el que se permitirá el ingreso a la vialidad, ya sea desde la Av. Acueducto o desde la Av. Constituyentes. (ver distribuidor Constituyentes)

La carpeta de esta autopista será de concreto asfáltico, considerando que el mayor flujo de vehículos que circulen por la autopista serán automóviles particulares y transporte público.

Esta autopista será de altas especificaciones con una velocidad media de proyecto de 90 Km./hr teniendo un tiempo de recorrido de punta a punta de 9 min.

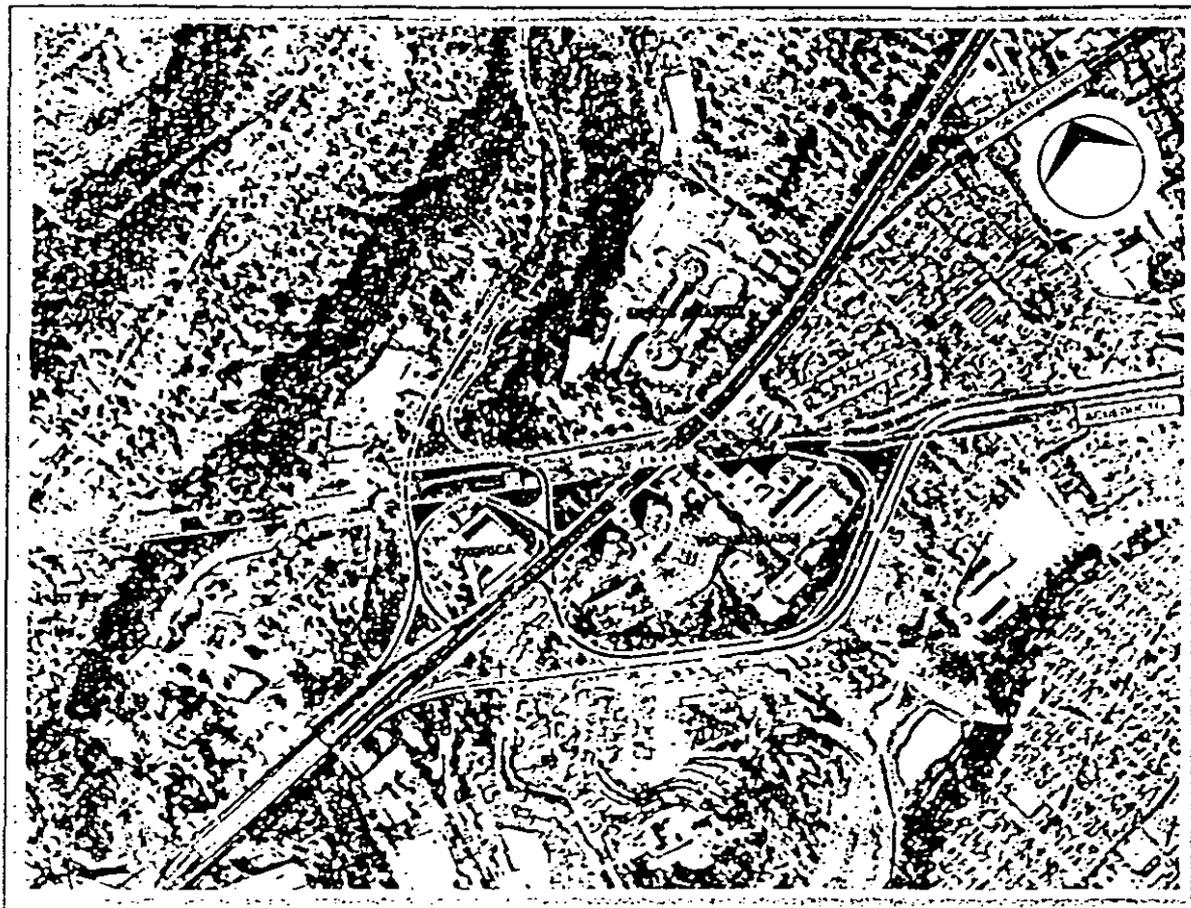
La demanda inicial proyectada de esta vía es de aproximadamente 30,000 vehículos diarios.

Existirán servicios de auxilio vial a lo largo de toda la autopista, además que contará con teléfonos de emergencia que estarán conectados a una central ubicada al inicio de la vialidad. Además con el pago de la cuota, el usuario adquiere un seguro de viajero con el que en caso de accidente, ampara todos los daños ocasionados a la vialidad.

Dependiendo del acuerdo al que se llegue con las autoridades tanto del Distrito Federal como del Estado de México, existirán casetas de cobro únicamente en el tramo comprendido en el Estado de México, mientras que en los accesos que se encuentran dentro del Distrito Federal, la circulación será libre.

Este proyecto se podrá llevar a cabo mediante el otorgamiento de una concesión por parte del Estado de México a inversionistas privados, en acuerdo con las autoridades del Distrito Federal correspondientes, y así lograr dar la continuidad necesaria a esta vialidad dentro de esta última entidad.

AUTOPISTA SAN MATEO CONSTITUYENTES



ACCESO No. 3.- DISTRIBUIDOR CONSTITUYENTES

4.2 ANALISIS DE ALTERNATIVAS

El presente análisis tiene como objetivo principal, el de determinar la mejor propuesta de solución al problema de vialidad en el poniente de la ciudad de México, considerando algunas adversidades que se presentan en la zona, entre las que destacan: la difícil topografía, aspectos sociales, aspectos constructivos y la situación legal del suelo.

Considerando lo anterior, se desprenden 2 alternativas, las cuales las analizaremos por separado, y determinaremos cual de estas resulta ser la mejor.

Es necesario comentar que el trazo ya se tiene definido y que solo falta determinar los tipos de sección a construir en cada tramo de los 13.5 km. de autopista.

La diferencia que existe entre las alternativas que se analizarán a continuación, consiste en el tipo de sección ó secciones que se utilizarán en los últimos 4.2 kms. ubicados una parte en el Estado de México y el restante en el Distrito Federal (Paseo de la Herradura - Constituyentes) puesto que es éste el tramo donde se prestan distintas opciones constructivas, debido a la topografía del lugar, además que en este tramo la autopista cruza las avenidas más importantes las cuales convergen al periférico.

Este hecho nos invita a hacer un análisis más detallado, ya que de cerrar las vialidades importantes de la zona como Constituyentes, Paseo de La Reforma, o Bosques de la Herradura, agravaría la problemática vial de la zona, al menos en la etapa de construcción.

Por lo que respecta al tramo restante ubicado dentro del Estado de México, la propuesta de solución fue única y prácticamente estuvo obligada por la topografía que impera en este tramo, el cual se construirá a base de puentes o viaductos y túneles. Este tramo se presenta al final de éste análisis.

ALTERNATIVA "A" : TUNEL

En esta alternativa, se considera la construcción de un túnel (sección III), el cual tiene como portal de entrada la Av. Acueducto, misma sección que permanece constante durante los siguientes 4.1 kilómetros, y teniendo únicamente un acceso intermedio a la autopista en el cruce con la Av. Bosque de la Reforma (Acceso No.2, mencionado en la descripción del proyecto). Este punto tiene la característica de ser el más bajo dentro de los niveles del trazo.

Considerando que el túnel tiene una longitud aproximada de 4.10 kilómetros, resulta indispensable la construcción de lumbreras, con el fin de darle ventilación natural al túnel, así como para que en la etapa de construcción, se utilice para meter o sacar la maquinaria necesaria.

Se considera la construcción de 3 lumbreras como mínimo; estas lumbreras se construirán aproximadamente a cada 1,200 metros tal como se indica en el perfil que se presenta en la siguiente página. Cada lumbrera tendrá altura diferente de acuerdo a las condiciones del terreno y se encontrarán dispuestas dos en el D.F. y una en el Estado de México.

La primera lumbrera se ubica aproximadamente en el cadenamiento 9+800 m, dentro del Estado de México, la que tendrá una profundidad aproximada de 32 metros desde el nivel de la subrasante hasta el nivel del terreno natural.

La segunda lumbrera ya se encuentra dentro del Distrito Federal sobre el cadenamiento 11 + 200 m, la cual tendrá una profundidad aproximada de 68 metros hasta el nivel de subrasante.

La construcción de una tercera lumbrera se proyecta sobre el cadenamiento 12 + 560m. teniendo una profundidad aproximada de 50 metros.

La construcción de esta propuesta, requiere también establecer zonas y sistemas de seguridad dentro del túnel para el caso de algún accidente o emergencia.

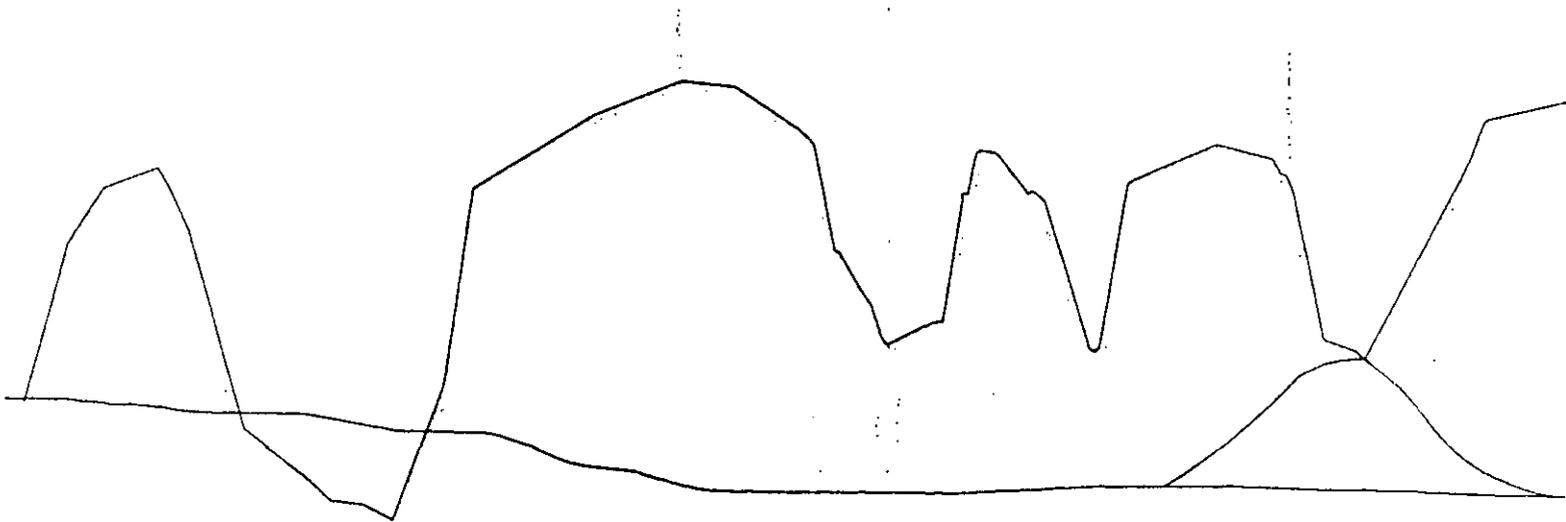
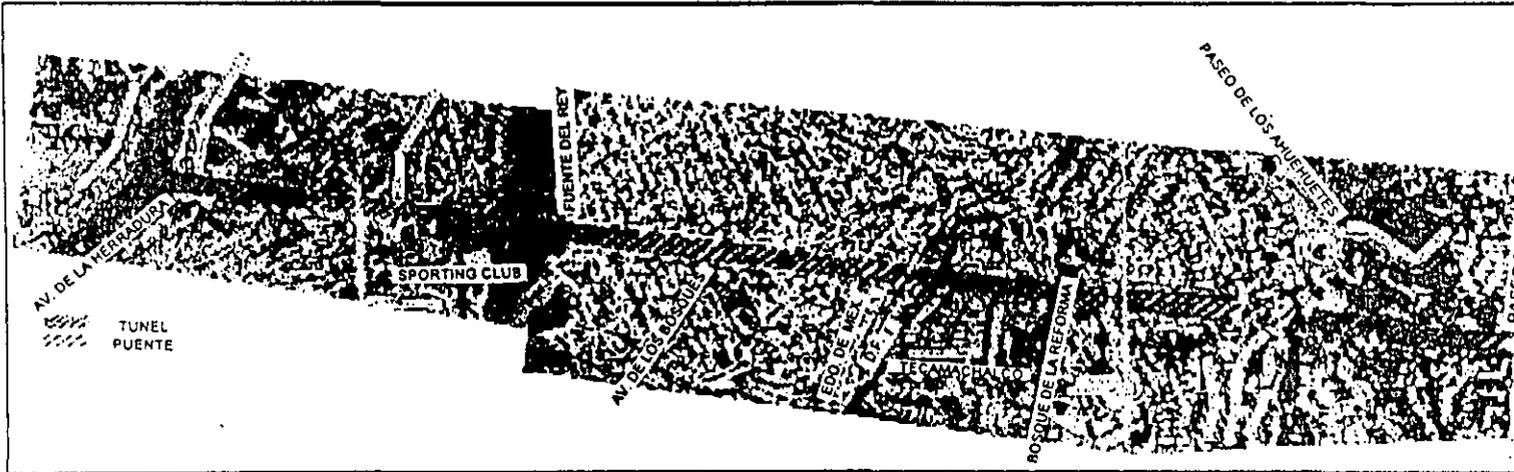
DESCRIPCION DEL PROYECTO

Considerando esta situación, se tiene proyectada, la construcción de bahías de emergencia a cada 500 metros, en donde también existirá un teléfono de auxilio el cual estará conectado a una central de emergencia ubicada al inicio de la vialidad.

Existirán a lo largo del túnel cámaras de circuito cerrado de televisión, por donde podrá ser monitoreado el funcionamiento del túnel, y detectar anomalías o accidentes en forma inmediata, así también a cada 100 metros se localizarán extintores en caso de incendio. A su vez, también existirán detectores de humo, de calor, y de concentración de Monóxido de carbono, esto con el fin de conocer las condiciones ambientales que imperan dentro del túnel, sobretodo en las horas pico.

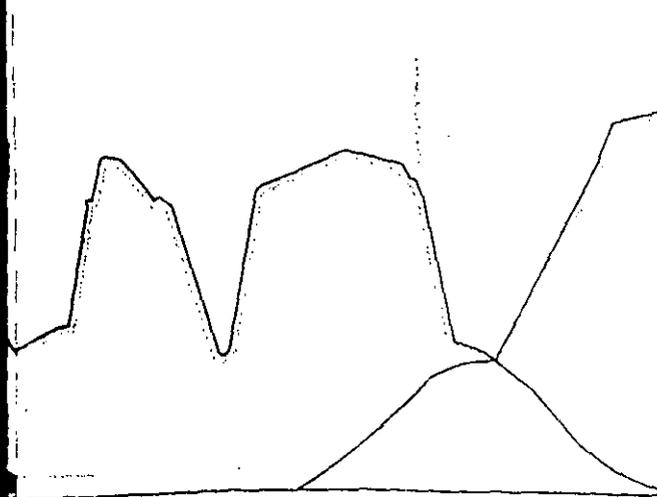
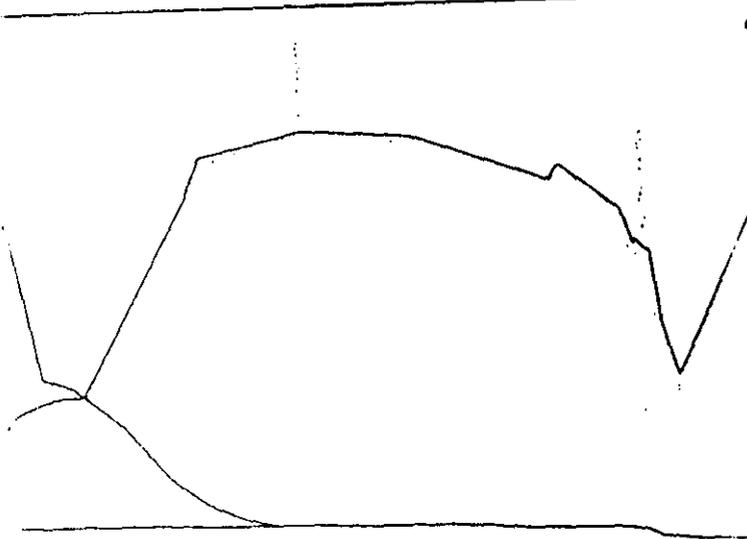
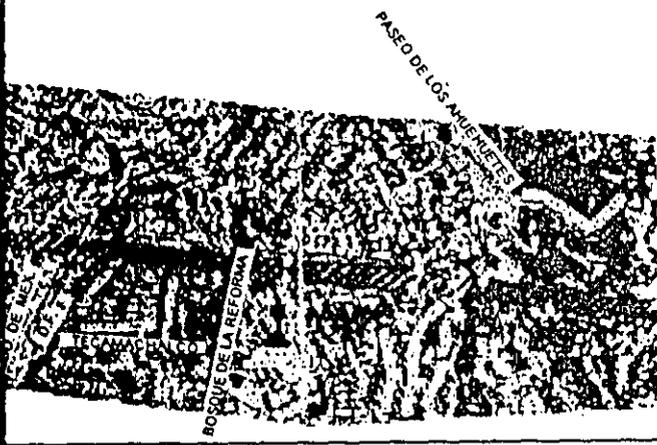
También cabe hacer mención que para esta propuesta de solución, resulta necesaria la instalación de un equipo de ventilación (muy independiente al sistema de lumbreras), mediante el cual, en caso de sobrepasar los niveles de gases contaminantes, especialmente de monóxido de carbono, éstos se puedan extraer por medio de éste equipo de ventilación que se propone instalar en la parte superior del túnel.

El perfil de esta propuesta se muestra en la siguiente figura:



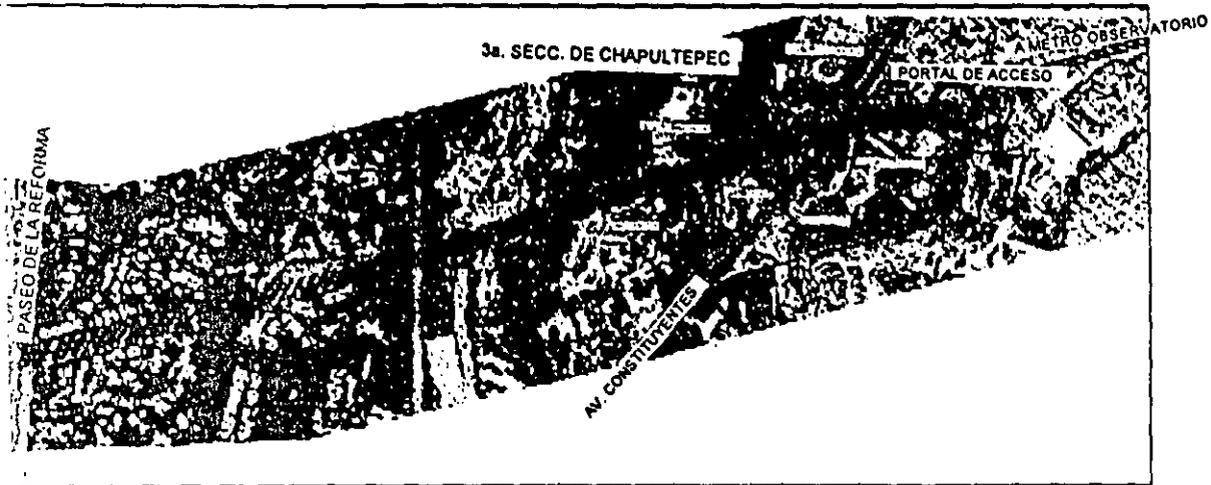
**AUTOPISTA SAN MATEO - CONSTITUCION
ALTERNATIVA "A" TUNEL**

3n.



**EO - CONSTITUYENTES
A "A" TUNEL**

**AUTOPISTA SAN MATEO - CONSTI
ALTERNATIVA "A" TUNE**



YENTES

Una vez descrita la alternativa de túnel, a continuación se presentan las ventajas y desventajas que esta presenta:

VENTAJAS

Se tiene la posibilidad de manejar una pendiente suave, así como un grado de curvatura pequeño, con lo que se logra una mayor seguridad para los usuarios.

Durante la etapa de construcción se evitan en gran parte las afectaciones a los habitantes de la zona, por cierre de vialidades importantes.

Debido a la profundidad del túnel, que en promedio es de 40 metros, se evitan los cortes en esta zona boscosa, y por ende la deforestación.

El proceso constructivo se vuelve más simple, reduciendo así también el tiempo de construcción de éste tramo.

Por ser un túnel, no existe la problemática de liberar el derecho de vía

Desde el punto de vista ecológico, esta zona la cual está considerada como "área sujeta a protección ecológica", permanecerá en éste régimen ya que no se alterará en forma significativa debido a la profundidad en que piensa construir la autopista.

El beneficio social que se obtiene al lograr desahogar aproximadamente el 40% del volumen total de vehículos que circulan por el periférico

Por último, la propuesta de túnel es una alternativa que da solución integral al problema de los congestionamientos en el periférico, e independientemente que se lleve a cabo o no, es una solución que permanecerá vigente a través del tiempo no importando los cambios que se den, sobretodo por el uso de suelo.

DESVENTAJAS

Dentro de los inconvenientes que presenta esta solución, es el alto costo de construcción del túnel, ya que se requieren equipos especiales de seguridad, ventilación, construcción de lumbreras, etc., motivo por el cual se debe de estudiar una estructura financiera que soporte la construcción del proyecto.

El traslado y la introducción de maquinaria especial para éste tipo de obra al túnel, ya que debido a las fuertes pendientes que presenta el terreno, se vuelven complicadas las maniobras de traslado e introducción del equipo.

Durante la etapa de construcción, se requiere elaborar un programa de seguridad muy minucioso, debido al nivel de riesgo que presenta esta propuesta, considerando que se encuentra en una zona de suelo fracturado o con cavidades.

ALTERNATIVA " B " : TUNEL - VIADUCTOS

Esta alternativa a diferencia de la anterior, propone subir la elevación de la rasante, de tal manera que los túneles existentes sean de menor longitud, complementando el tramo con secciones puente y de corte.

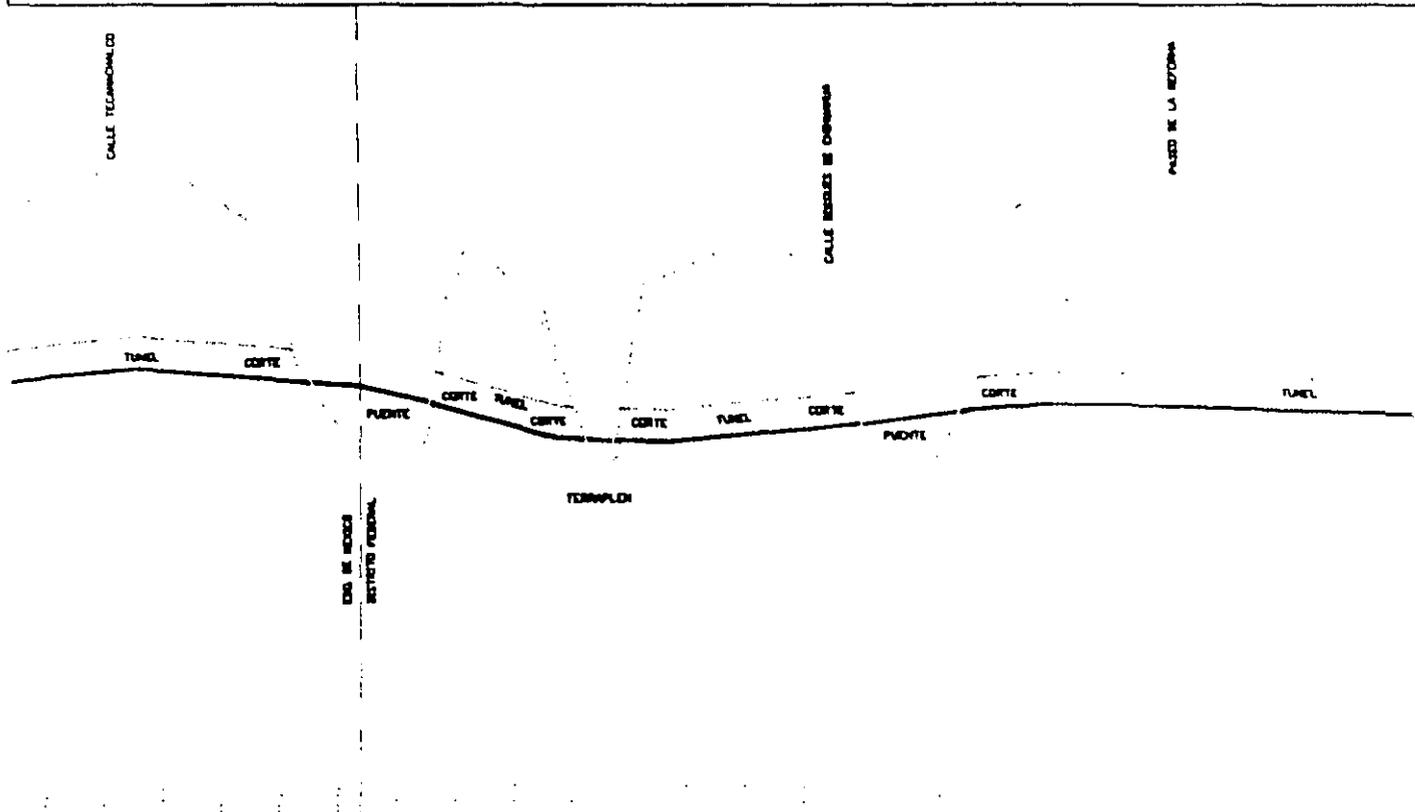
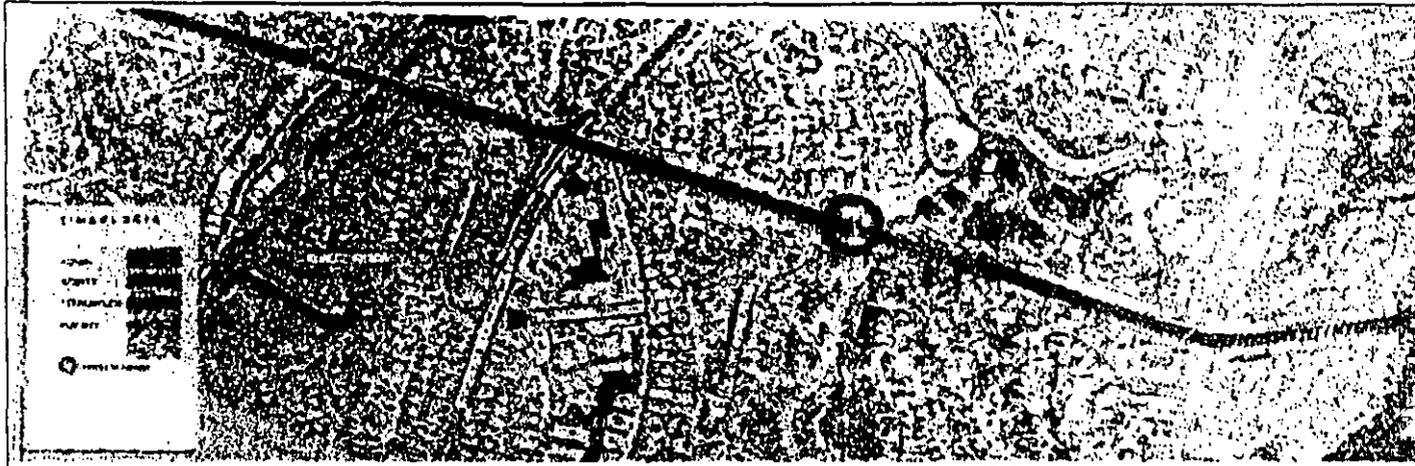
Éste tramo de aproximadamente 4.2 kilómetros de longitud también considera un acceso intermedio ubicado en el mismo punto de la alternativa anterior , es decir, en el cruce con Av. de la Reforma (acceso No. 2). Debido a que los túneles que se presentan aquí no son mayores a un kilómetro de longitud, no se requerirá de la construcción de lumbreras, sin embargo si resulta necesaria la instalación de equipo de detección de gases y de ventilación , para que en el caso de que se lleguen a sobrepasar los límites permisibles en la concentración de gases (sobretudo de Monóxido de carbono), éstos puedan ser extraídos en cualquier momento.

En las tabla siguiente, se presentan el número y tipo de secciones transversales que requerirá esta alternativa.

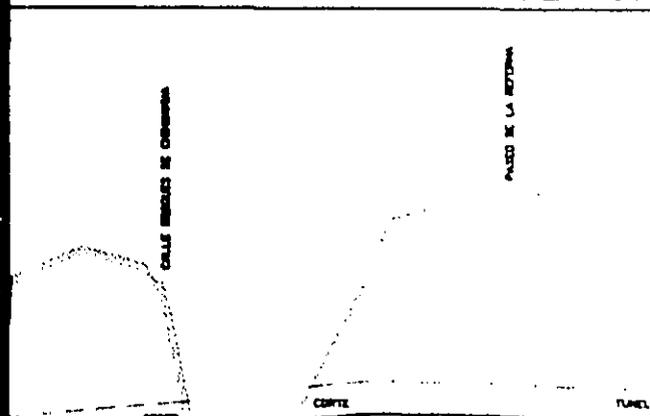
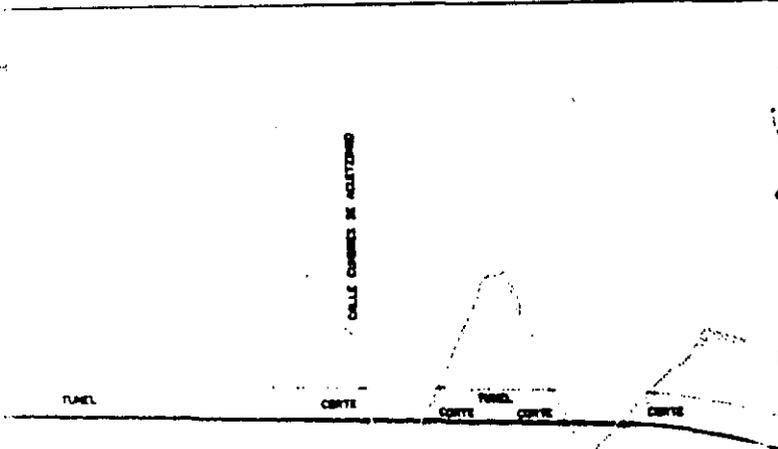
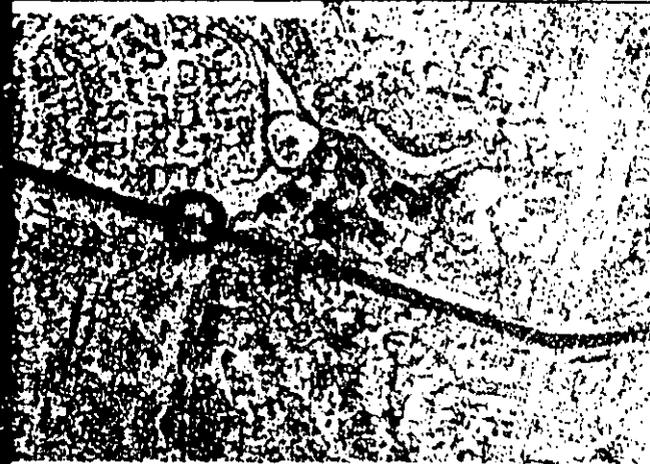
DESCRIPCION DEL PROYECTO

TIPO DE SECCIÓN	NÚMERO DE SECCIONES	LONGITUD TOTAL
PUENTES	3	500 m
TÚNELES	6	3200 m
TERRAPLENES	3	200 m
CORTES	9	300 m
		4200 m

En la siguiente figura, se aprecia el perfil de esta alternativa, en donde están representados los datos de la tabla anterior, además de observar que el volumen obtenido por cortes, se puede ver compensado con aquel volumen requerido para terraplenar las zonas correspondientes, a reserva de que se hagan los cálculos respectivos.



**AUTOPISTA SAN MATEO - CO
ALTERNATIVA "B" TUNEL**



**TEO - CONSTITUYENTES
"B" TUNEL VIADUCTO**

**AUTOPISTA SAN MATEO
ALTERNATIVA "B" TUNEL**

VENTAJAS

- 1.- Se reduce el costo de construcción debido a que no se requiere de lumbreras.
- 2.- Se reduce el costo por instalación de equipo especial.
- 3.- Existe mejor accesibilidad al sitio de la obra.
- 4.- El nivel de riesgo durante la etapa de construcción se reduce considerablemente.

DESVENTAJAS

- 1.- En el tramo final de la autopista, (ver perfil) , se requiere de una pendiente muy pronunciada de aproximadamente del 6% con lo que disminuye la velocidad promedio de los vehículos que ingresen por éste punto.
- 2.- Se complica de cierto modo el proceso constructivo debido a los cambios de sección a lo largo del tramo en análisis.
- 3.- Se requiere de cortes y terraplenes, lo que trae consigo la deforestación de algunas zonas boscosas como lo es una parte de la tercera sección del Bosque de Chapultepec.
- 4.- Se tiene que tramitar la liberación del derecho de vía en aquellos tramos donde sea necesario.
- 5.-Se tendrán que cerrar algunas calles o Avenidas durante la etapa de construcción de la autopista y accesos. Aunado a esto, se deberán de indicar las vías alternas que podrán utilizar los usuarios mientras dure el cierre de las calles o avenidas correspondientes.
- 6.- Los habitantes de la zona estarán más expuestos a los efectos provocados por la construcción de la autopista, como : niveles de ruido, polvo, deforestación, cierre de vialidades, entre otros.

Finalmente, haciendo un análisis global de las dos alternativas expuestas, podemos concluir que la mejor opción, es la alternativa " A " Un solo túnel, ya que es la

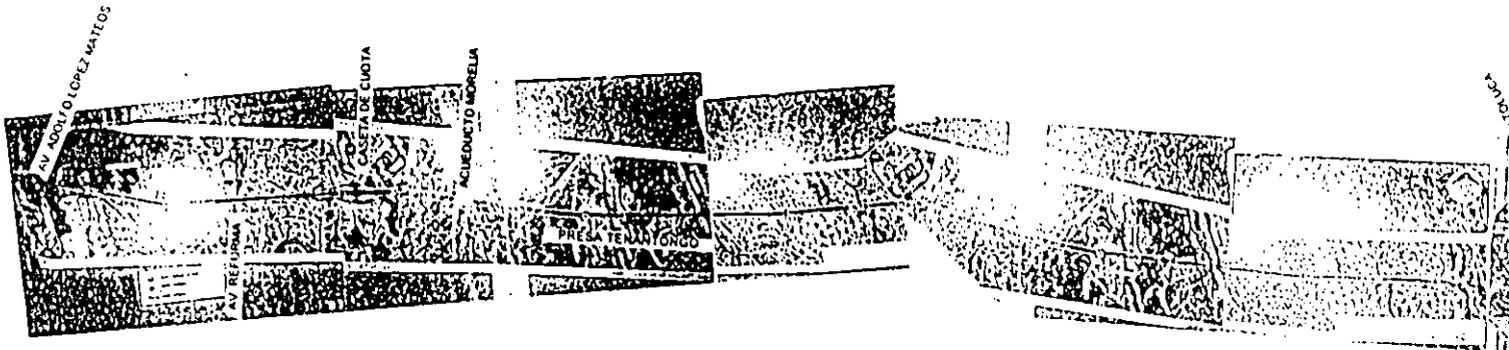
DESCRIPCION DEL PROYECTO

que ofrece mayores ventajas, y muestra una solución integral al problema y que no importando el tiempo en que se lleve a cabo la construcción del presente proyecto, esta la propuesta de solución siempre estará vigente. Además presenta los menores efectos nocivos ecológicos y ambientales, los cuales en la actualidad se deben de considerar como factores importante para la construcción de cualquier obra.

Es necesario señalar que la alternativa de túnel, es una propuesta de un alto costo constructivo, por lo que hay que estudiar el esquema financiero conveniente que sea capaz de soportar la construcción de esta vialidad.

Una vez que tenemos definida la alternativa más conveniente, podemos definir y cualificar las secciones transversales en los 13.3 km. de autopista. Como se había mencionado, el tramo ubicado dentro del Estado de México presenta una topografía, con la que solo se hizo una alternativa constructiva y la cual se muestra en figura siguiente:

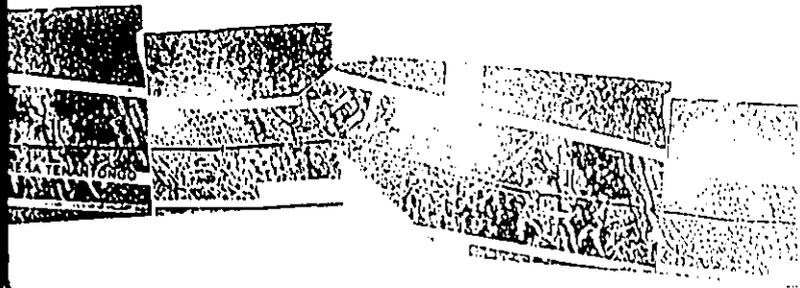
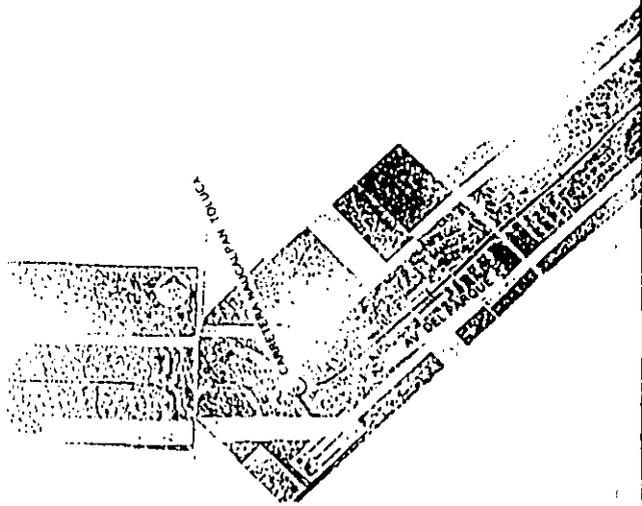
AUTOPISTA URBANA SAN MATEO CONSTI



TRAZO DEFINITIVO
AV ADOLFO LOPEZ MATEOS – AV. DE LOS E

CONSTITUYENTES

ISTA URBANA SAN MATEO CO



DE LOS BOSQUES

TRAZO DEFINITIVO
LFO LOPEZ MATEOS - AV. DE

CAPITULO CINCO

CONSTRUCCION DEL PROYECTO

CAPITULO V

CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO

5.1.- PROGRAMA DE OBRA

A continuación se muestra el programa de obra propuesto para la construcción de la autopista, el cual se ha desarrollado en base a algunos índices obtenidos de la construcción de proyectos similares.

El tiempo estimado de construcción es de 2 años, los cuales se representan en el programa siguiente.

AUTOPISTA URBANA SAN MATEO - CONSTITUYENTES

PROGRAMA DE OBRA

ACTIVIDAD	MESES																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1 TRABAJOS PRELIMINARES	■	■																						
2 EXCAVACIÓN		■	■	■																				
3 TERRACERIAS		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
4 TUNELES			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
5 PUENTES (7)						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
6 PAVIMENTOS												■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
7 ENTRONQUES																					■	■	■	■
8 PASOS A DESNIVEL																						■	■	■
9 INSTALACION DE EQUIPO (TUNELES)																						■	■	■
10 BARRERAS, CERCADO, SEÑALES																							■	■
11 ALUMBRADO																							■	■

5.2 PROCESO CONSTRUCTIVO

A continuación se describe el proceso constructivo general de cada una de las secciones transversales propuestas de la autopista en toda su longitud. Es necesario mencionar, que los procedimientos aquí expuestos pueden ser modificados una vez que se tengan los planos ejecutivos correspondientes y/o por situaciones especiales que se den en campo al momento de su construcción.

5.2.1 - TERRAPLENES

La construcción de un cuerpo de terraplén en la mayoría de los casos viene precedida de obras de desmonte y despalme.

Los trabajos de desmonte, consisten en el deshierbe y la tala de la zona, tomando como referencia el eje de la autopista. Estos trabajos se realizan, dependiendo del grado de desmonte, con herramienta manual (hachas, machetes, garfias, escardas, etc.) para demontes ligeros hasta maquinaria automotora (tractores y trascabos), para un desmonte alto.

El producto que se obtiene de estos trabajos (árboles, arbustos, matorrales), son acarreados fuera del ancho de corona en donde las autoridades de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, bajo la supervisión de las autoridades de la Secretaría de ecología, le dan la disposición final a dicho producto.

En seguida se procede al despalme del terreno natural, en donde también por medio de tractores, se levanta una capa del terreno que contenga materia vegetal. Esta capa es de espesor variable, dependiendo de la zona que se esté tratando. La forma en que se despalma el terreno, es hacerlo con un tractor de cuchilla frontal, el cual ataca el terreno en forma perpendicular al eje de la autopista logrando con esto colocar el material a los costados del camino para su posterior disposición. Una vez que se llega al nivel deseado, entonces inicia la construcción del cuerpo del terraplén.

Esta construcción, se realiza con el material que se obtiene ya sea de los cortes o de los prestamos laterales o de banco. Por la situación topográfica de la zona, resulta

viable la utilización de los materiales provenientes de los cortes, obligando al proyectista a hacer un estudio mas detallado de la curva masa.

Primeramente, se trazan y se referencian todos los niveles del cuerpo del terraplén, esto se hace con respecto al alineamiento horizontal de la autopista. Una vez que se tienen todos los niveles definidos, se inicia la excavación de la cama, la cual consiste en abrir una caja de profundidad variable de acuerdo a las indicaciones de los planos ejecutivos, para posteriormente ser compactada. Esta compactación, no requiere de grandes afines.

Enseguida se inicia propiamente la construcción del cuerpo del terraplén, en donde se utiliza un material, el cual debe de cumplir con las especificaciones que marque el proyecto, previo análisis en los laboratorios autorizados por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. En la mayoría de los casos se utiliza tepetate.

La extracción de este material del banco, se realiza con un tractor equipado con ripper, el cual deja el material en óptimas condiciones, es decir, libre de terrones o piedras, para que pueda ser extendido de una forma optima.

La formación del terraplén se ejecuta en capas, regularmente de 20 cm de espesor. La distancia a la que el material es descargado de los camiones, debe de ser tal que se permita un buen tendido de este, y así facilitar un poco la nivelación de cada una de las capas.

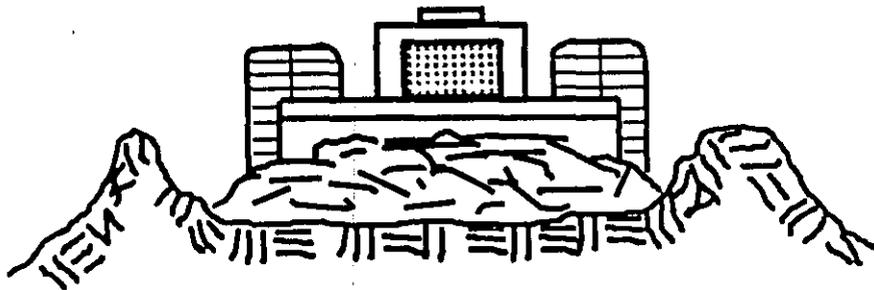
Una vez que se tiene tendido y nivelado el tepetate entran los camiones con los que a base de un tanque y una bomba de achique, proporcionan al material un riego de agua, dándole una humedad óptima al terreno para dejarlo reposar algunos minutos y posteriormente compactarlo.

El paso siguiente, es el tendido de otra capa, conocida como de transición o subyacente, la cual que regularmente es de 40 cm de espesor y de un material similar al del cuerpo del terraplén, para su colocación se sigue el mismo procedimiento antes mencionado. A diferencia del cuerpo del terraplén, esta última capa requiere un grado de compactación mayor y de mejor calidad.

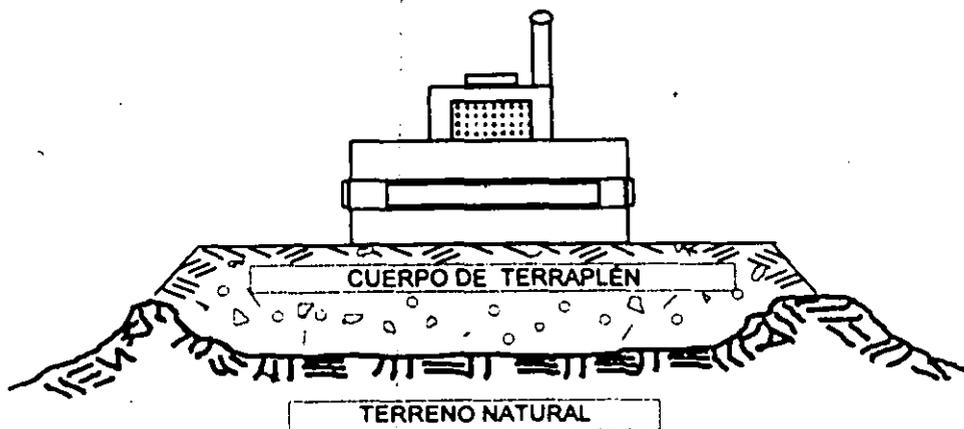
Con esto, el terraplén queda formado y listo para recibir la siguiente capa conocida como capa subrasante, la cual estará formada por un material cuyas partículas no excedan a las 3" y cuyo espesor sea de 30 cm.

Una vez terminada la compactación y nivelación de esta última capa, entonces la sección estará lista para recibir la estructura del pavimento.

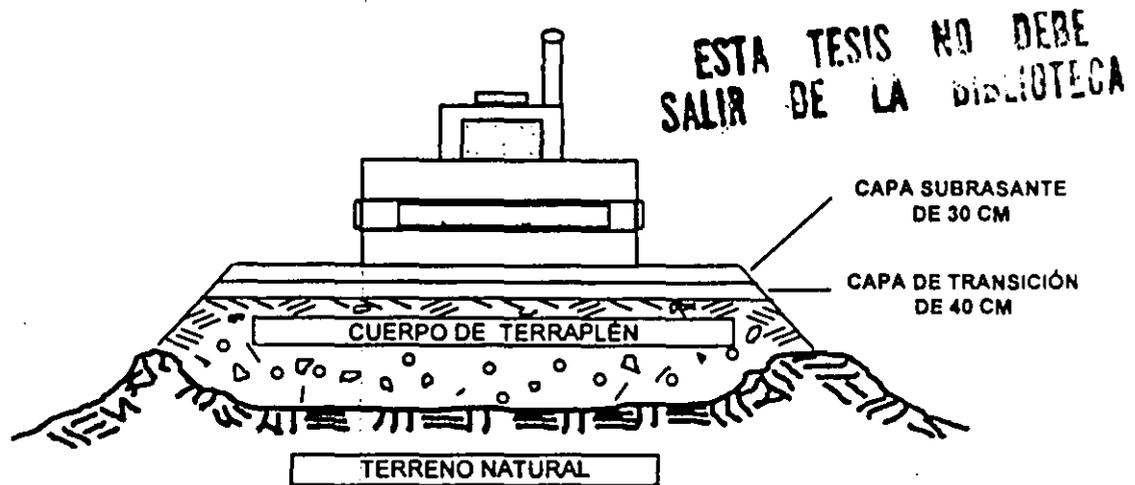
En los siguientes esquemas se muestran los pasos para la formación del cuerpo del terraplén



DESPALME DEL TERRENO Y CONSTRUCCIÓN DE LA CAMA DEL TERRAPLÉN



TENDIDO Y COMPACTACIÓN DEL CUERPO EL TERRAPLÉN EN CAPAS DE 20 CM



COMPACTACIÓN DE LAS CAPAS DE TRANSICIÓN Y SUBRASANTE

5.2.2 CORTES

El procedimiento para elaborar los cortes a lo largo de la autopista, podrá variar con respecto al tipo y calidad de suelo en el que se este haciendo dicho corte, el primer paso al igual que en la construcción de terraplenes, es referenciar los niveles de corte de acuerdo con el eje del alineamiento horizontal, y en seguida se da inicio a la excavación de corte formando un talud cuyas características vendrán especificadas en el proyecto ejecutivo. Cabe señalar que el grado de inclinación que se le de a cada talud está en función del tipo de suelo.

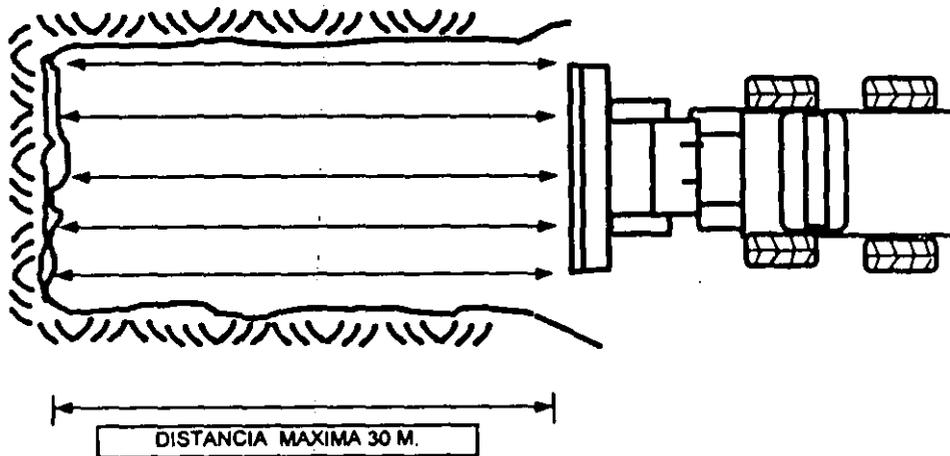
La sección corte, tiene como característica , la falta de la capa de transición o capa subyacente.

- La excavación de corte se puede realizar con tractores acondicionados con cuchillas, conocido como bulldozer.

Este corte, se inicia con un ripeo en posición paralela al eje del camino cubriendo el trazo en su totalidad al que se le hizo referencia. Por esta situación las secciones de

corte no deben de ser mayores a 30 m, ya que se perdería mucho tiempo al estar empujando y acarreado el material excavado a mayores distancias.

Al proceso de empujar el material riplado con el tractor, se le conoce como pucheo, y es mediante este proceso con el que todo el material suelto se va acumulando al frente de la excavación. Posteriormente con un cargador frontal montado en cadenas, es el encargado, de disponer este material a los camiones de volteo que lo transportan al lugar de tiro asignado, que en algunos casos, como ya se vio, se puede utilizar para la formación de un terraplén.

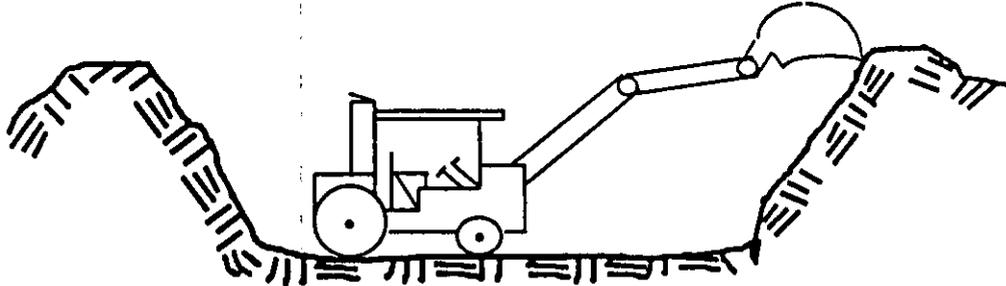


**RIPEO DE LA SECCION EN SENTIDO PARALELO AL EJE DEL TRAZO CON
BULLDOZER**

El trabajo de corte, es un poco más complicado que el trabajo de la formación de un terraplén, ya que en la elaboración de un corte, el proceso de afine de talud debe ser perfeccionado mediante las cantoneras o gavilanes del tractor, por lo anterior, es necesario que el operador del tractor esté capacitado y tenga la suficiente experiencia para el desarrollo de este tipo de trabajos.

Una observación importante, es el evitar dejar fragmentos rocosos o porciones de material suelto, que sea susceptible de desplazamientos.

En algunos casos, para evitar accidentes de deslaves, se protege el talud por medio del concreto lanzado, reforzado con malla de gallinero o malla elector soldada.

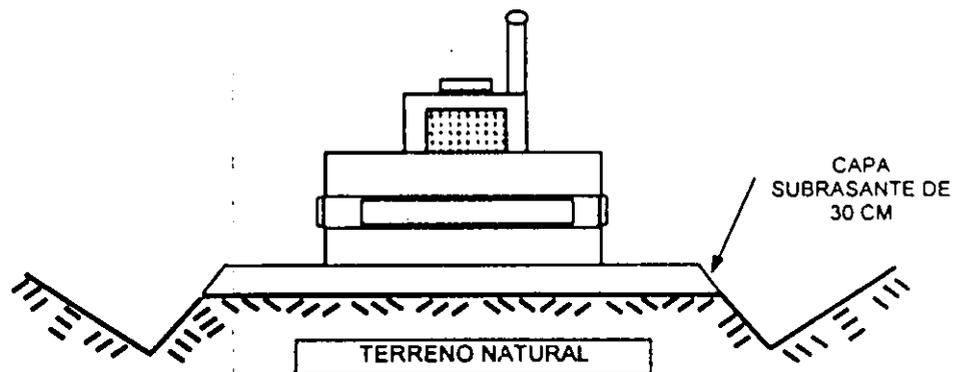


AFINE DE TALUDES Y COMPACTACIÓN DEL TERRENO NATURAL

Una vez que se tiene bien nivelada la sección de corte, se procede a construir la capa llamada subrasante, que puede ser de 30 cm de espesor, y cumple con la función de recibir la estructura del pavimento. Con el tendido de este material, se obtiene una capa de mejor calidad que en anteriores, ya que por su función la capa subrasante no debe de tener partículas mayores de 3" (75 mm).

Esta capa al igual que en terraplén, se tiende y se afina con una moto conformadora y se le aplica una compactación mucho mas rigurosa que en las capas inferiores, esto a través de un tratamiento de agua correspondiente.

Con esta compactación, propiamente el camino esta terminado y listo para recibir las demás capas que conforman la estructura del pavimento.



TENDIDO Y COMPACTACION DE LA CAPA SUBRASANTE EN SECCIÓN DE CORTE

5.2.3 SECCION TÚNEL

Para determinar el procedimiento constructivo del túnel, se consideraron las características geológicas y propiedades de los estratos de la zona, las cuales se mostraron en el capítulo tres.

El procedimiento de excavación se realizará a través de un escudo de frente abierto, para suelos blandos. Esto es debido a que como observamos en los estudios preliminares, no existen estratos de roca sana o de material que tenga por lo menos un grado de resistencia media, es decir, una resistencia a la compresión mayor a los 300 kg/cm² (según clasificación de k. Szechy para rocas). El estrato más resistente tuvo una resistencia a la compresión de 10 kg/cm², es por eso que se justifica la utilización de un proceso de excavación para suelos blandos.

Cabe mencionar que el uso de explosivos en este tipo de material no es factible, además del riesgo que representaría para los habitantes de la zona, ya que hay que recordar que la autopista se encuentra dentro de una zona urbana.

En la actualidad el uso de escudos es muy frecuente para la excavación de túneles, debido a la rapidez en el proceso tanto de la excavación como del revestimiento. Un escudo de frente abierto, puede ser de sección circular, rectangular, de herradura, etc., siendo en todos los casos una estructura abierta en ambos extremos; provee facilidades en el frente para la excavación del terreno y en su parte posterior para la erección del revestimiento prefabricado. El uso de este escudo tiene como propósito fundamental, que el proceso de excavación y el montaje del revestimiento sean actividades casi simultáneas, ofreciendo básicamente las siguientes ventajas:

- La sección túnel puede avanzar con sus dimensiones completas.
- Ofrece un soporte constante al terreno, en todas direcciones.
- Facilita el trabajo de construcción.
- Evita deformaciones excesivas del terreno y por lo tanto, reduce los asentamientos en la superficie.

DESCRIPCION DEL EQUIPO

A continuación se describen algunas características del escudo de frente abierto:

El principal elemento de la estructura del escudo es el forro o camisa que esta constituido de placas de acero de acuerdo a la sección del túnel y ligeramente mayor que el.

La camisa puede dividirse en tres partes principales en función de la rigidez y del arreglo de acuerdo a su propósito.

En el extremo delantero o cuchilla cortadora, donde se efectúa la excavación, es sumamente reforzada, su propósito principal es facilitar el avance del escudo hacia el frente.

Su segunda tarea es dar un protección adecuada a los trabajadores ocupados en la excavación del frente .

El diámetro de la cara de corte debe ser ligeramente mayor que el diámetro del escudo, con objeto de disminuir la presión del terreno sobre el escudo.

La parte central o tronco esta destinada para alojar los gatos hidráulicos, mangueras, válvulas, tableros de control, y plataformas deslizantes de ataque. La parte trasera o faldón esta diseñada para soportar el terreno mientras se realiza el montaje de los segmentos del revestimiento .

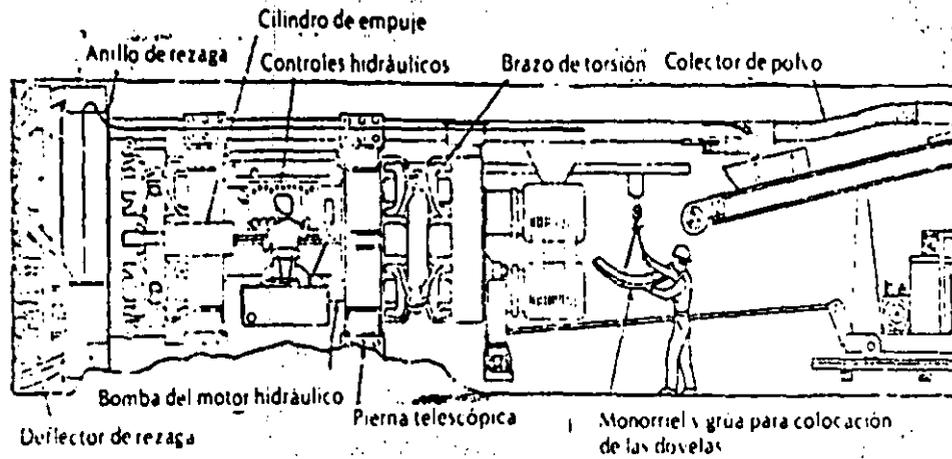
Gatos de empuje.- el movimiento del escudo se efectúa por medio de gatos hidráulicos los cuales accionan en contra el revestimiento del túnel previamente erguido.

Gatos de ademe: El método usado para soportar el frente al mismo tiempo que excavarse y mientras que el escudo avanza es mediante gatos hidráulicos al frente ,los cuales ejercen una presión constante y uniforme.

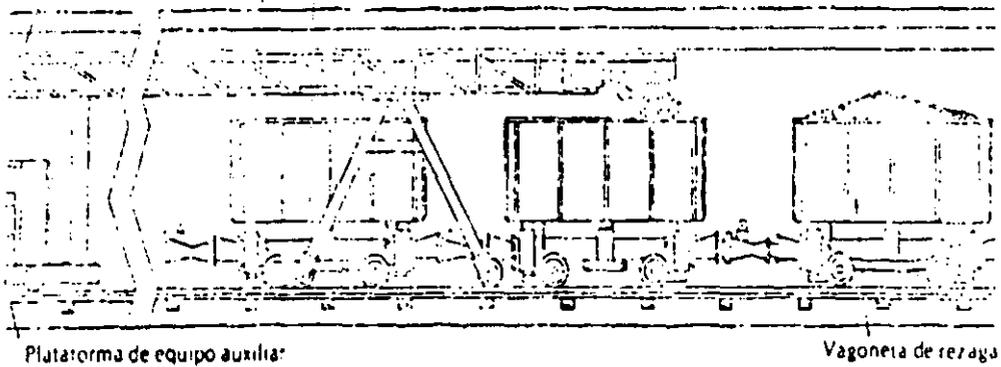
La longitud total del escudo, se considera de 9.15 m. por ser el de uso común en México

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

En la siguiente figura se muestra el equipo necesario, que conjuntamente con el escudo, realizan la excavación del túnel.



Transportador de banda

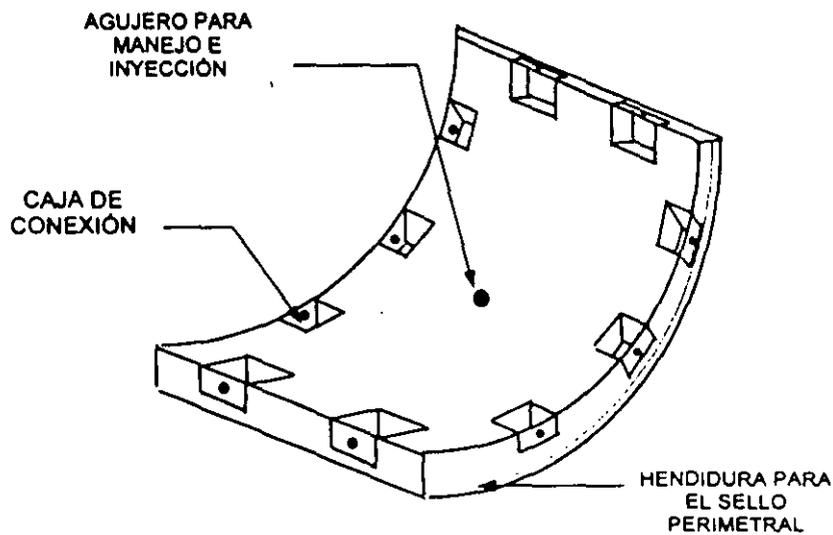


REVESTIMIENTO PRIMARIO.

El ademe primario de este túnel, consistirá en el montaje de dovelas que formaran anillos , los cuales podrán o no estar ligados entre si.

Estas dovelas son elementos prefabricados de concreto con dimensiones determinadas. Dichas dovelas deben de cumplir las siguientes características:

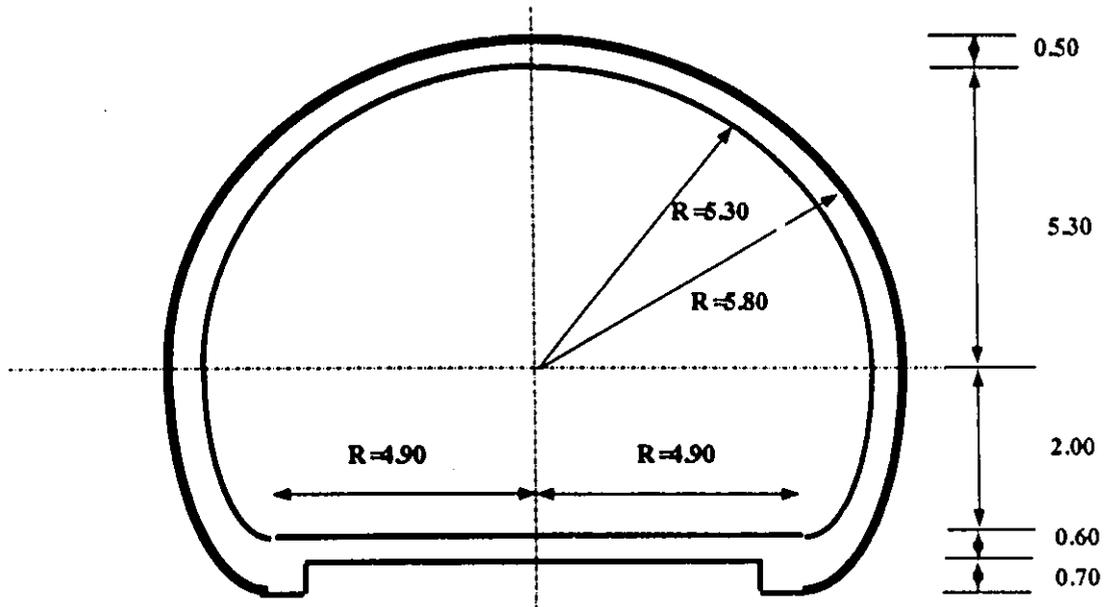
- Capacidad de carga suficiente para soportar la presión total (suelo mas agua) Sin que existan deformaciones excesivas y formaciones abundantes.
- Resistencia a los esfuerzos ocasionados por un manejo brusco en su transporte y colocación.
- Resistencia a los esfuerzos producidos por los gatos de empuje durante el avance del escudo.
- Resistencia a la humedad y los efectos del agua del terreno sobre el segmento mismo, así como la resistencia a la corrosión



RECUBRIMIENTO PRIMARIO DE TÚNEL A BASE DE DOVELAS

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

La propuesta de túnel del proyecto, consiste en la construcción de un par de túneles gemelos. Cada túnel a excavar, de acuerdo a la propuesta geométrica será en forma de herradura y tendrán las siguientes dimensiones, en metros:



SECCIÓN TRANSVERSAL DE TÚNEL

Este procedimiento inicia cuando el personal de topografía procede a marcar los niveles de la sección por demoler, ésta sección se marca sobre uno de los muros de la lumbrera para preparar la introducción del escudo, de acuerdo a como lo marquen los planos de proyecto.

Posteriormente se procede a la demolición del muro de la lumbrera con rompedoras, hasta la profundidad indicada en el diseño, teniendo cuidado de no cortar todo el acero de refuerzo, y poder dejar unas varillas, las cuales servirán como unión del primer anillo al inicio de la excavación.

Enseguida, se procede a armar el anillo a base de ángulo y placas de fijación logrando mantener la estabilidad de la excavación, y así mantener la geometría de la sección. Una vez que se tiene armado el primer anillo se procede a su colado monolítico con las varillas que se dejaron del muro de la lumbrera.

Terminando la construcción del primer anillo, se sigue con la excavación manual hasta una profundidad, la cual permita la entrada al frente del escudo (2.50 metros aprox.) en este tramo, el doveleado y ademado, de la excavación, se hace con medios manuales mecánicos. Estos primeros anillos se les conoce como anillos de revestimiento.

Una vez que se tiene la sección lista, se introduce el escudo, y se instala en su cuna, debidamente ademada. Se revisa el sistema eléctrico, mecánico e hidráulico, y se procede a la colocación de los primeros anillos de atraque.

El procedimiento de colocación para las primeras dovelas es el siguiente:

A la dovela se le coloca en el inserto un perno roscado con ojal del cual se sujetará al brazo erector y la transporta al lugar de armado. Una vez colocada se retira el perno de la dovela y se coloca en la siguiente, para transportarla con el brazo erector y situarla en su posición de armado sujetándola con tornillos, tuercas y rondanas por medio de las cajas de sujeción de la primer dovela.

Este mismo procedimiento se realiza para cada dovela y así formar el anillo en herradura.

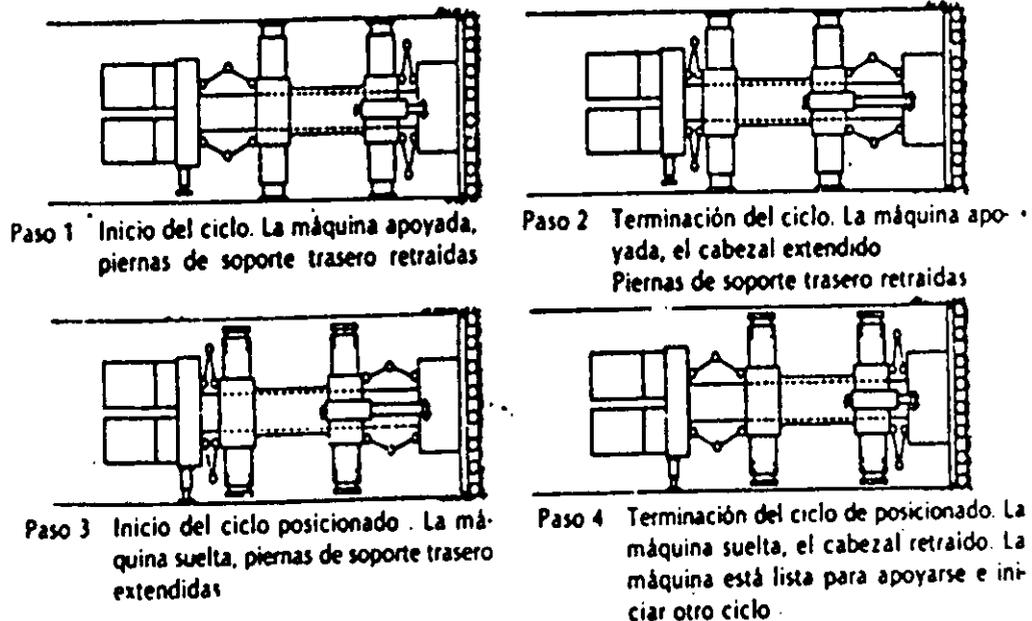
El ciclo de excavación, inicia cuando los discos de corte empiezan a excavar empujados por los gatos hidráulicos, el material excavado conocido como rezaga, cae en la parte inferior del escudo, para posteriormente ser extraído por medio de una rezagadora o de bandas y vaciado en los trenes de rezaga, los cuales son transportados hasta el fondo de la lumbrera para poder extraer hacia la superficie el material producto de la excavación.

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

Dicho material es vaciado en camiones de volteo para ser transportado en la zona de tiro elegida.

Al terminar de rezagar todo el material producto del empuje, se procede al avance del escudo apoyando los gatos de empuje en el revestimiento anteriormente colocado. Posteriormente los gatos se retraen y se colocan los segmentos necesarios para formar otro anillo. Es aquí donde se cierra el ciclo de excavación con un avance equivalente al ancho de un anillo, es decir, al ancho de la dovela.

Este ciclo se ve representado en la siguiente figura:



Terminando el ciclo de excavación, quedan como actividades críticas la rezaga, el empuje y la colocación del anillo. Simultáneamente a estas actividades se desarrollan otras, tales como :

- 1.- Inyección de gravilla y lechada
- 2.-Banqueo y ademe de frente

- 3.-Colocación de dispositivos para mantener la geometría de los anillos.
- 4.- Colocación de líneas de conducción para aire, bombeo, ventilación, hidráulico del escudo
- 5.- Ajuste de los tornillos de las dovelas y sello de uniones.
- 6.-Manteo
- 7.- Bajada de materiales

Conforme el escudo va avanzando, se va tendiendo una vía, la cual es necesaria para el transporte de la rezaga hacia la lumbrera. Los tramos de riel son aproximadamente de 3 metros.

Al realizar un empuje, queda un espacio vacío entre las dovelas y el terreno natural, el cual es inmediatamente llenado previamente con gravilla inyectada a presión y posteriormente con diferentes tipos de lechada, logrando así uniformizar las cargas del terreno sobre los anillos a la vez que se disminuyen las filtraciones hacia el túnel y los asentamientos en la superficie.

La gravilla es colocada mediante el uso de una lanzadora neumática que se conecta a una manguera, la cual se introduce en perforaciones estratégicamente colocadas en las dovelas

Posteriormente se inicia la inyección de la lechada de acuerdo al siguiente procedimiento:

1a. Etapa o tapón.- Es una inyección que se realiza en los últimos tres anillos del tramo a tratar y que tiene como finalidad evitar que las lechadas de las etapas siguientes se prolonguen a la zona del escudo. Esta mezcla consiste en un mortero de fraguado rápido.

2a etapa.- Es una inyección menos densa que la anterior, sigue siendo un mortero pero más fluido y sin acelerante, su función principal es rellenar los huecos que han quedado entre la dovela, el terreno y la gravilla.

3a etapa.- Esta inyección es más fluida y esta formada de agua cemento y bentonita, su función principal es la de sello e impermeabilización

Por último se procede al sellado de juntas, el cual se hace con tiras de poliuretano poroso, adheridas a todo lo largo de la unión entre dovelas a base de pegamento.

Los procedimientos antes descritos, se llevan a cabo en forma cíclica a lo largo de toda la excavación del túnel, hasta terminar en los portales de salida.

ESTABILIZACIÓN DE LOS TALUDES A LA SALIDA DEL TUNEL

Se requiere que antes de la conclusión de la excavación, se prepare la superficie exterior por donde saldrá el equipo. Esta preparación consiste en estabilizar los taludes, ya que al momento de hacer los cortes de salida sobre éstos, se pueden provocar derrumbes, debido a que el material de la zona es un material considerado como suelto y fácilmente intemperizable,

El procedimiento de estabilización de los taludes consiste en: barrenar la superficie del terreno natural, a una determinada profundidad marcada en los planos respectivos. Una vez terminada la barrenación, se procede al tendido de la malla electrosoldada, la cual se ancla con varilla de 1" inyectada con mortero cemento-agua-arena. En cuanto el talud se encuentre anclado y con la malla electrosoldada, se comenzará a recubrir la superficie con concreto lanzado, a través de capas delgadas hasta formar un espesor de aproximadamente 15 cm.

Estos procedimientos se aplican para la construcción de ambos túneles.

5.2.4 SECCION PUENTE y VIADUCTO

A continuación, se propone una sección tipo para la construcción de los 7 puentes que conforman la vialidad.

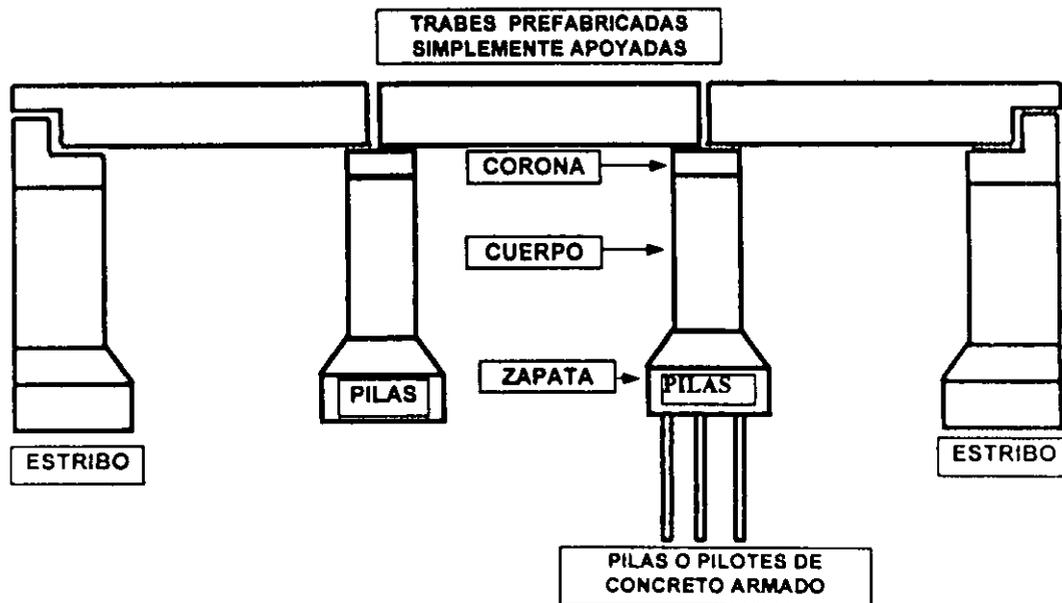
La estructura de un puente, esta constituida por tres elementos : la super-estructura, la sub-estructura y la infraestructura.

La estructura que se propone para la construcción de estos puentes, consta de lo siguiente:

La infra-estructura estará construida a base de pilas de concreto armado.

La sub-estructura se formará a base de pilas y estribos, los que a su vez constarán de una zapata, un cuerpo y una corona.

La super-estructura, que estará formada a base de trabes de concreto armado simplemente apoyadas.



INFRAESTRUCTURA

A continuación se presenta el proceso constructivo para la infra-estructura del puente:

La infraestructura que se propone para la construcción de los puentes, es a base de pilas coladas in situ,

Se considera que los suelos naturales en los que se hará la perforación para el hincado de éstos, son de cohesión importante y que el nivel freático se encuentra a una profundidad tal, que no afecta la estabilidad de la perforación, es por eso que no se requiere de un tratamiento especial para el hincado de los pilotes, excepto en la capa de rellenos superficiales, donde se podrá utilizar un ademe para emboquillar la perforación.

Para iniciar la perforación para el hincado de las pilas, el equipo de topógrafos se encarga de marcar los puntos exactos donde se ubicarán cada una de las pilas, posteriormente la perforadora inicia la excavación en los puntos antes marcados, hasta una profundidad especificada en los planos ejecutivos. Como ya se mencionó antes, en las zonas donde las condiciones de terreno así lo requieran, previo a la excavación, se introducirá un ademe para garantizar la estabilidad del inicio de la perforación.

Una vez que se ha llegado a la profundidad de proyecto, se procede a revisar la verticalidad de la perforación, la cual comúnmente no debe de excederse de un 3 % .

El armado de la pilas se realiza en un área específica de la obra, de tal manera que sean fácilmente transportadas al lugar donde se hincarán. El proceso de armado de pilas se lleva a cabo conjuntamente con el de la perforación.

Terminada y revisada la perforación, se prosigue al hincado del armado de la pila, esto se puede realizar con una grúa link belt , la cual se encarga de transportar el armado desde la zona de habilitado, hasta su colocación en la perforación correspondiente. La transportación del armado se hace amarrando por medio de cables de acero la punta de la pila al gancho de la grúa.

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

Una vez que se introduce el armado de la pila a la excavación, se revisa nuevamente la verticalidad de éste, así como su centrado.

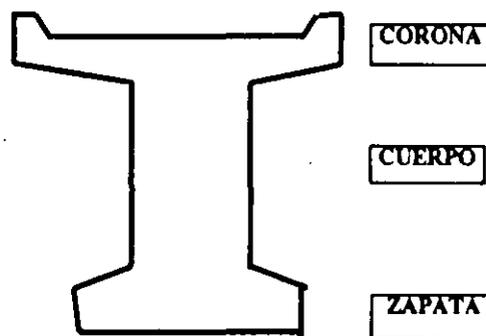
Aceptado lo anterior, se procede al colado de la pila. La forma de realizar los colados en este tipo de perforaciones donde no se utilizó ningún estabilizador (lodo bentonítico), es muy sencillo, ya que solo se hace por medio del vertido directo del concreto a través de bachas, "trompas de elefante", bombas de concreto, o tubería tremie.

El colado se debe de hacer en forma continua para evitar la formación de juntas frías en la pila.

El nivel de colados se especifica en los planos, ya que el armado de la pila debe de salir una cierta altura sobre el nivel de colado, para que se pueda unir éste al armado de la zapata de la sub-estructura.

SUBESTRUCTURA

La sub-estructura estará formada por una zapata, un cuerpo y una corona, los cuales en su conjunto se les conoce como caballete o pila, y cuya forma se muestra en la siguiente figura:



CABALLETE O PILA

Previo al armado de la zapata, se requiere en la mayoría de los casos que se lleven a cabo trabajos de excavación y nivelación de la superficie. Para esto, los topógrafos de la obra, son los encargados de revisar los niveles de desplante de la zapata, así como de referenciar el armado de ésta.

Para armar la zapata, se requiere que dentro de la obra, exista un lugar especial para el habilitado del acero, esto se hace por facilidad, y con el fin de mejorar la calidad del habilitado. Una vez que se tiene el acero habilitado, se procede al armado de la zapata. Al mismo tiempo que se va armando la zapata, se habilita el acero tanto de la estructura del cuerpo como de la corona.

Terminada de habilitar la zapata, inmediatamente se procede a su cimbrado. Para esto, es necesaria la intervención de los topógrafos, quienes revisan los niveles tanto del armado como de la cimbra.

El colado de la zapata se realiza en una sola sesión, por medio de equipo, el cual pueden ser bombas conectadas a una tubería, por medio de bachas, o si la topografía permite, por medio de vertido directo de los camiones revolvedores. Conforme se va realizando el colado del elemento, es muy importante el proceso de vibrado para asegurar una buena distribución del concreto en toda la zapata y así evitar los agrietamientos posteriores. Por lo que respecta al curado del concreto, éste se realiza por medio de aditivos, los cuales tienen como función principal el sellar la superficie del elemento, evitando así la pérdida abrupta de humedad. Este curado se realiza de esta forma debido al gran volumen de concreto que requieren estos elementos, y que cualquier otro método sería mas complicado e inclusive costoso.

Cabe mencionar que el colado de estos elementos se hace en una sola sesión, para evitar los cortes de colado, y la aparición de juntas frías.

El proceso constructivo del cuerpo del caballete, se vuelve un poco más complicado, debido a la altura en la que se trabaja. Para el armado de esta parte del elemento, se requieren de grúas y de grandes andamios, que permitan facilitar las maniobras.

La cimbra que se utiliza en la construcción de estos elemento es metálica, y en muchos casos se puede utilizar cimbra deslizable, dándole a la superficie un acabado aparente y agilizando el proceso. Durante todo el proceso de construcción, la cimbra es preparada con aceite desmoldante, con lo que no se permite la adherencia del concreto con las paredes de la cimbra.

Una vez que se tienen definidas las alturas cuerpo del caballete, se procede al habilitado de los andamios, y enseguida al armado del elemento, para lo cual como ya se mencionó se requerirá en algunos casos la intervención de maquinaria.

Terminando de armar la sección, se procede a cimbrarla, para lo cual el equipo de topógrafos, debe de revisar la verticalidad del elemento, así como el centrado del acero dentro de la cimbra.

En los armados verticales, es muy importante, evitar que las uniones de varilla se alojen a una misma altura y crear secciones de falla, y sobretodo en éste tipo de elementos los cuales están sometidos a fuertes cargas horizontales. Por lo tanto se deben de revisar que existan las correspondientes uniones o traslapes a la altura indicada, y así seguir el armado hasta la corona del caballete.

Es importante, que antes de colar cada sección del cuerpo del caballete, se prepare el área de contacto de la sección inferior, mediante una limpieza y un aditivo de concreto . Con eso se trata de mejorar la adherencia del concreto de la sección ya colada, con la sección que se va a colar.

Finalmente se cuela el elemento, por medio de bachas o por bombas a través de tuberías o por medio del uso de "trompas de elefante", esto depende de la altura a la que se esté trabajando, y de las condiciones del terreno.

El vibrado se realiza durante toda la etapa de colado para evitar, como ya se ha mencionado, la formación de grietas prematuras, por la formación de oquedades dentro del concreto. Posteriormente, una vez que se alcanza el tiempo especificado, el elemento

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

se descimbra y se procede a su curado por medio de un aditivo, que al igual que en la zapata, sella la superficie evitando la pérdida de humedad en el concreto.

Este proceso se vuelve repetitivo para todas las secciones del cuerpo del caballete, hasta llegar a la altura de la corona, en donde la sección cambia.

La procedimiento para construir la corona del caballete requiere de la elaboración de una cimbra sección especial (según proyecto ejecutivo) y de grandes andamios para su colado.

Debido al ensanchamiento de la sección, se requiere de la instalación de grandes andamios, que permitan el cimbrado de la corona. Es necesario mencionar que como se consideran secciones tipo para todos los puentes, sería de gran utilidad fabricar moldes metálicos para la construcción de la corona, con lo que el proceso se agilizaría considerablemente, además que se le daría a la cimbra varios usos.

Para mejorar el funcionamiento estructural del caballete, se sugiere que la corona se cuele monolíticamente con la última sección del cuerpo del caballete, por lo que antes del cimbrado de la corona, se deberá tener armada, alineada y cimbrada la parte superior del cuerpo del caballete.

Una vez colocada y nivelada la cimbra, tanto del cuerpo como de la corona del caballete, entonces se procede al armado de la corona, este armado se hará de acuerdo al plano estructural ejecutivo.

Es necesario dejar las preparaciones, o los mecanismos de anclaje listos en esta parte de la estructura del caballete, para recibir las traveses de la super-estructura de acuerdo a las especificaciones del proyecto.

El colado de esta sección, debido a la altura en la que se encuentra y a la cantidad de concreto que se utiliza, es muy conveniente utilizar concreto bombeable, dando mayor rapidez al proceso.

Finalmente, el curado de la corona con el cuerpo del caballete se hace de la misma manera que en los elementos anteriores, a base de aditivos.

SUPER-ESTRUCTURA

La super-estructura propuesta en la construcción de los puentes, es a base de trabes prefabricadas presforzadas. Esta propuesta de solución permite tener una importante reducción en el tiempo de construcción, comparado con el armado y colado en sitio, ya que la zona de barrancas en la que se encuentra la autopista, no facilita este procedimiento. También es necesario mencionar, que el control de calidad en la fabricación de trabes es mucho mejor, ya que se elaboran en una planta donde se cuentan con todos los elementos y recursos técnicos necesario para su correcta fabricación.

La construcción de éstas trabes, se realiza en una planta de prefabricados, en donde se elaboran los moldes con las medidas exactas, de acuerdo a las especificaciones que marque el proyecto ejecutivo. Estos moldes son metálicos, los cuales sirven de cimbra que le dan al elemento un acabado aparente, además que se les pueden dar el número de usos que sean necesarios, reduciendo en forma significativa el costo de construcción.

El proceso de armado de estas trabes, se hace afuera del molde para mayor facilidad en el colocado del acero habilitado; posteriormente cuando se tiene el armado terminado, se procede a la introducción de éste al molde metálico por medio de una grúa. Una vez dentro del molde, se procede tensar la trabe a un esfuerzo indicado en los planos. Este procedimiento se realiza por medio de gatos hidráulicos, los cuales tensan los torones (cables de acero) que se encuentran dispuestos en forma longitudinal a través de la trabe, ayudando estructuralmente a la trabe a aumentar su resistencia a compresión.

Se prepara el molde con un aditivo, el cual recibe el nombre de desmoldante, el cual nos ayuda al proceso de descimbrado de la trabe una vez que ésta alcanza la resistencia especificada.

Por último, antes de colar la trabe, se procede a soldar placas de acero en sus extremos para su fijación a la corona del puente o a la trabe contigua, así como a dejar las preparaciones necesarias para su izaje al momento de descimbrar y colocar. Las especificaciones de la placa, soldadura y preparaciones se deberán proporcionar en el proyecto.

Posteriormente se procede al colado de la trabe, el cual se hace en forma continua evitando así la formación de juntas frías. Durante la colocación del concreto, se debe de llevar a cabo el proceso de vibrado, con el que se logra la adecuada distribución del concreto, además de evitar la formación de oquedades dentro de la trabe, causadas por burbujas de aire atrapadas dentro de la misma al momento de su colado.

Una vez terminado el colado se procede al curado de la trabe, este curado se hace durante las siguientes 24 horas cuando el concreto alcanza por lo menos el 70% de su resistencia. este curado se logra a base de vapor de agua, el cual le permite a la trabe mantener su grado de humedad necesario para su fraguado.

Posteriormente (dos días después aproximadamente), la trabe se descimbra por medio de una grúa , la cual la transporta a su almacenaje, o al transporte que la llevará al lugar de su colocación.

La transportación de estas trabes al lugar de la obra se hace por medio de trailers con remolques especiales, comprendidos con caballetes especiales de fijación y anclaje. Este traslado se procura hacer durante la noche, para facilitar la maniobra y evitar el trafico vehicular.

Como parte final del la construcción de la super-estructura, se procede al montaje y fijación de la trabes, la cual se realiza por medio de maquinaria especial. Para el montaje de las trabes, se requiere de equipo de elevación como : una grúa torre, grúas sobre orugas o neumáticos, grúas de pórtico o de mástil, dependiendo de las condiciones de espacio y topografía que imperen en el lugar de la obra.

Estas grúas son las encargadas de realizar el izaje de las trabes y de maniobrar para su correcta colocación sobre la corona de la sub-estructura del puente. La fijación de

estas traves, se realiza por medio de la unión de placas de acero de un cierto espesor especificado.

Ya colocadas todas las traves, se procede a colar la uniones, dejando entre ellas, bloques de poliestireno, que le permitan absorber los movimientos de la estructura, es decir dejar apoyos móviles.

Terminada la estructura del puente, se procede a colar un firme estructural sobre la parte superior de la trabe a base de un emparrillado de acero, y malla electrosoldada ambos colados en concreto hidráulico de acabado rugoso, esto se hace con el fin de aumentar la adherencia con la carpeta de concreto asfáltico.

Cabe mencionar que después de colar este firme, se procede al curado del mismo a base del riego de agua sobre la superficie, por lo menos durante las siguientes 24 horas.

La colocación de la carpeta asfáltica se realiza en la misma forma que se describe en el siguiente punto, concerniente a la construcción de la estructura del pavimento.

5.2.5. CONSTRUCCION DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

La estructura de pavimentos que se propone para la Autopista San Mateo-Constituyentes, es a base de una estructura de pavimento flexible, la cual puede constar de dos o más capas a partir de la subrasante y en orden ascendente, hasta llegar a la carpeta asfáltica.

La primera capa que se considera después de la subrasante, se le conoce como base hidráulica, la cual esta compuesta por dos capas de material conocidas como sub-base y base, la primera se encuentra en contacto directo con la capa subrasante, mientras que la segunda se encuentra sobre la sub-base y debajo de la carpeta hidráulica.

La función de esta base hidráulica, es la de transmitir en forma uniforme todas las cargas rodantes que pasen por la superficie hacia las terracerías, es decir, hacia la capa subrasante y en seguida a la cama del terraplén. También impide que la humedad ascienda por capilaridad a la carpeta asfáltica.

Los materiales que se utilizan en la base son de especificaciones un poco más estrictas que los que se utilizan para la elaboración de la sub-base. Estos materiales comúnmente son: agregados compuestos de piedra triturada, grava triturada o sin triturar, arena o la combinación de todos éstos materiales. Algunas veces, se requiere del uso de estabilizadores como cemento asfalto o cal, los cuales se mezclan con el material, dándole a la base hidráulica una mayor resistencia.

El espesor de la base hidráulica puede variar dependiendo del espesor de la sub-base y la base, para proyectos de este tipo, en donde el tráfico mayor será de automóviles, se considerará un espesor 30 cm para la base hidráulica.

Para la elaboración de esta capa, se procede de la siguiente manera:

El equipo de topógrafos marcan los niveles y el alineamiento del trazo de la base, mismos que servirán de referencia al operador de la extendidora, para la correcta colocación del material.

El material es acarreado desde el banco, previamente autorizado por la S.C.T., a través de camiones de volteo, los cuales descargan el material al frente de las extendidoras, las cuales cuentan con cuchillas internas, cuya función es la de repartir uniformemente el material a todo lo ancho.

Este material, de acuerdo a las especificaciones del proyecto, deberá contar con un cierto grado de humedad, mismo que se le da mediante el riego con agua en los camiones al momento de ser cargado.

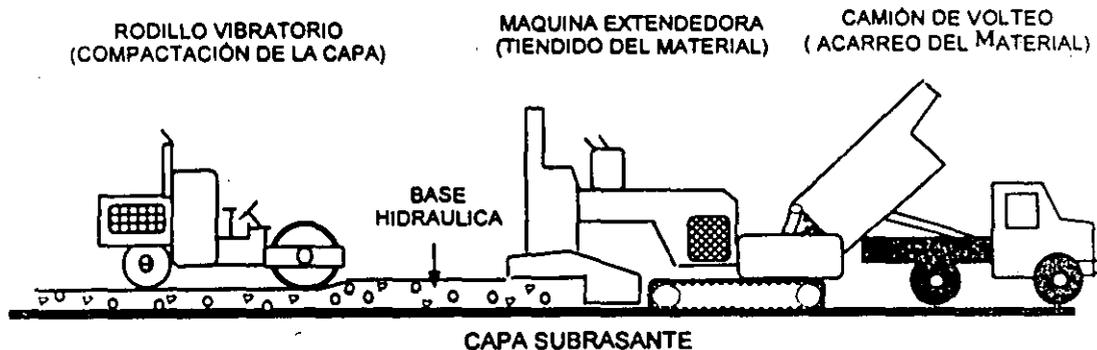
Una vez que el camión de volteo descargó el material en la parte frontal de la extendidora, ésta última empieza su función, extendiendo el material con un espesor

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

constante en forma longitudinal. Las extendedoras, pueden variar de ancho, dependiendo del ancho de corona del camino.

Terminado el tendido de la base hidráulica, inmediatamente detrás de la extendidora le viene siguiendo un rodillo vibratorio, con el cual se logra la compactación del material, mediante varias pasadas, hasta lograr las especificaciones que indica el proyecto. En caso de que por situaciones climáticas, la pérdida de humedad sea considerable antes de la compactación, se podrá regar con agua el material, de tal forma que el proceso de compactación no sea afectado.

En la siguiente figura, se esquematiza el procedimiento del tendido de la base hidráulica antes mencionado:



TENDIDO Y COMPACTACIÓN DE LA BASE HIDRÁULICA

Terminada la base hidráulica, el siguiente componente de la estructura del pavimento, es el riego de impregnación, con el cual se prepara la base hidráulica para posteriormente recibir la carpeta asfáltica.

RIEGO DE IMPREGNACIÓN

El riego de impregnación es un asfalto rebajado que tiene como funciones principales, el impermeabilizar la base hidráulica y ayudar a la adherencia entre la base y la carpeta asfáltica.

Para la colocación de éste riego de impregnación, es requisito indispensable que la base hidráulica se encuentre completamente seca y libre de basura, polvo, y de partículas sueltas, esto se logra con un cepillado de la superficie.

El asfalto se trae por medio de camiones (pipas), los cuales vienen equipados con quemadores y termómetro para controlar la temperatura de este material. Cabe mencionar que la colocación del riego, se debe de hacer cuando éste tenga una temperatura entre los 50 a los 60 grados centígrados, es por eso que es muy conveniente que este procedimiento se lleve a cabo cuando la temperatura del medio ambiente sea la más alta, es decir al medio día principalmente.

Una vez que se ha colocado el riego de impregnación, se deben de tomar las siguientes medidas:

Observar que el riego se haya hecho en forma uniforme y esté firmemente adherido a la superficie.

Corroborar de que la profundidad de penetración del riego sobre la base sea de por lo menos 4 mm.

En caso de que existan charcos sobre la superficie, con un cepillo se deberá limpiar este y quitar el excedente.

En caso de que la superficie de la base esté muy cerrada y no penetre el riego en forma adecuada, esto se debe al exceso de finos en el material, por lo que se deberá corregir la granulometría de manera que el riego penetre en forma adecuada.

Con el riego de impregnación colocado, se procede al tendido de la carpeta asfáltica, la cual como parte de la estructura del pavimento flexible tiene como función principal, recibir las cargas del tránsito vehicular, así como resistir las fuerzas climáticas del ambiente.

El concreto asfáltico, se elabora en plantas de asfalto, en donde se realiza la mezcla a base de material pétreo del tipo de la caliza, con el cemento asfáltico. De éstos componentes se hace una mezcla homogénea, la cual para su colocación debe de adquirir una temperatura entre los 110 y 120 grados centígrados.

Antes de vertir la mezcla sobre la base impregnada, se riega la superficie con un material conocido como riego de liga, el cual después de dos horas, hace a la superficie adquirir cierta viscosidad la cual ayuda a un mejor tendido de la carpeta.

Para el tendido de la carpeta, también se utilizan maquinas extendedoras como las que se usaron en el tendido de la base. Los camiones que transportan el concreto asfáltico, vierten esta mezcla en la tolva delantera de la extendedora, e inmediatamente se inicia la colocación de la carpeta. El vaciado de los camiones del material, es un proceso constante, por lo que el tendido de la carpeta se vuelve un proceso rápido.

La extendedora es manejada por tres personas, la primera se encarga del manejo del avance de la maquina así como de recibir el material de los camiones, mientras que los otros dos van en la parte posterior de la extendedora donde el material sale ya extendido, y son los responsables de mantener el espesor de la carpeta el cual viene especificado en el proyecto.

Enseguida al tendido de la carpeta y procurando que la temperatura de ésta no baje de los 90 grados Centígrados, se procede a la compactación de la superficie, la cual se puede realizar con rodillos lisos o compactadores de neumáticos. Para tener buenos resultados en la compactación, se recomienda llevar a cabo este proceso al medio día, ya que el clima caluroso es muy propicio para estos trabajos.

Terminada la colocación de la carpeta asfáltica, se procede a darle a esta superficie un tratamiento final con el que se adquiere cierta textura y acabado. El tratamiento que se le da a la carpeta asfáltica, es por medio de un riego de sello, el cual es una mezcla pétreo muy similar a un concreto asfáltico, solo que de una dosificación menor, y con un espesor que varia de los 10 a 12 mm.

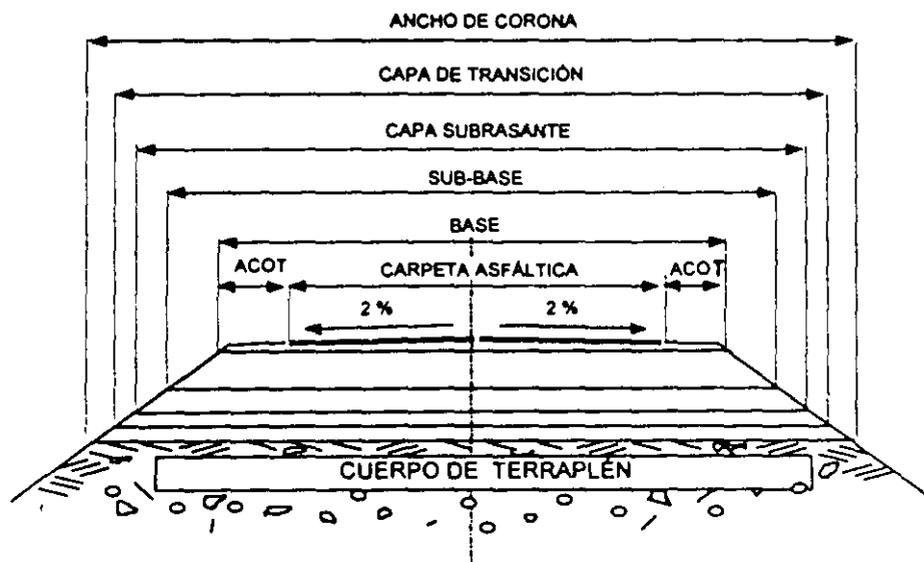
PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

Este riego, sirve para impermeabilizar la carpeta, así como para aumentar el grado de rugosidad de la superficie de rodamiento, haciendo más segura la vialidad.

La colocación de este sello se realiza a través de camiones de volteo, que van vaciando el material sobre la carpeta, al mismo tiempo que una cuadrilla de trabajadores va esparciendo este sello a lo largo de la vialidad de tal manera que queda lo más uniforme posible.

El acabado final de la superficie lo da un rodillo liso, el cual se encarga de compactar este sello, para que por último otra cuadrilla de trabajadores solo se encarguen de que con escobas o cepillos, retiren el material sobrante o suelto de la superficie que ya ha sido compactada.

En la siguiente figura se muestra la sección transversal de la estructura del pavimento y de su cimentación ya colocadas:



SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

CAPITULO SEIS

OPERACION Y MANTENIMIENTO

CAPITULO VI

OPERACION Y MANTENIMIENTO

6.1 Sistema de Peaje

Se espera que el funcionamiento de la autopista se inicie 2 años después del otorgamiento de la concesión.

Dependiendo de los acuerdos a los que se llegue con las autoridades, tanto del Gobierno del Estado de México como las del Distrito Federal, se tiene considerado que en el tramo ubicado dentro del Distrito Federal no existan casetas de cobro en los accesos por lo que se permitirá la libre circulación.

El sistema de cobro que se empleará una vez iniciada la operación de la autopista, será mediante la colocación de 6 casetas de cobro (3 por sentido), ubicada en el acceso principal de la autopista en la Av. López Mateos en el Estado de México.

Se consideran que existirán 2 clases de casetas, para cada uno de los tipos de pago:

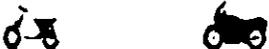
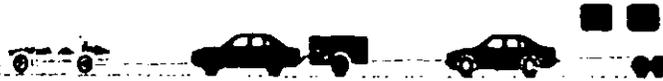
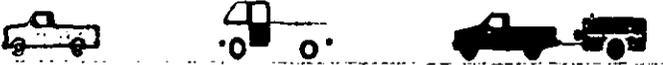
El primer tipo de pago se hará en efectivo, en una caseta normal, con un cobrador, quién será el encargado de otorgar el cambio y los comprobantes respectivos.

El segundo tipo de cobro, se hará por medio de una tarjeta electrónica prepagada con banda magnética, con la que el acceso será casi inmediato. Esta caseta estará equipada con un lector óptico o banda magnética, con el que al pasar la tarjeta, automáticamente detecta la validez de la misma e inmediatamente otorga el comprobante de pago, haciendo más ágil el acceso vehicular, además de ser una comodidad para los usuarios más frecuentes.

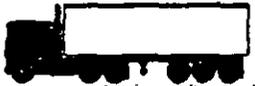
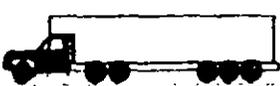
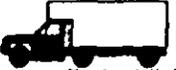
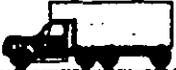
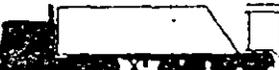
Cabe hacer hincapié, que ésta autopista, se considera una vía de alta velocidad y de altas especificaciones, por lo que el acceso estará restringido y únicamente se permitirá el paso a aquellos vehículos de hasta 3 toneladas o tres ejes. Si se permitiera el acceso a camiones de carga, o a camiones de más de tres ejes, se reduciría en gran parte la eficiencia de la autopista, además de reducir la seguridad a los demás automovilistas y provocar el desgaste prematuro de la carpeta asfáltica.

Por lo que respecta a los vehículos de transporte público, se les ha permitido el acceso, solo que el cobro para éstas unidades será obviamente mayor a la de los vehículos particulares. Este costo se establecerá de igual manera en el análisis financiero del capítulo VII.

El tipo de automóviles con acceso permitido y no permitido se muestran en los cuadros que se presentan en las páginas siguientes.

VEHICULOS CON ACCESO PERMITIDO H = 4.20 m	TIPO	FHW	SCT	EJEMPLOS
	1	CYCLE	MOTOCICLETAS	
	2	CARS	A	
	3	2A - 4T	A	
	4	BUSES	B2 - B3	
	5	2A - SU	C2	
6	3A - BU	C3		

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

	TIPO	FHW	SCT	EJEMPLOS	
VEHICULOS SIN ACCESO	7	4A-SU	C4		
	8	4A-ST	T2-S1 T2-S2 T3-S1		 
	9	5A-ST	C3-R2 T3-S2		 
	10	6A-ST	T3-S3		
	11	5A-MT	T2-S1-R2		 
	12	6A-MT	T2-S2-R2 T3-S1-R2	 	 
	13	7A-MT	T3-S1-R3 T3-S2-R2	 	 
	15	OTHER	OTROS	 	 

OPERACION Y MANTENIMIENTO

CAPITULO SIETE

ANALISIS FINANCIERO

CAPITULO VII

ANÁLISIS FINANCIERO

7.1 ESQUEMA DEL PROYECTO

Como ya se ha mencionado en capítulos anteriores, la realización de un proyecto de las características de esta autopista urbana, se puede llevar a cabo bajo el esquema de concesión de derechos a inversionistas privados, ya que la condición económica en la que se encuentra el país, sugiere cierta imposibilidad económica por parte del gobierno federal para el desarrollo de grandes proyectos en materia de infraestructura.

Para los inversionistas privados, la inversión en proyectos de infraestructura, representan oportunidades de negocio, por lo que se requiere que previo al otorgamiento de la concesión, se haga una evaluación financiera, basada en la situación y condiciones económicas que imperan en el país, y así determinar la rentabilidad del proyecto.

Para hacer un análisis de factibilidad financiera, se requiere en primera instancia conocer bien todos los elementos y aspectos económicos que intervienen o afectan a la realización del proyecto, y en segundo término, conocer y analizar las posibles variables que pudieran intervenir durante el desarrollo del mismo.

Antes de proceder al análisis del proyecto, a continuación se describen los factores y elementos económicos mas representativos que pueden intervenir en el desarrollo de este.

PREMISAS FINANCIERAS**I COSTOS****I.1.- Costos por construcción**

Estos costos representan únicamente la construcción de la autopista, y los cuales están desglosados en los siguientes conceptos:

IMPORTES A PRECIO DE VENTA

CONCEPTO	\$ / KM	LONGITUD KM.	IMPORTE EN MILES	% INCIDENCIA
EXCAVACIÓN	19,522.62	4.015	78,383.33	4.42
PUENTES	118125.00	1.610	190,181.25	10.70
TÚNELES	176,848.53	5.600	990,340.62	55.73
TERRAPLENES	67,859.43	2.145	145,558.48	8.20
PAVIMENTOS			28,933.87	1.63
ENTRONQUES:				
SAN MATEO			24,097.50	1.35
REFORMA			114,950.25	6.47
CONSTITUYENTES			67,500.00	3.80
PASOS A DESNIVEL			43,284.37	2.43
ALUMBRADO			24,809.62	1.40
BARRERAS, CERCADO, SEÑALES			6,289.31	0.35
VENTILACIÓN TÚNEL			62,500.00	3.52
TOTAL		13.370	1,776,828.20	100.00

ESTOS COSTOS NO INCLUYEN:

- DISEÑO Y SUPERVISIÓN
- DERECHO DE VIA Y CAMBIOS DE TORRES CFE
- OBRAS INDUCIDAS

I.2.- Costos por operación y mantenimientos mayor y menor

MANTENIMIENTO MENOR			MANTENIMIENTO MAYOR		TOTAL	OPERACIÓN
AÑO	ACTIVIDAD	IMPORTE	ACTIVIDAD	IMPORTE		
3	M. menor y bacheo	5,510			5,510	14,150
4	M. menor y bacheo	5,510			5,510	14,150
5	M. menor y bacheo	5,510			5,510	14,150
6	M. menor y bacheo	5,510			5,510	14,150
7	M. menor y bacheo	5,510			5,510	14,150
8	M. menor y bacheo	5,510			5,510	14,150
9	M. menor y bacheo	5,510			5,510	14,150
10	M. menor y bacheo	5,510	Reconstrucción	1,935	7,445	14,150
11	M. menor y bacheo	5,510	Reconstrucción	1,935	7,445	14,150
12	M. menor y bacheo	5,510	Sobrecarpeta y sello	9,833	15,343	14,150
13	M. menor y bacheo	5,510			5,510	14,150
14	M. menor y bacheo	5,510			5,510	14,150
15	M. menor y bacheo	5,510			5,510	14,150
16	M. menor y bacheo	5,510			5,510	14,150
17	M. menor y bacheo	5,510			5,510	14,150
18	M. menor y bacheo	5,510			5,510	14,150
19	M. menor y bacheo	5,510			5,510	14,150
20	M. menor y bacheo	5,510	Reconstrucción	1,935	7,445	14,150
21	M. menor y bacheo	5,510	Reconstrucción	1,935	7,445	14,150
22	M. menor y bacheo	5,510	Sobrecarpeta y sello	9,833	15,343	14,150
23	M. menor y bacheo	5,510			5,510	14,150
24	M. menor y bacheo	5,510			5,510	14,150
25	M. menor y bacheo	5,510			5,510	14,150
26	M. menor y bacheo	5,510			5,510	14,150
27	M. menor y bacheo	5,510			5,510	14,150
28	M. menor y bacheo	5,510			5,510	14,150
29	M. menor y bacheo	5,510			5,510	14,150
30	M. menor y bacheo	5,510			5,510	14,150
	SUMA	154,280.00		27,406.00	181,686.00	398,200.00
	PROM. ANUAL	5,510.00		978.78	6,488.00	14,150.00
	PROM. MENSUAL	459.18		81.56	540.73	1179.16

ESTOS COSTOS SE EXPRESAN EN MILES DE PESOS A PRECIOS DE JULIO DE 1998.

Estos costos empezarán a correr a partir del año 3 de la concesión, ya que el año 1 y 2, son el periodo en que se llevará a cabo la construcción de la autopista.

Los conceptos que se incluyen en el mantenimiento menor son: Personal técnico, admvo., especializado y obrero, equipo, servicios especializados, materiales, papelería, rentas, servicios, mobiliario, herramientas y equipo de seguridad, e imprevistos.

El mantenimiento mayor lo componen los siguientes conceptos: Riego de sello, y sobrecarpeta.

Los costos de operación están constituidos por : Personal, mobiliario vehículos, equipo, papelería, servicios, seguros, campamento para personal tecnico-admvo. conservación de instalaciones, recolección de basura, e imprevistos.

I.3 Seguros

Debido a la magnitud del proyecto se requiere que este esté asegurado tanto en la etapa de construcción como en la etapa de operación, de ahí la necesidad de considerar una prima de seguro anual por 2.750 millones de pesos.

II INGRESOS

II.1.- Cuota de peaje.- El principal ingreso de la autopista se obtendrá de la cuota de peaje, que se les cobrará a los automovilistas por el uso de la vialidad.

II.2 - Otros Ingresos .- En este rubro se considera ingresos provenientes de otros servicios, como por ejemplo: renta de espacios para publicidad (espectaculares), concesionamientos de servicios varios para los usuarios de la vialidad y trabajadores de la misma (comedores, estaciones de servicio, entre otros).

II.3 - Productos financieros .- Es el monto obtenido por los intereses generados al invertir los beneficios. La tasa pasiva se considera fija del 15 % (Julio de 1998)

III CAPITAL

El capital requerido para la construcción de la autopista provendrá de dos fuentes, la primera será la compañía a la que se le otorgue la concesión, mientras que la segunda provendrá de un banco mediante un préstamo.

El porcentaje de aportación de cada una de las fuentes, se considera distribuido de la siguiente forma:

Capital de la empresa o capital de riesgo:	30%
Préstamo bancario:	70%

Estos porcentajes son sugeridos como condición inicial para la elaboración de los flujos, y solo mediante la elaboración propia del análisis, éstos se variarán en la proporción necesaria.

IV CONDICIONES DE CREDITO

Este rubro dentro del análisis es muy importante, por lo que se tienen que dejar bien definidas todas las condiciones sobre las cuales se llevará a cabo el préstamo. Para el presente análisis se tienen las siguientes condiciones:

El préstamo se hará en moneda nacional, a un plazo de 10 años que de acuerdo a los supuestos iniciales, será del 70% de los costos totales que se generen para la construcción del proyecto.

Se otorgará un período de gracia de dos años, tiempo en el que se realizará la construcción del proyecto, por lo que la deuda e intereses se empezarán a amortizar a partir del año 3 en el que empezará a operar la autopista.

La tasa de interés que se aplicará al préstamo será del costo porcentual promedio más cuatro puntos porcentuales

$$\text{Tasa de Interés} = \text{CPP} + 4 \text{ puntos porcentuales}$$

7.2 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

CONDICIONES DE ANÁLISIS

A continuación, se analizarán algunas situaciones del proyecto, las cuales estarán sujetas a diferentes condiciones económicas. De esta forma se podrán establecer ciertos parámetros, con los cuales se podrá estimar la factibilidad económica y financiera del proyecto.

Las bases generales en las que se sustentan cada una de las condiciones antes mencionadas son las siguientes:

CONDICIONES GENERALES

- El tiempo de concesión que se propone es de 30 años.
- Los costos del proyecto son los mismos en todos los casos y son los indicados en los puntos anteriores.
- Los ingresos de la autopista, están representados por las cuotas de peaje de los automovilistas.
- Teniendo en cuenta que esta autopista urbana será una vialidad alterna al periférico, se hace la siguiente consideración:
El flujo vehicular que se estima pasará por esta autopista , será el 30% del que circula en promedio por el periférico (100,000 vehiculos diarios) , por lo que el flujo esperado en la autopista es de 30,000 vehiculos diarios de los cuales el 90% (27,000 unidades) serán automóviles y el 10% restante (3,000 unidades), serán camiones de pasajeros y de carga ligera repartidos estos a su vez en un 90% y 10% respectivamente.
- Se considera también que este flujo pasará de Lunes a Sábado, mientras que el Domingo solo será el 50 %.
- Por lo que respecta a las cuotas de peaje, estas se variarán en cada caso, y serán de tres tipos:
 - Automóviles (tipo A)
 - Camiones de pasajeros(tipo B)
 - Camiones de carga ligera y 3 ejes

- Se considera una tasa de crecimiento media anual (TCMA) del 3 %, así como un aumento en las cuotas del 10 % anual.
- Por lo que respecta al rubro de otros ingresos, estos estarán definidos como el 0.5% del total de los ingresos por cuotas.
- Para las condiciones de prestamos, se considera el CPP del mes de Julio de 1998, el cual es de 17 % mas 4 puntos, con el que se obtiene una tasa de interés total de 21%.
- Para la elaboración del flujo, se considera como año 1 al año 3 de la concesión, es decir, el año en que inicia la operación de la autopista, mismo en que se inicia el pago del préstamo.
- En la aportación del capital intervendrán principalmente dos fuentes, la primera será por parte de la empresa concesionada, mientras que la segunda será a través de un préstamo bancario. El porcentaje de esta mezcla de recursos, se determinará en el presente análisis.

CONDICIONES PARTICULARES

CASO No. 1

La cuotas de peaje que se consideran para este primer caso:

Automóviles (tipo A) =	\$ 18.00
Camiones de pasajeros(tipo B) =	\$ 25.00
Camiones de carga lligera y 3 ejes =	\$ 35.00

La mezcla de recursos se propone en la siguiente forma:

Aportación de capital de empresa concesionada:	30%
Préstamo bancario:	70%

CASO No. 2

La cuotas de peaje que se consideran para este segundo caso:

Automóviles (tipo A) =	\$ 18.00
Camiones de pasajeros(tipo B) =	\$ 25.00
Camiones de carga ligera y 3 ejes =	\$ 35.00

La mezcla de recursos se propone en la siguiente forma:

Aportación de capital de empresa concesionada:	40%
Préstamo bancario:	60%

CASO No. 3

La cuotas de peaje que se consideran para este tercer caso:

Automóviles (tipo A) =	\$ 20.00
Camiones de pasajeros(tipo B) =	\$ 30.00
Camiones de carga ligera y 3 ejes =	\$ 40.00

La mezcla de recursos se propone en la siguiente forma:

Aportación de capital de empresa concesionada:	50%
Préstamo bancario:	50%

CASO No. 4

La cuotas de peaje que se consideran para este cuarto caso:

Automóviles (tipo A) =	\$ 20.00
Camiones de pasajeros(tipo B) =	\$ 30.00
Camiones de carga ligera y 3 ejes =	\$ 40.00

La aportación de capital será en base a los costos totales que genere la construcción del proyecto, y estará estructurada de la siguiente forma:

Aportación de capital privado (inversionistas)	40%
Aportación a posterior recuperación (gobierno federal)	20%
Préstamo bancario	40%
	100%

CUADROS DE RESULTADOS CASO 1

TARIFAS	
AUTOMOVIL	\$ 18.00
CAMIÓN DE PASAJEROS	\$ 25.00
CAMIÓN DE CARGA LIGERA	\$ 35.00
TRAFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (T.P.D.A)	30,000 VEHICULOS
PLAZO DE CONCESIÓN	30 AÑOS
COSTOS (En miles de pesos)	
CONSTRUCCIÓN	\$1,776,828.20
SEGUROS (anual)	\$2,750.00
MONTO TOTAL DE INVERSIÓN	\$1,779,578.2
APORTACIONES	
CAPITAL 30 %	\$533,873.5
BANCOS 70 %	\$1,245,704.7
TOTAL DE FUENTES	\$1,779,578.2
TASA ACTIVA DE INTERÉS (CCP + 4)	21%
PLAZO DE PRESTAMO	12 AÑOS
VALOR PRESENTE NETO	\$-691,159.00
TASA INTERNA DE RETORNO	18.41 %

CUADROS DE RESULTADOS CASO 2

TARIFAS	
AUTOMOVIL	\$ 18.00
CAMIÓN DE PASAJEROS	\$ 25.00
CAMIÓN DE CARGA LIGERA	\$35.00
TRAFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (T.P.D.A)	30,000 VEHICULOS
PLAZO DE CONCESIÓN	30 AÑOS
COSTOS (En miles de pesos)	
CONSTRUCCIÓN	\$1,776,828.20
SEGUROS (anual)	\$2,750.00
MONTO TOTAL DE INVERSIÓN	\$1,779,578.2
APORTACIONES	
CAPITAL 40 %	\$711,813.3
BANCOS 60 %	\$1,067,748.9
TOTAL DE FUENTES	\$1,779,578.2
TASA ACTIVA DE INTERÉS (CCP + 4)	21%
PLAZO DE PRESTAMO	11 AÑOS
VALOR PRESENTE NETO	\$-488,128
TASA INTERNA DE RETORNO	19.09 %

CUADROS DE RESULTADOS CASO 3

TARIFAS		
AUTOMOVIL		\$ 20.00
CAMIÓN DE PASAJEROS		\$ 30.00
CAMIÓN DE CARGA LIGERA		\$ 40.00
TRAFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL	30,000 VEHICULOS	
(T.P.D.A)	30 AÑOS	
PLAZO DE CONCESIÓN		
COSTOS (En miles de pesos)		
CONSTRUCCIÓN		\$1,776,828.20
SEGUROS (anual)		\$2,750.00
MONTO TOTAL DE INVERSIÓN		\$1,779,578.2
APORTACIONES		
CAPITAL 50 %		\$889,789.10
BANCOS 50 %		\$889,789.10
TOTAL DE FUENTES		\$1,779,578.2
TASA ACTIVA DE INTERÉS (CCP + 4)		21%
PLAZO DE PRESTAMO		9 AÑOS
VALOR PRESENTE NETO		\$66,963.00
TASA INTERNA DE RETORNO		21.27 %

CUADROS DE RESULTADOS CASO 4

TARIFAS		
AUTOMOVIL		\$ 20.00
CAMIÓN DE PASAJEROS		\$ 30.00
CAMIÓN DE CARGA LIGERA		\$ 40.00
TRAFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL	30,000 VEHICULOS	
(T.P.D.A)	30 AÑOS	
PLAZO DE CONCESIÓN		
COSTOS (En miles de pesos)		
CONSTRUCCIÓN		\$1,776,828.20
SEGUROS (anual)		\$2,750.00
MONTO TOTAL DE INVERSIÓN		\$1,779,578.20
APORTACIONES		
CAPITAL PRIVADO 40 %		\$711,831.28
GOBIERNO FEDERAL 20 %		\$335,915.64
BANCO 40 %		\$711,831.28
TOTAL DE FUENTES		\$1,779,578.20
TASA ACTIVA DE INTERÉS (CCP + 4)		21%
PLAZO DE PRESTAMO		8 AÑOS
VALOR PRESENTE NETO		\$278,806.00
TASA INTERNA DE RETORNO		22.24 %

COMENTARIOS Y RECOMENDACIONES

Una vez terminado el análisis, y observando los resultados obtenidos, se puede concluir lo siguiente:

El proyecto puede resultar económicamente viable, ya que se presentan condiciones favorables para obtener beneficios económicos de él. Para para lograr esto, es muy importante tener un amplio conocimiento de las condiciones del entorno económico que pudiera afectar al proyecto.

Observando los resultados obtenidos en las corridas financieras, nos damos cuenta de que el proyecto es muy sensible a las tasas de interés, esto se ve reflejado en los altos costos de financiamiento que se presentan en todos los casos.

Debido a la inestabilidad económica en México, resulta difícil predecir la tendencia de las tasas de interés, es por eso que se sugiere una estructura financiera que disminuya el riesgo económico del proyecto. Como observamos en los casos 1 y 2, la estructura financiera no fue la adecuada, ya que los flujos mostraron una nula recuperación del capital invertido, esto se debió al alto costo de financiamiento generados por los intereses. La aportación del capital considerada en estos casos fue del 30% y 40%, mientras que el préstamo bancario fue por el 70% y 60% respectivamente.

Para contrarrestar este efecto, en el caso 3 se redujo la deuda del préstamo a un 50% de la inversión y se aumentó la aportación del capital al otro 50%. Con esta nueva estructura, ya se logra una recuperación, aunque no es muy significativa considerando que se dará a lo largo de los 30 años.

Si aumentáramos la aportación de capital a más del 50% por parte de los inversionistas, este proyecto se volvería de alto riesgo para ellos, ya que su capital estaría en riesgo, en caso de que no se dieran los resultados esperados.

Apoyándonos en el hecho de que este proyecto, sería una obra que traería consigo además del beneficio económico, un beneficio social, se tratará de buscar un

acuerdo económico con el gobierno federal, de tal manera, que colabore con una aportación de capital a posterior recuperación para él.

Por lo anterior, se analizó el caso 4, en el cual el porcentaje de aportaciones, se define de la siguiente forma: inversionistas 40%, gobierno 20%, y un préstamo bancario 40%.

A pesar de que se había tratado de evitar la intervención económica del gobierno federal en el desarrollo de este proyecto, esto no es posible, debido a las condiciones económicas que imperan en México,

Con la reducción del préstamo a un 40% del capital invertido, los costos financieros, se reducen en forma importante, haciendo este proyecto más rentable, y económicamente más atractivo a los inversionistas

En este tipo de proyectos, siempre es recomendable reducir al máximo el monto del préstamo y al mismo tiempo tratar de evitar en poner en riesgo el mayor capital propio de los inversionistas. El lograr este punto de equilibrio, en muchos casos es difícil, sobretodo cuando se tiene una economía inestable, pero es posible a través de estudios económicos más profundos con especialistas en la materia.

Otro factor que resulta importante dentro del análisis, es la sensibilidad a la variación del flujo vehicular que pasará por la autopista, ya que estará en función de ésta, el monto de los ingresos que se percibirán. Para este caso, los estudios de aforo vehicular, y las encuestas de origen - destino, nos dan un panorama general de la problemática, al mismo tiempo que nos ayuda a determinar los parámetros y olguras que se pudieran esperar en el flujo una vez iniciadas operaciones. Es por esto, que los estudios antes mencionados juegan un papel muy importante, y los cuales se deben de hacer a profundidad, para evitar situaciones económicamente desfavorables que nos impidan llegar a los beneficios esperados, los que ocasionaría grandes pérdidas para los inversionistas.

En este aspecto el proyecto tiene cierta olgura, ya que los aforos aquí mostrados son los más recientes que se hicieron en el año de 1995, pero evidentemente de ese año

a la fecha a habido un aumento en el flujo vehicular que no se ha considerado, y que pudiera ayudar a incrementar la demanda propuesta en este análisis

Por lo que respecta al costo de las tarifas, estas se establecieron de acuerdo a la situación económica que impera en la zona de influencia. El costo de estas tarifas se prevee que no representarán un efecto de consideración importante dentro de la economía de los usuarios.

Como lo observamos en los flujos, no es posible reducirla más, ya que al hacerlo, se tendría que aumentar el capital de riesgo en forma importante, y la disminución en el costo de la tarifa, no sería tan significativa para el usuario.

CAPITULO OCHO

CONCLUSIONES

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES

Con el desarrollo de las autopistas urbanas de cuota, se espera tener una alternativa de solución de manera integral al problema de vialidad en la Ciudad de México y su Área Metropolitana.

Este nuevo concepto en materia de Vialidad, trae consigo muchos beneficios tanto en el ámbito social como en el económico de la Ciudad. Dentro de los beneficios sociales, tenemos que se le proporcionará a los usuarios nuevas alternativas viales más rápidas y modernas que les permitan un desplazamiento óptimo, sobretodo en aquellos tramos de largo itinerario. Aunado a esto, se logrará descongestionar en buena forma las vialidades aledañas, reduciendo en un porcentaje la carga vehicular que circulaba por ellas. Así mismo, al disminuir los congestionamientos, también se reducen la acumulación de gases contaminantes en la zona, ayudando a mejorar la calidad del medio ambiente en las distintas zonas de influencia de la ciudad.

En materia de transporte, también se crearán nuevas rutas e itinerarios, con los que se pretende satisfacer la demanda de transporte de los habitantes de la zona, proporcionándoles más alternativas para el desplazamiento a sus diferentes destinos.

Con el pago de la cuota de peaje, se asegura un mantenimiento continuo de la vialidad, lo que garantiza una conservación en buen estado y por ende en la seguridad.

En cuanto a los beneficios económicos, las autopistas urbanas de cuota representan nuevas oportunidades de inversión para privados, ya que ante la incapacidad económica del gobierno federal para soportar la construcción de éstas autopistas o vías exprés, lo obliga a recurrir a los capitales privados de inversionistas que bajo el esquema de concesión se interesen y sean capaces de llevar a cabo el desarrollo de proyectos de esta naturaleza.

Así mismo se generarán empleos tanto eventuales, en la etapa de construcción, como fijos, en la etapa de operación y mantenimiento.

La Autopista Urbana San Mateo - Constituyentes, es la primera de una serie de autopistas conocidas como Autoexpres que el gobierno ha planeado en su programa de vialidad y transporte, con el que se inicia una nueva etapa en la modernización y ampliación de la red vial de la Ciudad de México conjuntamente con su área metropolitana.

Esta autopista, marcará algunos cambios importantes en materia de vialidad urbana, sobretodo en el ámbito social, y los cuales se deben de considerar desde la concepción del proyecto, por ejemplo; en México nunca ha existido una vialidad urbana en la que se tenga que pagar alguna cuota por circular en ella, debido a esto resultará un poco difícil, que de principio los usuarios asimilen esta idea, ya que podría existir un rechazo hacia el uso de la vialidad.

Por otro lado, como ya se vio en los estudios de aforo realizados en el Periférico (tramo :Satélite - Constituyentes), también resulta evidente la creación de una nueva vialidad que ayude a decongestionarlo sobretodo en las horas pico, en donde los usuarios para recorrer este tramo utilizan hasta media hora, mientras que por la nueva autopista, solo se utilizarían 9 minutos para recorrer el mismo tramo. Esta gran diferencia, obligará al usuario a que poco a poco vaya recurriendo a la autopista urbana, puesto que el factor tiempo para los habitantes de la Ciudad de México es muy importante para el buen desarrollo de sus actividades. Con esto se lograría un paso muy importante sobretodo en la cambio de mentalidad de los conductores que transitan por esta zona.

Los resultados que se tengan con la puesta en marcha de esta autopista San Mateo - Constituyentes, serán muy importante, ya que marcarán la pauta para la realización de las demás Autoexpres de cuota.

Para este proyecto, un aspecto fundamental básico lo juegan los estudios de aforo vehicular y las encuestas de origen - destino, ya que en base a éstos se hace la proyección del tránsito promedio diario mediante el cual se elabora el análisis financiero correspondiente y se determina la factibilidad económica del proyecto.

En México, el principal problema por el que las autopistas de cuota concesionadas han tenido grandes pérdidas económicas, se debe precisamente a los deficientes

estudios de aforo, los cuales no representan el tránsito vehicular real al momento de poner en operación la autopista. Es por esto que para el presente proyecto se deberá poner especial atención en este rubro para evitar cualquier contingencia económica por falta de flujo vehicular en la autopista.

En el aspecto constructivo, en México existe gran experiencia en la construcción de autopistas de altas especificaciones, por lo que se cuenta con los recursos tanto técnicos como humanos para la correcta ejecución de proyectos de este tipo.

El principal reto que presenta esta autopista urbana, es la construcción de los dos túneles gemelos de aproximadamente 4 km. cada uno, puesto que el tipo de suelo en el que piensan construir y la profundidad a la que se está trabajando, la vuelve una obra de alto riesgo, obligando la implantación de sistemas y programas de seguridad, tanto en la etapa de construcción como en la operación.

Es necesario mencionar que conjuntamente a la construcción de la autopista, se realizarán obras viales complementarias, las cuales juegan un papel muy importante dentro del funcionamiento de ésta vialidad, ya que dichas obras le darán la fluidez y continuidad a la autopista, por un lado desde su inicio en el Estado de México en la Avenida López Mateos, y por el otro en la salida en el D.F. en Av. Acueducto, ésta última se unirá al distribuidor vial del "metro" Observatorio que a su vez se conecta con el eje cinco poniente y posteriormente con el Viaducto Miguel Alemán, formándose así un corredor vial Norte-Sur alterno al periférico, extendiendo su cobertura a nivel metropolitano.

BIBLIOGRAFIA

- **PROGRAMA INTEGRAL DEL TRANSPORTE Y VIALIDAD 1995 - 2000**
Departamento del Distrito Federal
Secretaría de Transportes y Vialidad
(Versión Actualizada, Enero 1997.)
- **PROGRAMA DE INFRAESTRUCTURA AUTOEXPRES DE CUOTA EN UNA PRIMERA ETAPA**
Plano : Aforos
Secretara de Vialidad y Transporte
Departamento del Distrito Federal
Centro de Ingeniería y Planeación
México D.F. 1995.
- **LEY DE CAMINOS , PUNTES Y AUTOTRANSPORTE FEDERAL**
Secretaria de Comunicaciones y Transportes
México D.F. , 1994.
- **LEY DE ADQUISICIONES Y OBRA PUBLICA**
Instituto de Capacitación de la Industria de la Construcción A.C.
Primera Edición, ICIC , 1996
- **GUÍA TÉCNICA PARA MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD GENERAL**
Dirección de Ecología del Distrito Federal
México, 1997.
- **VIAS DE COMUNICACIÓN**
Crespo Villalaz, Carlos
Editorial LIMUSA
México 1982.

- TESIS: " PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL DISTRIBUIDOR VIAL
CONSTITUYENTES - REFORMA "
Estrada Garcia, Carlos
México D.F. 1997.

- TESIS: " PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL PUENTE VEHICULAR EJE 3
ORIENTE - VIADUCTO "
Aguilar Hernandez, Héctor
Valderrama Martínez, Jaime
México D.F. 1997

- TÚNELES CARRETEROS 1984
Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos
México D.F. 1985.

- EXPERIENCIAS SOBRE ALGUNOS TÚNELES CONSTRUIDOS EN LA
REPÚBLICA MEXICANA
Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos A.C.
Guadalajara, Jalisco.
Octubre de 1986.

ANEYOS

CASO 1

ANALISIS FINANCIERO

CUOTAS : AUTOMOVILES \$ 18.00
 AUTOBUSES DE PASAJEROS \$25.00
 CAMIONES DE CARGA LIGERA \$35.00

CANTIDADES EN MILES DE PESOS

AÑOS DE CONCESION

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
INGRESOS												
CUOTAS DE PEAJE			189,504	214,708	243,264	275,818	312,276	353,808	400,865	454,180	514,586	583,026
PRESTAMO BANCARIO	623,815	623,815										
APORTACIÓN DE CAPITAL	267,349	267,349										
PRODUCTOS FINANCIEROS				0	0	0	0	0	0	0	0	0
OTROS INGRESOS			948	1,074	1,216	1,378	1,561	1,769	2,004	2,271	2,573	2,915
TOTAL	891,164	891,164	190,462	216,782	244,481	276,996	313,837	366,677	402,869	466,461	517,169	585,941
EGRESOS												
COSTO DE CONSTRUCCIÓN	888,414	888,414										
COSTO DE OPERACIÓN			14,152	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152
COSTO DE MANTENIMIENTO MENOR			5,513	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513
COSTO DE MANTENIMIENTO MAYOR										1,935	1,935	9,834
SEGUROS	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750
TOTAL COSTOS FIJOS	891,164	891,164	22,415	24,351	24,351	32,249						
BALANCE	0	0	188,038	193,386	222,068	264,681	291,422	333,162	380,464	432,100	492,808	563,692
PRESTAMO												
PAGO DEL PRESTAMO			1,247,630	1,247,630	1,247,630	1,247,630	1,247,630	1,218,210	1,140,872	1,000,002	777,902	448,454
COSTO DE FINANCIAMIENTO			262,002	262,002	262,002	262,002	262,002	255,824	239,583	210,000	163,359	94,175
FLUJO			-83,966	-68,836	-39,937	-7,421	29,419	77,338	140,871	222,100	329,448	469,616
TASA ACTIVA (CPP)			21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%
TASA PASIVA			15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%
EVALUACIÓN FINANCIERA												
VALOR PRESENTE NETO (VPN)		-1,782,328	-77,658	-46,879	-22,543	-3,462	11,342	24,642	37,096	48,335	59,254	68,304

CASO 1

ANALISIS FINANCIERO

CUOTAS : AUTOMOVILES \$ 18.00
 AUTOBUSES DE PASAJEROS \$25.00
 CAMIONES DE CARGA LIGERA \$35.00

CANTIDADES EN MILES DE PESOS

AÑOS DE CONCESION	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
INGRESOS											
CUOTAS DE PEAJE	660,568	748,423	847,964	960,743	1,088,522	1,233,295	1,397,323	1,533,167	1,793,729	2,032,295	2,302,590
PRESTAMO BANCARIO											
APORTACIÓN DE CAPITAL											
PRODUCTOS FINANCIEROS	0	96,218	123,895	143,053	162,928	185,171	210,333	238,834	270,835	307,377	347,638
OTROS INGRESOS	3,303	3,742	4,240	4,804	5,443	6,166	6,987	7,916	8,969	10,161	11,513
TOTAL	663,871	848,384	976,099	1,108,699	1,256,892	1,424,633	1,614,643	1,829,917	2,073,632	2,349,833	2,661,740
EGRESOS											
COSTO DE CONSTRUCCIÓN											
COSTO DE OPERACIÓN	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152
COSTO DE MANTENIMIENTO MENOR	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513
COSTO DE MANTENIMIENTO MAYOR								1,935	1,935	9,834	
SEGUROS	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750
TOTAL COSTOS FIJOS	22,415	22,415	22,415	22,415	22,415	22,415	22,415	24,351	24,351	32,249	22,415
BALANCE	641,455	826,969	963,684	1,086,184	1,234,477	1,402,218	1,692,227	1,806,667	2,049,182	2,317,584	2,639,326
PRESTAMO											
PAGO DEL PRESTAMO	-11,063	-652,518	-1,478,487	-2,432,170	-3,518,354	-4,752,831	-6,155,049	-7,747,276	-9,552,843	-11,602,024	-13,919,609
COSTO DE FINANCIAMIENTO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FLUJO	641,455	826,969	963,684	1,086,184	1,234,477	1,402,218	1,692,227	1,806,667	2,049,182	2,317,584	2,639,326
TASA ACTIVA (CPP)	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%
TASA PASIVA	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%
EVALUACIÓN FINANCIERA											
VALOR PRESENTE NETO (VPN)	78,800	83,857	80,019	75,320	70,746	66,412	62,324	58,409	54,785	51,207	48,195

CASO 1

ANALISIS FINANCIERO

CUOTAS : AUTOMOVILES \$ 18.00
 AUTOBUSES DE PASAJEROS \$26.00
 CAMIONES DE CARGA LIGERA \$36.00

CANTIDADES EN MILES DE PESOS

AÑOS DE CONCESION

INGRESOS

	24	26	26	27	28	29	30
CUOTAS DE PEAJE	2,608,834	2,955,809	3,348,932	3,794,340	4,298,987	4,870,752	5,518,582
PRESTAMO BANCARIO							
APORTACIÓN DE CAPITAL							
PRODUCTOS FINANCIEROS	395,899	449,304	509,622	577,932	655,324	743,009	842,355
OTROS INGRESOS	13,044	14,779	16,745	18,972	21,495	24,354	27,593
TOTAL	3,017,777	3,419,893	3,875,299	4,391,244	4,975,806	5,638,115	6,388,610

EGRESOS

COSTO DE CONSTRUCCIÓN							
COSTO DE OPERACIÓN	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152
COSTO DE MANTENIMIENTO MENOR	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513
COSTO DE MANTENIMIENTO MAYOR							
SEGUROS	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750
TOTAL COSTOS FIJOS	22,415						
BALANCE	2,995,362	3,397,477	3,862,883	4,368,829	4,963,391	5,615,699	6,366,095

PRESTAMO

PAGO DEL PRESTAMO	-16,558,934	-19,554,296	-22,951,773	-26,804,656	-31,173,484	-36,126,875	-41,742,575
COSTO DE FINANCIAMIENTO	0	0	0	0	0	0	0

FLUJO	2,995,362	3,397,477	3,862,883	4,368,829	4,963,391	5,615,699	6,366,095
--------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------

TASA ACTIVA (CPP)	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%
TASA PASIVA	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%

EVALUACIÓN FINANCIERA

VALOR PRESENTE NETO (VPN)	45,203	42,373	39,713	37,216	34,872	32,674	30,611	-691,169
---------------------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	-----------------

TOTAL

CASO 2

ANALISIS FINANCIERO

CUOTAS : AUTOMOVILES \$ 18.00

AUTOBUSES DE PASAJEROS \$25.00

CAMIONES DE CARGA LIGERA \$36.00

CANTIDADES EN MILES DE PESOS

AÑOS DE CONCESION

INGRESOS

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
CUOTAS DE PEAJE			189,504	214,708	243,264	275,618	312,276	353,808	400,865	454,180	514,586	583,026
PRESTAMO BANCARIO	534,698	534,698										
APORTACIÓN DE CAPITAL	356,466	356,466										
PRODUCTOS FINANCIEROS				0	0	0	0	0	0	0	0	0
OTROS INGRESOS			948	1,074	1,218	1,378	1,561	1,789	2,004	2,271	2,573	2,915
TOTAL	891,164	891,164	190,452	216,782	244,481	276,996	313,837	355,577	402,869	458,451	517,159	585,941
EGRESOS												
COSTO DE CONSTRUCCIÓN	888,414	888,414										
COSTO DE OPERACIÓN			14,152	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152
COSTO DE MANTENIMIENTO MENOR			5,513	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513
COSTO DE MANTENIMIENTO MAYOR										1,935	1,935	9,834
SEGUROS	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750
TOTAL COSTOS FIJOS	891,164	891,164	22,415	24,351	24,351	32,249						
BALANCE	0	0	168,038	193,368	222,065	254,681	291,422	333,162	380,454	432,100	492,808	563,692

PRESTAMO

PAGO DEL PRESTAMO			1,069,397	1,069,397	1,069,397	1,069,397	1,039,389	966,239	835,987	631,091	331,520	-91,669
COSTO DE FINANCIAMIENTO			224,573	224,573	224,573	224,573	218,272	202,910	175,557	132,529	69,619	0

FLUJO			-56,537	-31,207	-2,508	30,008	73,150	130,252	204,896	299,571	423,189	553,692
--------------	--	--	----------------	----------------	---------------	---------------	---------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

TASA ACTIVA (CPP)			21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%
TASA PASIVA			15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%

EVALUACIÓN FINANCIERA

VALOR PRESENTE NETO (VPN)		-1,782,328	-46,725	-21,315	-1,416	13,999	28,202	41,502	53,956	65,195	76,114	82,303
---------------------------	--	------------	---------	---------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

131

CASO 2

ANALISIS FINANCIERO

CUOTAS : AUTOMOVILES \$ 18.00

AUTOBUSES DE PASAJEROS \$26.00

CAMIONES DE CARGA LIGERA \$35.00

CANTIDADES EN MILES DE PESOS

AÑOS DE CONCESION

INGRESOS

CUOTAS DE PEAJE

PRESTAMO BANCARIO

APORTACIÓN DE CAPITAL

PRODUCTOS FINANCIEROS

OTROS INGRESOS

TOTAL

EGRESOS

COSTO DE CONSTRUCCIÓN

COSTO DE OPERACIÓN

COSTO DE MANTENIMIENTO MENOR

COSTO DE MANTENIMIENTO MAYOR

SEGUROS

TOTAL COSTOS FIJOS

BALANCE

PRESTAMO

PAGO DEL PRESTAMO

COSTO DE FINANCIAMIENTO

FLUJO

TASA ACTIVA (CPP)

TASA PASIVA

EVALUACIÓN FINANCIERA

VALOR PRESENTE NETO (VPN)

	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
CUOTAS DE PEAJE	660,568	748,423	847,964	960,743	1,088,522	1,233,295	1,397,323	1,583,167	1,793,729	2,032,295
PRESTAMO BANCARIO										
APORTACIÓN DE CAPITAL										
PRODUCTOS FINANCIEROS	83,054	108,676	125,764	143,333	162,970	185,178	210,334	238,834	270,835	307,377
OTROS INGRESOS	3,303	3,742	4,240	4,804	5,443	6,166	6,987	7,916	8,969	10,161
TOTAL	746,925	860,842	977,968	1,108,880	1,256,934	1,424,639	1,614,644	1,829,918	2,073,632	2,349,833
COSTO DE CONSTRUCCIÓN										
COSTO DE OPERACIÓN	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152
COSTO DE MANTENIMIENTO MENOR	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513
COSTO DE MANTENIMIENTO MAYOR								1,935	1,935	9,834
SEGUROS	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750
TOTAL COSTOS FIJOS	22,415	22,415	22,415	22,415	22,415	22,415	22,415	24,351	24,351	32,249
BALANCE	724,509	838,427	955,552	1,086,464	1,234,519	1,402,224	1,592,228	1,805,567	2,049,182	2,317,584
PAGO DEL PRESTAMO	-845,360	-1,369,870	-2,206,296	-3,163,849	-4,250,313	-5,484,831	-6,887,056	-8,479,284	-10,284,851	-12,334,032
COSTO DE FINANCIAMIENTO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FLUJO	724,509	838,427	955,552	1,086,464	1,234,519	1,402,224	1,592,228	1,805,567	2,049,182	2,317,584
TASA ACTIVA (CPP)	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%
TASA PASIVA	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%
VALOR PRESENTE NETO (VPN)	89,003	85,122	80,176	75,339	70,748	66,413	62,324	58,409	54,785	51,207

132

ANÁLISIS FINANCIERO

CASO 2

CUOTAS: AUTOMOVILES \$ 18.00

AUTOBUSES DE PASAJEROS \$26.00

CAMIONES DE CARGA LIGERA \$36.00

CANTIDADES EN MILES DE PESOS

AÑOS DE CONCESION

INGRESOS

	23	24	25	26	27	28	29	30
CUOTAS DE PEAJE	2,302,590	2,608,834	2,955,809	3,348,932	3,794,340	4,298,987	4,870,752	5,518,562
PRESTAMO BANCARIO								
APORTACIÓN DE CAPITAL								
PRODUCTOS FINANCIEROS	347,638	395,899	449,304	509,622	577,932	655,324	743,009	842,355
OTROS INGRESOS	11,513	13,044	14,779	16,745	18,972	21,495	24,354	27,593
TOTAL	2,661,740	3,017,777	3,419,893	3,875,298	4,391,244	4,976,806	5,638,115	6,388,610

EGRESOS

COSTO DE CONSTRUCCIÓN								
COSTO DE OPERACIÓN	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152
COSTO DE MANTENIMIENTO MENOR	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513
COSTO DE MANTENIMIENTO MAYOR								
SEGUROS	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750
TOTAL COSTOS FIJOS	22,415							
BALANCE	2,639,325	2,995,362	3,397,477	3,852,883	4,368,829	4,953,391	5,615,699	6,366,095

PRESTAMO

PAGO DEL PRESTAMO	-14,651,617	-17,290,942	-20,288,304	-23,683,781	-27,536,664	-31,905,492	-36,858,883	-42,474,583
COSTO DE FINANCIAMIENTO	0	0	0	0	0	0	0	0

FLUJO	2,639,325	2,995,362	3,397,477	3,852,883	4,368,829	4,953,391	5,615,699	6,366,095
--------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------

TASA ACTIVA (CPP)	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%
TASA PASIVA	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%

EVALUACIÓN FINANCIERA

VALOR PRESENTE NETO (VPN)	48,195	45,203	42,373	39,713	37,216	34,872	32,674	30,611	-486,128
---------------------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	-----------------

TOTAL

153

CASO 3

ANÁLISIS FINANCIERO

CUOTAS : AUTOMOVILES \$ 20.00

AUTOBUSES DE PASAJEROS \$30.00

CAMIONES DE CARGA LIGERA \$40.00

CANTIDADES EN MILES DE PESOS

AÑOS DE CONCESION

INGRESOS

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
CUOTAS DE PÉAJE			212,688	240,976	273,025	309,338	350,480	397,093	449,907	509,744	577,540	654,353
PRESTAMO BANCARIO	445,582	445,582										
APORTACIÓN DE CAPITAL	445,582	445,582										
PRODUCTOS FINANCIEROS				0	0	0	0	0	0	0	73,191	94,390
OTROS INGRESOS			1,063	1,205	1,365	1,547	1,752	1,965	2,250	2,549	2,888	3,272

TOTAL

	891,164	891,164	213,761	242,180	274,390	310,884	362,232	399,079	462,166	612,293	663,619	762,016
--	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

EGRESOS

COSTO DE CONSTRUCCIÓN	888,414	888,414										
COSTO DE OPERACIÓN			14,152	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152
COSTO DE MANTENIMIENTO MENOR			5,513	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513
COSTO DE MANTENIMIENTO MAYOR									1,935	1,935	1,935	9,834
SEGUROS	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750

TOTAL COSTOS FUOS

	891,164	891,164	22,415	22,415	22,415	22,415	22,415	22,415	22,415	24,351	24,351	32,249
--	---------	---------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

	1,782,328											
--	-----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

BALANCE

PRESTAMO

PAGO DEL PRESTAMO			891,164	886,972	853,471	780,725	656,209	464,196	185,014	-205,875	-693,817	-1,323,085
COSTO DE FINANCIAMIENTO			187,144	186,264	179,229	163,952	137,804	97,481	38,853	0	0	0

FLUJO			4,192	33,601	72,746	124,617	192,013	279,182	390,888	487,942	629,269	719,766
-------	--	--	-------	--------	--------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

TASA ACTIVA (CPP)			21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%
TASA PASIVA			15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%

EVALUACIÓN FINANCIERA

VALOR PRESENTE NETO (VPN)	-1,782,328	3,464	22,882	41,063	58,088	74,029	88,956	102,933	106,190	113,179	106,989
---------------------------	------------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	---------	---------

13-1

CASO 3

ANALISIS FINANCIERO

CUOTAS : AUTOMOVILES \$ 20.00

AUTOBUSES DE PASAJEROS \$30.00

CAMIONES DE CARGA LIGERA \$40.00

CANTIDADES EN MILES DE PESOS

AÑOS DE CONCESION

	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
INGRESOS										
CUOTAS DE PEAJE	741.382	839.986	951.704	1,078,281	1,221,692	1,384,177	1,568,273	1,776,853	2,013,174	2,280,926
PRESTAMO BANCARIO										
APORTACIÓN DE CAPITAL										
PRODUCTOS FINANCIEROS	107.965	124.596	141.955	161.400	183.399	208.318	236.550	268.537	304.489	345.507
OTROS INGRESOS	3.707	4.200	4.759	5.391	6.108	6.921	7.841	8.884	10,066	11,405
TOTAL	853,064	968,782	1,098,417	1,248,072	1,411,199	1,699,415	1,812,664	2,084,274	2,327,729	2,637,838
EGRESOS										
COSTO DE CONSTRUCCIÓN										
COSTO DE OPERACIÓN	14.152	14.152	14.152	14.152	14.152	14.152	14.152	14.152	14.152	14.152
COSTO DE MANTENIMIENTO MENOR	5.513	5.513	5.513	5.513	5.513	5.513	5.513	5.513	5.513	5.513
COSTO DE MANTENIMIENTO MAYOR								1.935	1,935	9,834
SEGUROS	2.750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750
TOTAL COSTOS FIJOS	22,415	22,415	22,415	22,415	22,415	22,415	22,415	24,351	24,351	32,249
BALANCE	830,639	946,366	1,076,002	1,222,657	1,388,784	1,677,000	1,790,249	2,029,924	2,303,378	2,605,689
PRESTAMO										
PAGO DEL PRESTAMO	-2,042,852	-2,873,490	-3,819,857	-4,895,859	-6,118,516	-7,507,300	-9,084,300	-10,874,548	-12,904,472	-15,207,850
COSTO DE FINANCIAMIENTO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FLUJO	830,639	946,366	1,076,002	1,222,657	1,388,784	1,677,000	1,790,249	2,029,924	2,303,378	2,605,689
TASA ACTIVA (CPP)	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%
TASA PASIVA	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%
EVALUACIÓN FINANCIERA										
VALOR PRESENTE NETO (VPN)	102,041	96,080	90,282	84,783	79,589	74,691	70,075	65,666	61,580	57,570

CASO 3

ANALISIS FINANCIERO

CUOTAS : AUTOMOVILES \$ 20.00

AUTOBUSES DE PASAJEROS \$30.00

CAMIONES DE CARGA LIGERA \$40.00

CANTIDADES EN MILES DE PESOS

AÑOS DE CONCESION

INGRESOS

	23	24	25	26	27	28	29	30	
CUOTAS DE PEAJE	2.584,290	2.928,000	3.317,424	3.756,642	4.258,541	4.824,927	5.466,842	6.193,708	
PRESTAMO BANCARIO									
APORTACIÓN DE CAPITAL									
PRODUCTOS FINANCIEROS	390,838	444,845	504,760	572,453	649,121	735,981	834,393	945,693	
OTROS INGRESOS	12,921	14,640	18,587	18,793	21,293	24,125	27,333	30,969	
TOTAL	2,988,049	3,387,485	3,838,772	4,349,888	4,928,956	5,685,032	6,328,368	7,170,667	
EGRESOS									
COSTO DE CONSTRUCCIÓN									
COSTO DE OPERACIÓN	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152	
COSTO DE MANTENIMIENTO MENOR	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513	
COSTO DE MANTENIMIENTO MAYOR									
SEGUROS	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	
TOTAL COSTOS FLUOS	22,415								
BALANCE	2,965,634	3,365,070	3,816,356	4,327,473	4,906,539	5,662,617	6,305,953	7,148,152	
PRESTAMO									
PAGO DEL PRESTAMO	-17,813,439	-20,779,073	-24,144,143	-27,960,499	-32,287,972	-37,194,512	-42,757,129	-49,063,081	
COSTO DE FINANCIAMIENTO	0	0	0	0	0	0	0	0	
FLUJO	2,965,634	3,365,070	3,816,356	4,327,473	4,906,539	5,662,617	6,305,953	7,148,152	
TASA ACTIVA (CPP)	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	
TASA PASIVA	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	
EVALUACIÓN FINANCIERA								TOTAL	
VALOR PRESENTE NETO (VPN)	54,153	50,783	47,598	44,605	41,797	39,162	36,690	34,372	66,963

12

CASO 4

ANALISIS FINANCIERO

CUOTAS : AUTOMOVILES \$ 20.00

AUTOBUSES DE PASAJEROS \$30.00

CAMIONES DE CARGA LIGERA \$40.00

CANTIDADES EN MILES DE PESOS

AÑOS DE CONCESION

INGRESOS

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
CUOTAS DE PEAJE			212,688	240,978	273,025	309,338	350,480	397,093	449,907	509,744	577,540	654,353
PRESTAMO BANCARIO	356,466	356,466										
APORTACIÓN DE CAPITAL	356,466	356,466										
APORTACIÓN GOBIERNO FEDERAL	178,233	178,233										
PRODUCTOS FINANCIEROS				0	0	0	0	0	0	64,461	82,861	95,841
OTROS INGRESOS			1,063	1,205	1,365	1,547	1,752	1,985	2,250	2,549	2,888	3,272
TOTAL	891,164	891,164	213,781	242,180	274,390	310,884	362,232	399,078	462,168	578,784	663,288	753,468

EGRESOS

COSTO DE CONSTRUCCIÓN	888,414	888,414										
COSTO DE OPERACIÓN			14,152	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152
COSTO DE MANTENIMIENTO MENOR			5,513	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513
COSTO DE MANTENIMIENTO MAYOR									1,935	1,935	1,935	9,834
SEGUROS	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750
TOTAL COSTOS FIJOS	891,164	891,164	22,415	24,351	24,351	32,249						
BALANCE	1,782,328	0	191,336	219,766	261,976	288,469	329,817	376,663	429,741	662,403	638,938	721,217

PRESTAMO

PAGO DEL PRESTAMO			712,931	671,311	592,521	464,975	274,151	1,906	-374,357	-804,098	-1,356,502	-1,995,439
COSTO DE FINANCIAMIENTO			149,718	140,975	124,429	97,645	57,572	400	0	0	0	0

FLUJO			41,621	78,790	127,546	190,824	272,245	376,263	429,741	662,403	638,938	721,217
--------------	--	--	---------------	---------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

TASA ACTIVA (CPP)			21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%
TASA PASIVA			15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%

EVALUACIÓN FINANCIERA

VALOR PRESENTE NETO (VPN)	-1,782,328	34,397	53,815	71,996	89,021	104,962	119,889	113,164	120,219	114,919	107,204
---------------------------	------------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

131

CASO 4

ANALISIS FINANCIERO

CUOTAS : AUTOMOVILES \$ 20.00
 AUTOBUSES DE PASAJEROS \$30.00
 CAMIONES DE CARGA LIGERA \$40.00

CANTIDADES EN MILES DE PESOS

AÑOS DE CONCESION

	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
INGRESOS										
CUOTAS DE PEAJE	741,382	839,986	951,704	1,078,281	1,221,692	1,384,177	1,568,273	1,776,853	2,013,174	2,280,928
PRESTAMO BANCARIO										
APORTACIÓN DE CAPITAL										
APORTACIÓN GOBIERNO FEDERAL										
PRODUCTOS FINANCIEROS	108,182	124,628	141,960	161,401	183,399	208,318	236,550	268,537	304,489	345,507
OTROS INGRESOS	3,707	4,200	4,759	5,391	6,108	6,921	7,841	8,884	10,068	11,405
TOTAL	853,271	968,814	1,098,422	1,245,073	1,411,199	1,609,416	1,812,664	2,064,274	2,327,729	2,637,838
EGRESOS										
COSTO DE CONSTRUCCIÓN										
COSTO DE OPERACIÓN	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152
COSTO DE MANTENIMIENTO MENOR	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513
COSTO DE MANTENIMIENTO MAYOR								1,935	1,935	9,834
SEGUROS	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750
TOTAL COSTOS FIJOS	22,415	22,415	22,415	22,415	22,415	22,415	22,415	24,351	24,351	32,249
BALANCE	830,856	946,399	1,076,007	1,222,658	1,388,784	1,677,000	1,790,249	2,029,924	2,303,378	2,605,589
PRESTAMO										
PAGO DEL PRESTAMO	-2,716,656	-3,547,512	-4,493,911	-5,569,918	-6,792,576	-8,181,360	-9,758,360	-11,548,609	-13,578,532	-15,881,910
COSTO DE FINANCIAMIENTO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FLUJO	830,856	946,399	1,076,007	1,222,658	1,388,784	1,677,000	1,790,249	2,029,924	2,303,378	2,605,589
TASA ACTIVA (CPP)	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%
TASA PASIVA	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%
EVALUACIÓN FINANCIERA										
VALOR PRESENTE NETO (VPN)	102,067	96,084	90,283	84,783	79,589	74,691	70,075	65,666	61,580	57,570

CASO 4

ANÁLISIS FINANCIERO

CUOTAS : AUTOMOVILES \$ 20.00

AUTOBUSES DE PASAJEROS \$30.00

CAMIONES DE CARGA LIGERA \$40.00

CANTIDADES EN MILES DE PESOS

AÑOS DE CONCESIÓN

INGRESOS

	23	24	25	26	27	28	29	30	
CUOTAS DE PEAJE	2,584,290	2,928,000	3,317,424	3,758,842	4,258,541	4,824,927	5,466,642	6,193,708	
PRESTAMO BANCARIO									
APORTACIÓN DE CAPITAL									
APORTACIÓN GOBIERNO FEDERAL									
PRODUCTOS FINANCIEROS	390,838	444,845	504,760	572,453	648,121	735,981	834,393	945,893	
OTROS INGRESOS	12,921	14,640	16,587	18,793	21,293	24,125	27,333	30,969	
TOTAL	2,988,049	3,387,485	3,838,772	4,349,888	4,928,965	5,685,032	6,328,368	7,170,667	
EGRESOS									
COSTO DE CONSTRUCCIÓN									
COSTO DE OPERACIÓN	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152	14,152	
COSTO DE MANTENIMIENTO MENOR	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513	5,513	
COSTO DE MANTENIMIENTO MAYOR									
SEGUROS	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750	
TOTAL COSTOS FIJOS	22,415								
BALANCE	2,965,634	3,365,070	3,816,356	4,327,473	4,906,539	5,662,617	6,306,953	7,148,162	
PRESTAMO									
PAGO DEL PRESTAMO	-18,487,499	-21,453,133	-24,818,203	-28,634,560	-32,962,033	-37,868,572	-43,431,189	-49,737,142	
COSTO DE FINANCIAMIENTO	0	0	0	0	0	0	0	0	
FLUJO	2,965,634	3,365,070	3,816,356	4,327,473	4,906,539	5,662,617	6,306,953	7,148,162	
TASA ACTIVA (CPP)	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	21.0%	
TASA PASIVA	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	
EVALUACIÓN FINANCIERA								TOTAL	
VALOR PRESENTE NETO (VPN)	54,153	50,783	47,598	44,605	41,797	39,162	36,690	34,372	278,806