

26
2y



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

OBRAS VIALES INDUCIDAS Y COMPLEMENTARIAS
EN LA CONSTRUCCION DEL METRO LIGERO
LINEA PANTITLAN — LA PAZ

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A N :
MAURA CASTILLO QUIROZ
FRANCISCO REYES BUSTAMANTE
SERGIO SANCHEZ APARICIO

DIRECTOR DE TESIS: ING. OSCAR E. MARTINEZ JURADO

MEXICO, D. F.

RECIBO CON
FALLA DE ORIGEN

1991



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

	PAG.
INTRODUCCION.	1
CAPITULO I: ANTECEDENTES.	4
.1 PLAN DE TRNSPORTE DE SUPERFICIE.	15
.2 PLAN DE VIALIDAD.	16
.3 PLAN DE ESTACIONAMIENTOS.	17
.4 PLAN MAESTRO DEL METRO.	19
CAPITULO II: SITUACION ACTUAL DEL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO "METRO".	27
II.1 SERVICIO DE TRANSPORTE COLECTIVO METRO.	28
.1 MODELO DE GENERACION DE VIAJES.	30
.2 MODELO DE DISTRIBUCION DE VIAJES.	30
.3 MODELO DE ASIGNACION DE VIAJES.	31
II.2 METRO LIGERO.	36
II.3 TRAZO DE LA LINEA "A" PANTITLAN-LA PAZ.	41
II.4 OBRAS VIALES INDUCIDAS Y COMPLEMENTARIAS EN LA LINEA PANTITLAN-LA PAZ.	45
CAPITULO III: ALTERNATIVAS DE SOLUCION.	51
III.1 REURBANIZACION VIAL.	53
III.2 PUENTES PEATONALES.	54
III.3 PUENTES VEHICULARES.	57

	PAG.
CAPITULO IV: ANALISIS Y EVALUACION DE ALTERNATIVAS.	61
CAPITULO V: SELECCION DE LAS ALTERNATIVAS OPTIMAS.	120
CAPITULO VI: CONCLUSIONES.	127
BIBLIOGRAFIA.	129

INTRODUCCION.

La época actual en que vivimos, se manifiesta como una época de grandes y constantes cambios en todos los ámbitos de la vida humana, los cuales, surgen como el resultado de las necesidades creadas por el excesivo crecimiento y desarrollo de la población que habita en el planeta.

México, nuestra Ciudad capital, al igual que otras ciudades del mundo, tiene que hacer frente a los problemas que representa el tener un crecimiento demográfico de grandes dimensiones. Uno de los problemas de mayor importancia que debe resolver en forma prioritaria, es el del transporte, ya que el sistema que en el presente se tiene instalado se vuelve conflictivo en algunos puntos de la Ciudad al quedar estos saturados, principalmente en lo que se conoce como horas pico.

En el presente trabajo, se pretende dar un enfoque general de la situación actual del Sistema de Transporte Colectivo Metro, que ha representado un sistema de gran importancia para dar solución al transporte masivo de la población de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (Z.M.C.M), y esencialmente se planteará la importancia que representan las obras de reurbanización vial, puentes peatonales y puentes vehiculares dentro de las Obras

Inducidas y Complementarias, en el proyecto y la construcción de la Línea " A " del Metro Ligero " Pantitlán-La Paz " ; haciendo para ello el análisis y la evaluación de las alternativas viables para cada una de las obras citadas.

En la realización de las distintas etapas del análisis y específicamente en la evaluación de alternativas, se tomaron en cuenta aspectos tales como: el social, la seguridad, el económico y el técnico-constructivo para llegar a la selección considerada como óptima y por lo tanto la ejecutable.

Un propósito más de éste trabajo es el de contribuir, aunque en pequeña parte a complementar la información que sobre este tema tiene la biblioteca de nuestra Facultad, con el fin de ayudar a la actualización tanto de ésta como a la de sus lectores.

CAPITULO I

A N T E C E D E N T E S

I.- ANTECEDENTES.

La historia del transporte en la Ciudad de México, se ha venido desarrollando, conforme ha crecido la mancha urbana, desde una vía acuática en la época prehispánica, hasta una red vial constituida por un gran número de avenidas importantes en la era actual (ver figs. 1 y 2).

En 1521, los españoles quedaron impresionados ante el sistema de transportación con el que se encontraron, basado en barcas y canoas, que lograba resolver el transporte de los habitantes de la Ciudad y de los poblados aledaños a ella, asentados en terrenos formados por chinampas. En ese entonces la comunicación en el "núcleo" central, integrado por Tenochtitlan y Tlatelolco, con las poblaciones de Azcapotzalco, Tacuba, Culhuacán, Xochimilco y Coyoacán se efectuaba forzosamente sobre agua. Sin embargo, en tierra firme se contaba con una traza definida de calles que orientaron el crecimiento de la Ciudad.

La conquista y la ganancia de tierras a las aguas, produjo un cambio en los modos de transportación, surgieron nuevas vías de comunicación terrestre para el uso de carrozas y carretelas de tracción animal. No obstante, se conservaron las características principales de la traza original. En el siglo XVIII quedaron construidas las primeras calles empedradas, y en el siglo XIX se inauguró el primer tramo de ferrocarril entre La Villa y el "Centro" de la Ciudad.

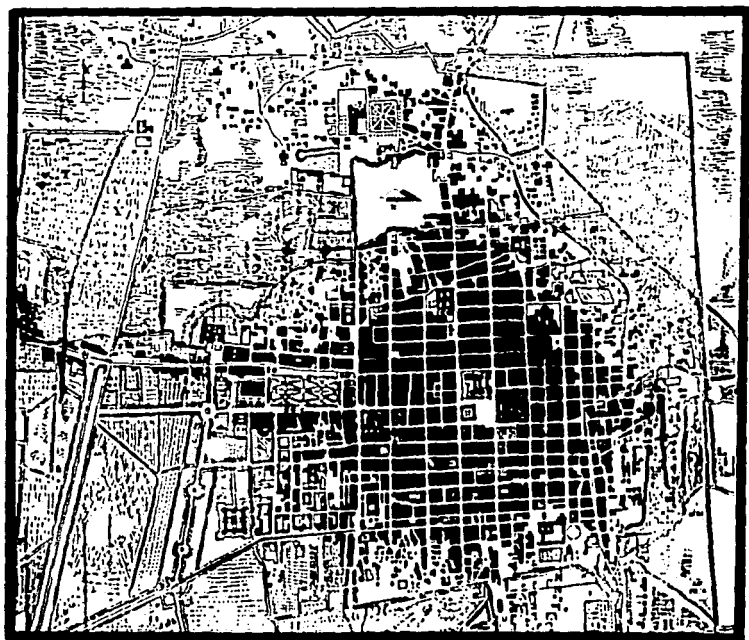


Fig. 2 Plano de la Ciudad de México. Principios del siglo XIX.

Asimismo, se construyeron la Maestranza de Talleres y las estaciones Colonia y Buena Vista.

A principios del presente siglo, el transporte urbano adquirió una nueva imagen con la aparición de los tranvías que funcionaban con energía eléctrica, esta nueva modalidad vino a convertirse en el principal sistema de comunicación de los habitantes. Las líneas de tranvías que partían del Zócalo hacia Tacuba, Azcapotzalco, Santa María, Tlalpan, Xochimilco y La Villa principalmente, constituyeron verdaderos nervios para la urbanización actual.

Entre 1916 y 1918, para suplir la deficiente transportación que ya era notoria, aparecieron los autobuses. Inicialmente el servicio se caracterizaba por la operación de automóviles adaptados con carrocerías para diez personas. No existían horarios ni rutas fijas, cada propietario elegía a su criterio tanto el periodo de operación como el itinerario, en función de la demanda. Generalmente los primeros trayectos siguieron los mismos recorridos que los tranvías. Esta situación se prolongó hasta 1922, año en que fue agrupado el servicio en 29 líneas con un total de 1457 autobuses, para 1945 el total llegó a 1957 unidades; cinco años después se habían incorporado 1400 más y para 1979, el total de autobuses ascendió a 7800. En 1985, el sistema es operado por el Departamento del Distrito Federal (D.D.F.), a través de la empresa Autotransportes Urbanos de Pasajeros Ruta 100; el cual durante este año operó con 6543 unidades, distribuidas en 220 rutas.

Otro modo de transporte que apareció en la segunda década del siglo en curso es el Taxi. Al principio funcionó sin itinerario fijo y posteriormente quedó adoptada la modalidad de "pesero", es decir, de ruta fija, en 1935 el total de Taxis llegó a 4538. Para 1945 había 4560, cinco años después su número era de 5109 y para 1980 operaban en la Ciudad de México alrededor de 60 mil Taxis, en 1985 se tenían ya 90 mil Taxis existentes.

Por otra parte, el primer automóvil particular apareció en 1898, el crecimiento de este medio de transporte fué explosivo, a tal grado que en 1925 ya circulaban 15 mil unidades, en 1945 llegaban a 45 mil, en 1950 ascendieron a 55 mil, en 1960 a 192 mil, en 1970 a 600 mil y en 1985 alcanzaban una cifra superior a los 2 millones.

La expansión del transporte ha sido el resultado del excesivo crecimiento urbano, que a su vez, es generado por el gran aumento demográfico, que ha adquirido considerables proporciones (ver figs. 3, 4, " Población área metropolitana" y 5 " Conformación de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México " (Z.M.C.M.)) alcanzando una tasa de crecimiento superior al 5% entre los años 1950 y 1964, es decir, que la población llegó en 1950 a una suma de 3.1 millones de habitantes y en 1964 superó los 6 millones, al mismo tiempo que el área urbana aumentó de 200 Kms. a 320 Kms. y el número de vehículos automotores de 130 mil a 450 mil o sea, 3.5 veces más en dicho periodo.

INCREMENTO DEL AREA URBANA DE LA CIUDAD DE MEXICO.

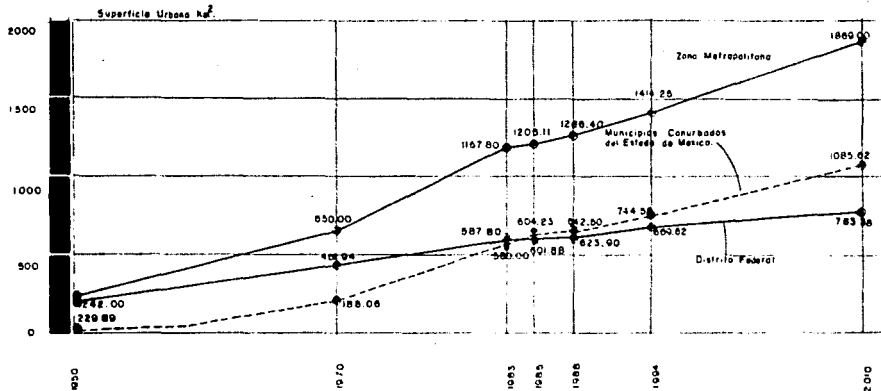


Fig. 3

ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO TENDENCIA CATASTROFICA DE INCREMENTO DEMOGRAFICO.

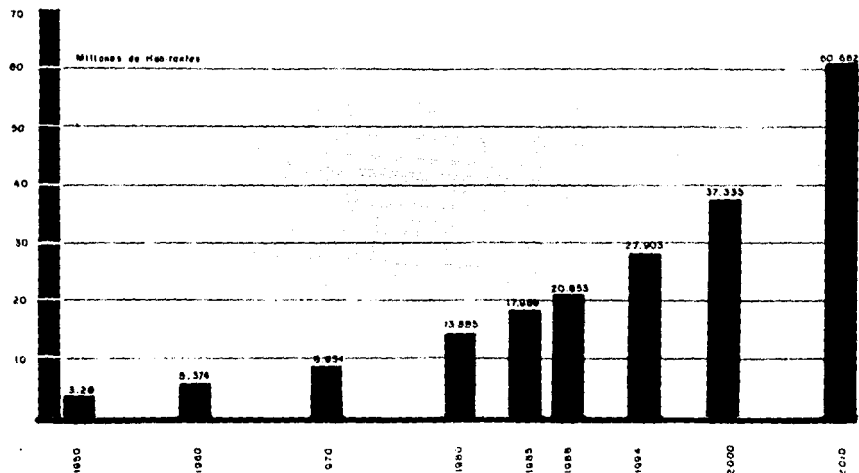


Fig. 4

ESTADO DE MEXICO

- 27. - MELCHOR OCAMPO
- 28. - MEXICALCO
- 29. - NEZAHUALCOYOTL
- 30. - NEZAHUALCOYOTL
- 31. - NEZAHUALCOYOTL
- 32. - NEZAHUALCOYOTL
- 33. - OTUMBA
- 34. - QUERETERO
- 35. - QUERETERO
- 36. - QUERETERO
- 37. - SAN MARTIN DE LAS MARSADES
- 38. - TECAMAC
- 39. - TEMASCALAN
- 40. - TEMASCALAN
- 41. - TEMASCALAN DEL VALLE
- 42. - TETIQUAN
- 43. - TOLTEPEC
- 44. - TEMECLAVALTEPEC
- 45. - TEMECLAVALTEPEC
- 46. - TEMECLAVALTEPEC
- 47. - TEPIC
- 48. - TEPIC
- 49. - TEPIC
- 50. - TEPIC
- 51. - TEPIC
- 52. - TEPIC
- 53. - TEPIC

DISTRITO FEDERAL

- 1. - IZTAPALAPA
- 2. - MEXICALCO
- 3. - MEXICALCO
- 4. - MEXICALCO
- 5. - MEXICALCO
- 6. - MEXICALCO
- 7. - MEXICALCO
- 8. - MEXICALCO
- 9. - MEXICALCO
- 10. - MEXICALCO
- 11. - MEXICALCO
- 12. - MEXICALCO
- 13. - MEXICALCO
- 14. - MEXICALCO
- 15. - MEXICALCO
- 16. - MEXICALCO
- 17. - MEXICALCO
- 18. - MEXICALCO
- 19. - MEXICALCO
- 20. - MEXICALCO
- 21. - MEXICALCO
- 22. - MEXICALCO
- 23. - MEXICALCO
- 24. - MEXICALCO
- 25. - MEXICALCO
- 26. - MEXICALCO
- 27. - MEXICALCO
- 28. - MEXICALCO
- 29. - MEXICALCO
- 30. - MEXICALCO
- 31. - MEXICALCO
- 32. - MEXICALCO
- 33. - MEXICALCO
- 34. - MEXICALCO
- 35. - MEXICALCO
- 36. - MEXICALCO
- 37. - MEXICALCO
- 38. - MEXICALCO
- 39. - MEXICALCO
- 40. - MEXICALCO
- 41. - MEXICALCO
- 42. - MEXICALCO
- 43. - MEXICALCO
- 44. - MEXICALCO
- 45. - MEXICALCO
- 46. - MEXICALCO
- 47. - MEXICALCO
- 48. - MEXICALCO
- 49. - MEXICALCO
- 50. - MEXICALCO
- 51. - MEXICALCO
- 52. - MEXICALCO
- 53. - MEXICALCO

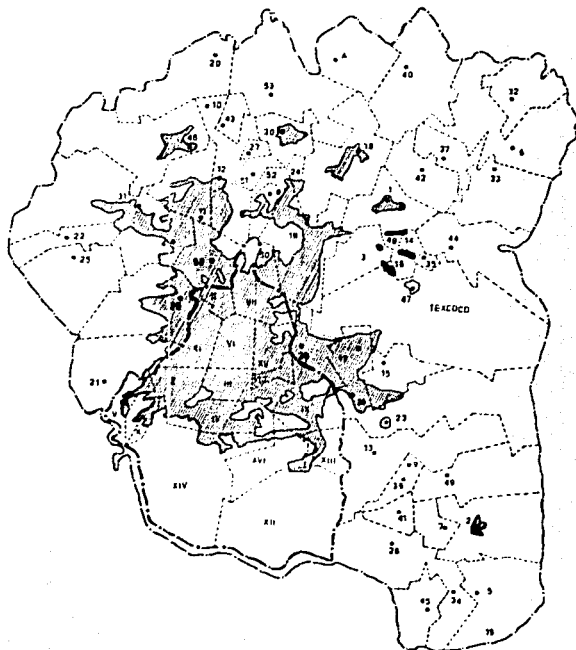
ESTADO DE HIDALGO

- A. - TIZAYUCA

METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO



N



SIMBOLOGIA

En 1965 la población ascendía a 6.3 millones de habitantes y a más de 1 millón en las zonas periféricas. Para este año en el Registro de la Dirección de Tránsito habían 309,710 vehículos, el 80% de los cuales circulaba diariamente por la Ciudad; 247,809 vehículos transportaban a 8'323,120 pasajeros por día, además de los transportes de carga, camionetas, remolques, bicicletas y motocicletas cuyo número llegaba a 450 mil. El 76% de la población se transportaba en medios masivos y el 24% en taxis y vehículos particulares.

Por la zona céntrica de la Ciudad, circulaban 4 mil unidades de transporte urbano, correspondientes a 65 de las 91 líneas de autobuses y transportes eléctricos, además de 150 mil automóviles que acudían al "Centro" y se estacionaban en las calles; sumándose a todo lo anterior el hecho de que el 40% del total de viajes diarios en la Ciudad se realizaban en ésta área, dando origen a que la velocidad de autobuses y tranvías en algunas horas fuera menor a la de los peatones.

Como solución a los congestionamientos que se generaban en toda la Ciudad, las autoridades del Departamento del Distrito Federal contruyeron tres vías rápidas de circulación continua; Viaducto Miguel Alemán, Anillo Periférico y la Calzada de Tlalpan, destinadas principalmente al tránsito de automóviles, por lo que con estas medidas el transporte masivo no tuvo ningún adelanto, siendo únicamente el derecho de vía para la circulación de tranvías lo que significó algo en favor del transporte colectivo.

La red vial de la Ciudad de México en 1965, estaba formada por una cantidad considerable de avenidas importantes y las tres arterias de tránsito rápido antes mencionadas, así como numerosos pasos a desnivel para la solución local de problemas viales.

Estas soluciones adaptadas a la Ciudad de México, similares a las de otras grandes urbes, principalmente encausadas al tránsito de automóviles demostraron:

- a) Que las vías rápidas por sí mismas no son útiles para resolver el problema del tránsito masivo.
- b) Que el aumento de transportes sin planeación, sólo agrava los problemas de tránsito, las pérdidas de tiempo y el desgaste excesivo de los vehículos aumentando también los problemas de contaminación.

Por este motivo y para remediar tal situación, el D.D.F. inició la reestructuración del transporte urbano, con base en una futura red de Transporte Metropolitano que constituyera la columna vertebral de todo el sistema. Para tal efecto, el 29 de abril de 1967 se creó el organismo público Sistema de Transporte Colectivo (S.C.T. "METRO"), y el 19 de junio de este mismo año se inició la construcción del mismo. El 5 de septiembre de 1969 se inauguró la primera línea del Metro y el 20 de noviembre de 1970, se tenían operando las tres primeras líneas con una longitud de 39.1 Kms. 35 estaciones de paso, 6 de transbordo y 6 terminales,

es decir, se habían construido aproximadamente 40 Kms. de red en 40 meses.

En el período de 1971 a 1976 se construyeron únicamente 1.7 Kms. de vía para la línea "1", y se suministraron 10 trenes, esto sumado a lo anterior daba 40.8 Kms. de red y 69 trenes en operación. Inicialmente, el Metro transportaba 248 mil pasajeros al día, elevándose este número hasta 850 mil en 1970 y a 2.3 millones en 1977.

Con el aumento de la población, siguió creciendo la problemática del transporte de sus habitantes, los 40.8 Kms. con los que contaba el Metro, no impidieron que nuevamente se retornara a situaciones críticas, por ello el Gobierno creó en agosto de 1977 la Comisión Técnica Ejecutiva del "Metro", que en 1978 se transformó en la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano del Distrito Federal; quien se abocó a reanudar las obras de ampliación del Metro, mostrando también la problemática del transporte en forma integral con la participación de todos los medios de transportación. Esto dió origen al Plan Rector de Vialidad y Transporte, cuyo objetivo principal consiste en la implantación de un sistema integral y coordinado de transportación, orientado por una política social que garantice la prestación de un servicio eficiente de transporte. Para tal efecto considera la reducción y desaliento del uso del automóvil, haciendo deseable y posible el uso del transporte colectivo.

El Plan Rector de Vialidad y Transporte contempla:

1.- PLAN DE TRANSPORTE DE SUPERFICIE.

Las acciones básicas del Plan de Transporte de Superficie consistieron en la implantación de una estructura de transporte colectivo de gran regularidad, capacidad y comodidad, funcionando en una red ortogonal de calles principales, que modificó radicalmente la situación anterior, caracterizada por autobuses escasos, lentos, de mal aspecto y de complicados recorridos. Las 534 rutas de autobuses que circulaban en la Ciudad de México quedaron integradas en sólo 76 rutas directas, con recorridos a lo largo de la Ciudad, de Norte a Sur y de Oriente a Poniente, más 47 rutas periféricas del Sistema Alimentador de la Red Ortogonal (S.A.R.O.), que permite comunicar prácticamente cualquier punto de la Ciudad con un mínimo de transbordos.

El Departamento del Distrito Federal emprendió una activa participación en el Sistema de autobuses a través de la Ruta 100, ampliando la capacidad diaria. Con el decreto de la municipalización del transporte urbano de superficie (25 de septiembre de 1981), todos los equipos e instalaciones, hasta entonces propiedad de la Alianza de Camioneros de México, pasaron a formar parte de los activos de la Ruta 100. De esta manera, la empresa estatal hasta la fecha ha tenido a su cargo casi la totalidad del transporte colectivo de superficie, en lo que a autobuses se refiere, en la zona metropolitana.

El Plan de Transporte incluye también la operación de vehículos colectivos de capacidad intermedia (microbuses) en zonas de baja densidad de pasaje, rutas escolares que cubran las necesidades de transporte de los centros educativos de nivel medio superior y rutas expreso, con un mínimo de paradas, que comuniquen las principales zonas generadoras de viajes con autobuses que utilicen las vías preferenciales. Para aliviar la situación vial, se pusieron en operación cuatro terminales periféricas de autobuses foráneos con el fin de que estas no penetren en las zonas más congestionadas. Estas terminales, actualmente han quedado ahogadas en la gran mancha urbana que ha tenido un gran crecimiento. De la misma manera, los autobuses suburbanos fueron limitados en sus recorridos a efecto de concentrarlos en puntos de intercambio modal constituidos generalmente por las terminales del Metro, que cuentan además con un paradero para estos autobuses, taxis colectivos y estacionamientos para autos particulares; asimismo, el Plan Rector de Vialidad y Transporte considera la coordinación con el ferrocarril suburbano.

2.- PLAN DE VIALIDAD.

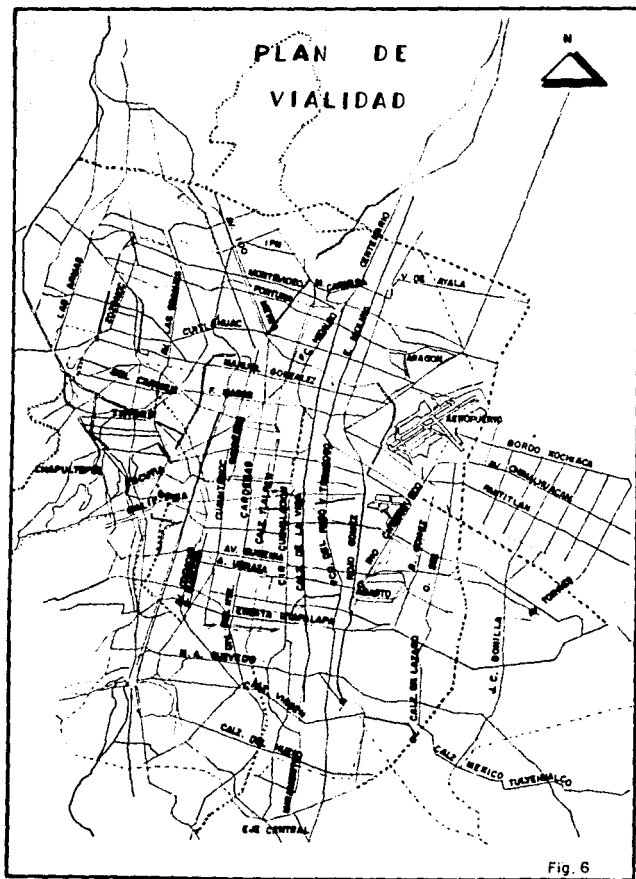
El Plan de Vialidad pretende establecer una estructura jerarquizada de arterias continuas y regulares, que satisfagan las necesidades de movilidad de la Ciudad y que sea congruente con las expectativas de desarrollo urbano. Por este motivo la vialidad primaria se compone de una red de

arterias de acceso controlado, que consta de dos anillos concéntricos, denominados Anillo Periférico y Circuito Interior y arterias radiales de penetración que en la actualidad están parcialmente construidas y que se integran a los viaductos existentes: Miguel Alemán y Tlalpan. Asimismo se considera una red ortogonal de avenidas preferenciales, que comunican los centros urbanos previstos en el Plan de Desarrollo Urbano, y una red secundaria de calles que permitan el acceso domiciliario. Con el fin de resolver problemas específicos, el Plan contempla también la construcción de obras puntuales, tales como: puentes, distribuidores y remodelación de intersecciones conflictivas.

El Plan establece la conclusión del Anillo Periférico y del Circuito Interior, así como la construcción de 34 ejes viales, 17 de oriente a poniente y 17 de norte a sur con una longitud total de 533 Kms. (ver fig. 6). Estas arterias cuentan con carriles preferenciales, uno de los cuales opera de acuerdo al sentido de la circulación general y otro en sentido contrario, ambos destinados al tránsito de autobuses colectivos. Con esto último se desean hacer más rápidos los trayectos tanto de los trolebuses como de los autobuses, repercutiendo esto en un mejor servicio para el usuario.

3.- PLAN DE ESTACIONAMIENTOS.

Este Plan pretende articular el transporte individual con los servicios colectivos, a través de la construcción de



El Metro con sus grandes ventajas, por sí solo, no resuelve el problema del transporte urbano, forma parte de un todo constituido por el transporte de superficie: autobuses, trolebuses, tranvías y taxis.

Fue en 1965 cuando se tomó la decisión de construir el Metro de la Ciudad de México, partiendo de estudios iniciados en 1958: se analizaron los problemas técnicos, económicos y financieros apoyados en una investigación colectiva de otras tantas ciudades, para conocer sus orígenes, desarrollo y experiencias acumuladas con objeto de definir lo más conveniente para el Distrito Federal, adaptándolas a sus características propias.

Después de analizar una serie de alternativas de trazo propuestas, se seleccionó una que cubriera las necesidades más urgentes de transporte colectivo y solucionara al mismo tiempo los problemas de congestión del primer cuadro y zona central de la Ciudad.

Se construyeron dos líneas básicas. La línea "1" con un recorrido de oriente a poniente desde la Calzada Ignacio Zaragoza hasta la Avenida Observatorio en Tacubaya, con una extensión de 17 Kms. Esta línea con excepción de la terminal Observatorio es subterránea y cuenta con 19 estaciones. La línea "2" con un recorrido de poniente a oriente que conecta Tacuba con el Zócalo para continuar al sur hasta Taxqueña, tiene una extensión de 19 Kms. de los cuales 9 son de vía

superficial y el resto subterráneo: cuenta con 22 estaciones. La línea "3" con un trazo de norte a sur de Tlatelolco a Hospital General, contaba con 6 Kms. de extensión totalmente subterránea y 7 estaciones.

En esta primera etapa se crearon 3 estaciones de correspondencia: Pino Suárez (Línea "1" con Línea "2"), Balderas (Línea "1" con Línea "3"), e Hidalgo (Línea "2" con Línea "3").

Con la puesta en operación de estas líneas, se estimó que podía transportarse un máximo de 1.5 millones de pasajeros al día. Esta cifra se registró en 1973, es decir, a los tres primeros años de operación del sistema. En este período se tuvo el inconveniente de que la Línea "3" por su corta longitud no prestaba un servicio adecuado, y existía una sobrecarga de pasajeros por falta de una estación más de correspondencia en el primer cuadro, causando una insuficiencia en el servicio, esto se solucionó provisionalmente aumentando el número de trenes, lo cual dió origen a la fabricación del equipo rodante en las instalaciones de Constructora Nacional de Carros de Ferrocarril (C.N.C.F.) en Ciudad Sahagún, Hidalgo, con un porcentaje cada vez mayor de integración de partes nacionales.

Debido a la rapidez y eficiencia del servicio, el número de pasajeros siguió en aumento llegando en 1977 a

transportar 2.3 millones de pasajeros al día cifra record que saturó aún más el sistema por lo que se inició su ampliación el 27 de agosto de 1977.

En este mismo año (1977), se procedió al análisis y actualización de los problemas de vialidad y transporte tomando en cuenta el crecimiento demográfico, territorial y el número de vehículos registrados de 1965 a 1977, así como también las obras viales realizadas durante ese periodo. Se estableció así un diagnóstico de la problemática urbana que se puede resumir en la forma siguiente:

- Crecimiento incontrolado de la mancha urbana.
- Desplazamientos de población a lugares cada vez más alejados entre sí, debido a la segregación de la vivienda, los lugares de trabajo y los de servicio.
- Escasez de áreas verdes.
- Inmigrantes que se acumulan en la periferia de la ciudad.
- Densidades de población inadecuada que provocan sobre o subutilización de la infraestructura urbana.

Con base en estos puntos y contando con la experiencia obtenida en la construcción y en los años de operación de las líneas del Metro, el Plan Maestro propuso como metas la realización de los siguientes objetivos:

- Definir una política de ampliación de las líneas que introduzca a la utilización del transporte masivo.
- Definir las reservas territoriales, destinadas a las edificaciones necesarias para una adecuada operación del sistema y preservar los derechos de vía.
- Propiciar la reestructuración urbana y el ordenamiento del uso del suelo.
- Disminuir la contaminación ambiental.
- Impulsar el desarrollo de la tecnología y de la industria nacional, relacionados con la operación del sistema a fin de sustituir importaciones y generar empleos.
- Crear más opciones de traslado a los centros de trabajo, recreación y servicio.
- Elaborar una planeación económica y financiera que equilibre la operación y administración del sistema.

En 1978, se actualizó el Plan Maestro del Metro que previó la dotación a los habitantes de la Ciudad para el año 2000, con una red de 378 Kms. de longitud, en la que operarían 807 trenes en 21 líneas y tendría una capacidad de transportación de 24 millones de pasajeros por día. Posteriormente en 1980, se formuló la versión vigente del Plan Maestro, que contemplaba para fines del siglo una red de

444 Kms. que requeriría de 682 trenes y que estará en posibilidad de transportar 26.33 millones de usuarios diariamente: sin embargo, el análisis detallado de movilidad urbana y la exigencia de optimizar el servicio en toda la red, condujo en 1985, a modificar los alcances para construir 15 líneas con un total de 315 Kms. de longitud para el año 2010.

Esto último en base a la respuesta de las necesidades actuales y futuras de transporte y desarrollo de nuevas técnicas de construcción así como los costos asociados a estos tipos de obras.

En resumen, el Plan Maestro del Metro se propone tener una base de ordenación del área urbana, que sea el punto de partida del desarrollo ininterrumpido que resuelva, por una parte, la deficiente transportación actual, y por otra parte acciones a mediano y largo plazo, adaptándolas a la dinámica de una urbe que se presenta como la más grande del mundo en razón a su crecimiento demográfico, económico y social.

CAPITULO II

SITUACION ACTUAL DEL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO "METRO"

II.- SITUACION ACTUAL DEL SISTEMA DE TRANSPORTE
COLECTIVO "METRO"

Como ya se mostró, el Plan Rector de Vialidad y Transporte es el documento con que se cuenta para realizar todas las acciones tendientes a operar, tanto la vialidad existente y la futura, como el transporte en nuestra Metrópoli; contemplando para su realización 4 grandes planes:

- a) Plan de Vialidad.
- b) Plan de Transporte de Superficie.
- c) Plan de Estacionamiento.
- d) Plan Maestro del "Metro".

Dentro de estos planes, el del Metro es el que por su naturaleza es de mayor importancia, debido a que es el Metro actualmente, el único sistema de transportación masiva que puede movilizar el mayor número de pasajeros en buenas condiciones de seguridad y confort que cualquier otro sistema, y los demás deben servir como complementarios para proporcionar un servicio eficiente para los usuarios.

No fue sino hasta el año de 1967, después de muchos estudios cuando se inició la primera etapa de construcción del Metro que culminó con la puesta en operación de 40.8 Km.

Desgraciadamente la construcción de más líneas de este sistema, se suspendió durante 6 años, por diversas razones de tipo político y económico, lo que significó un atraso en el servicio de la transportación masiva en nuestra Ciudad, y aumentó considerablemente uno de los más grandes problemas de nuestra Metrópoli, "el tráfico". En base a la magnitud de este problema y atendiendo a la creciente demanda de servicios, se consideró imprescindible continuar con la ampliación de las líneas del Metro.

II.1.- SERVICIO DE TRANSPORTE COLECTIVO

"METRO".

El Plan Maestro del Metro vino a constituir lo que se ha llamado la columna vertebral del Sistema de Transporte Colectivo en la Ciudad de México, y a efecto de continuar la ampliación de la red del Metro, se llevó a cabo una revisión del Programa Maestro. Cuya versión 1985, consideró los planes parciales de desarrollo urbano del Distrito Federal y del Estado de México, así como las metas y estrategias en materia de Vialidad y Transporte. Con todo ello, fue posible elaborar el diagnóstico de la transportación y construir los escenarios que, probablemente se presentarían a corto, mediano y largo plazo; es decir, en 1988, 1994 y al 2010 respectivamente.

Del análisis de dichos escenarios se vió la conveniencia de complementar el sistema de gran capacidad de transportación como el Metro (50 mil pasajeros/hora/sentido), con otros de capacidad intermedia, como el Metro Ligero (40 mil pasajeros/hora/sentido).

Así, para el análisis de las líneas se estudiaron hasta 40 trazos posibles que obedecían a requerimientos específicos: Por densidad demográfica, por uso del suelo y por origen y destino. Al evaluar las alternativas para la ampliación del Metro de la Ciudad de México se desarrollaron diferentes elementos de investigación, de operación y análisis de sistemas, para determinar los factores económicos y técnicos de las alternativas propuestas. Los procedimientos de evaluación, permitieron simular cada alternativa con la ayuda de la computadora empleando modelos que responden a las necesidades previstas.

La construcción de estos modelos, consideró la correlación existente entre los viajes producidos y las características de las zonas en que se producen, es decir, zonas habitacionales, comerciales, industriales y otras, así como la población residente, la tendencia de vehículos y otras variables particulares de cada uno de los 34 sectores en que se dividió la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Se construyeron 3 modelos básicos:

1) MODELO DE GENERACION DE VIAJES.

Este modelo se basa en una zonificación realizada sobre el Área Metropolitana de la Ciudad, debiendo predecir el número de viajes que se generarán en cada zona para cada horizonte del proyecto. El modelo calcula el número de viajes que se generan por día y en la hora de máxima demanda, en concordancia con el crecimiento de la población y el número de vehículos particulares de cada zona. Considera también la accesibilidad actual y futura de las diferentes regiones del área urbana, permitiendo así reproducir las políticas y estrategias de planeación establecidas en el Plan de Desarrollo Urbano de la Ciudad de México.

2) MODELO DE DISTRIBUCION DE VIAJES.

Con los viajes diarios u horarios resultantes del modelo anterior, se pueden calcular los destinos de los viajes generados en cada zona mediante este modelo, obteniendo finalmente la matriz origen-destino del área analizada, incluyendo todas las subdivisiones involucradas; las expresiones anteriores, se calibran con información veraz y confiable obtenida a través de encuestas, aforos y otro tipo de mediciones similares.

3) MODELO DE ASIGNACION DE VIAJES.

Permite determinar en cada movimiento origen-destino el mejor recorrido sobre el Sistema de Transporte Planteado, obtiene las captaciones de las líneas de transporte, simulando el movimiento de pasajeros entre diferentes zonas de la Ciudad, a una hora seleccionada del día, suponiendo que los viajes entre las diferentes zonas se afectan por la ruta de menor esfuerzo a través de la red vial.

Este modelo se está aplicando con múltiples propósitos tales como:

- Selección de ampliaciones de la red del Metro intentando encontrar la alternativa que reduzca el total de horas hombre dedicadas al transporte, y el incremento del sistema sin crear perturbaciones de confluencia vial.
- Análisis del comportamiento de las líneas de superficie con objeto de optimizar la planta de equipo rodante, permitiendo definir frecuencias de ubicación de líneas.
- Comparación de alternativas de utilización de transporte para el boleto único modal.

- Análisis operativo de cada línea del Metro, estudiando los congestionamientos en las estaciones y la ocupación de vagones bajo diferentes condiciones de frecuencia de paso.

En resumen, el Plan Maestro recomendó la integración de una red, al año 2010, de 315 Km. compuesta por 15 líneas y 838 trenes para atender 14 millones de viajes/persona/día. Asimismo definió la jerarquización y las acciones más importantes referentes a las reservas territoriales, los derechos de vía y las áreas para terminales, talleres y estaciones, así como las futuras estrategias que habría de considerar para estar acordes con los Planes de Vialidad y Desarrollo Urbano.

Las obras del Metro de la Ciudad de México, se han desarrollado como a continuación se muestra:

PERIODO	LINEA	LONG.(EN Km.)	NUM.DE EST.	NUM. DE TRENES
		PARCIAL ACUM.	PARCIAL ACUM.	PARCIAL ACUM.
1967-1970	1,2 y 3	39.1	39.1	47 47 59 59
1971-1976	1*	1.7	40.8	1 48 10 69
1977-1982	3*,4 y 5	37.5	78.3	32 80 81 150
1983-1988	1*,2* 3*,6, 7 y 9	62.31	104.6	46 125 91 240

* Ampliación de Líneas.

Ver figura 8: "Red Actual del Metro".

Como apoyo al sistema Metro, durante el periodo de 1983-1988, se realizaron 13 Km. de la obra del tren ligero de Taxqueña a Xochimilco, cuya capacidad de transportación es de 10 a 30 mil/pasajeros/hora, esta capacidad está en función de la operación del sistema. Posteriormente, por acuerdo presidencial (de 1988) se dispuso continuar con las obras de ampliación de la red del Metro con las líneas: "8" que irá de la estación Salto del Agua de la línea "1" a Constitución de 1917 en Iztapalapa con 17.8 Km. de longitud, misma que tendrá 11 estaciones de paso, 3 de correspondencia, una terminal provisional y una definitiva. Línea "10", de la estación Guerrero de la línea "3" a Ciudad Azteca dentro del Municipio de Ecatepec en el Estado de México, con una longitud de 20.5 Km., 3 estaciones de correspondencia, 14 de paso y 2 terminales.

Finalmente y ya en construcción se tiene la línea " A " Pantitlán-La Paz, (Ver fig. 9 "Red Quinta Etapa"), de lo que inicialmente se denominó como Metro Ligero.

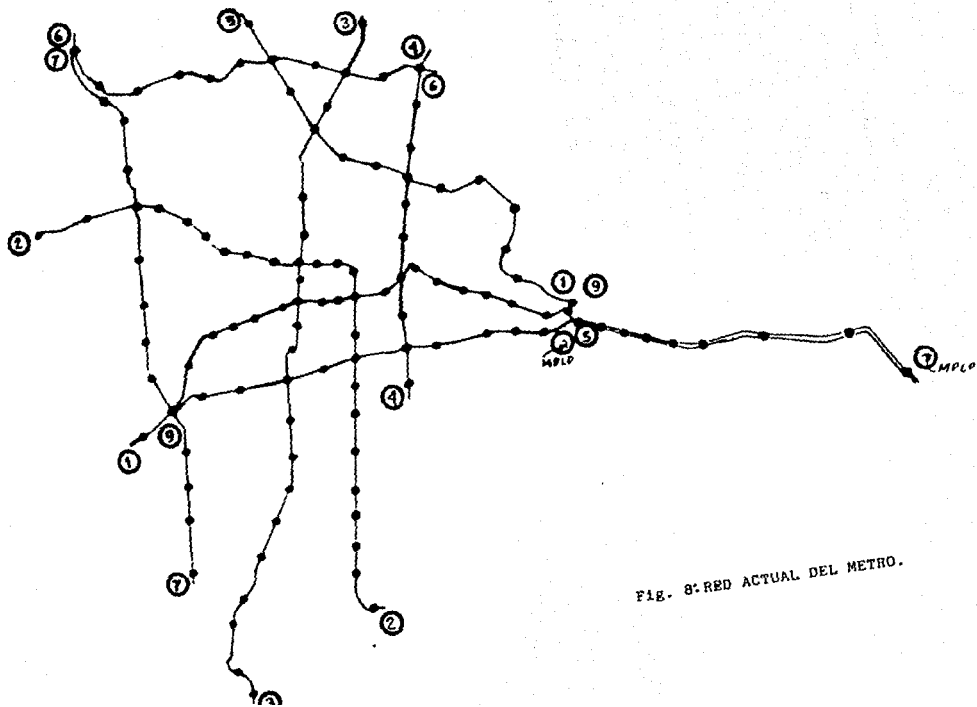
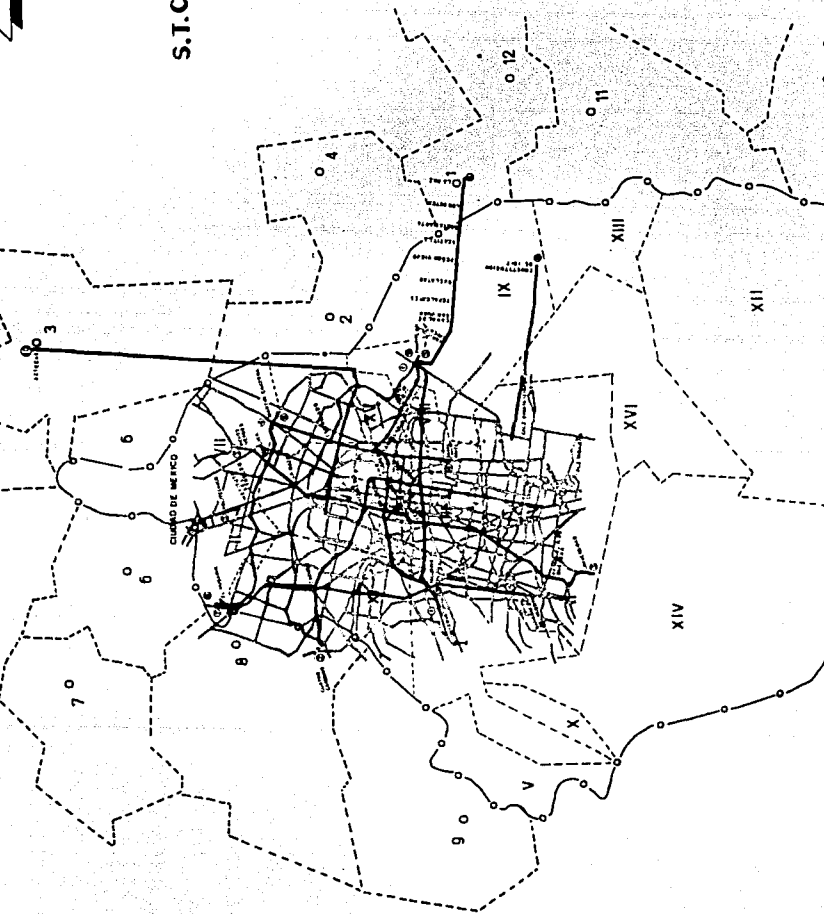


FIG. 8: RED ACTUAL DEL METRO.

NORTE

S.T.C. " M
50 ET/



MEXICO

JALISCO

FEDERAL

GUANAJUATO

QUERETARO

MADRID

CONTESSA

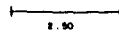
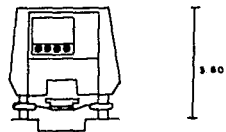
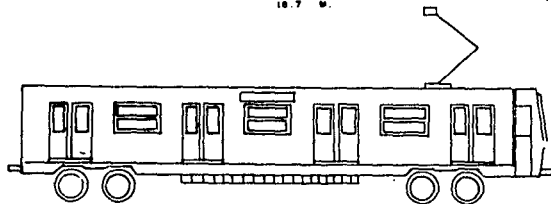
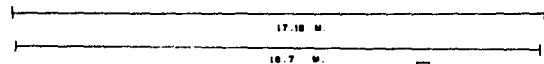
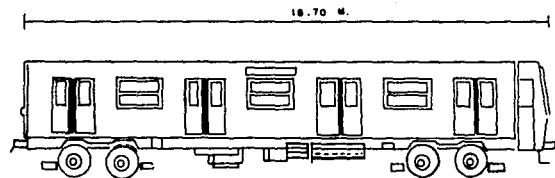
GO

AMARANTO

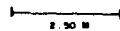
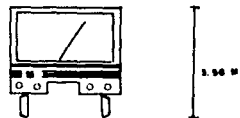
II.2.- METRO LIGERO.

Con este nombre se designó inicialmente a la línea del Metro "Pantitlán-La Paz", este tipo de transporte es una transición entre un Metro convencional y un Ferrocarril Suburbano, que para el caso particular de la línea antes mencionada, cuenta con interestaciones a cada 1,500 m. de separación promedio. Los trenes que circulan en esta línea se integrarán con vagones semejantes a los del Metro actual siendo sus principales características las siguientes: (Ver fig. 10).

- a) La Rodada; es de tipo metálico y correrá sobre un sistema de vías para circulación de trenes, que será de largo riel soldado denominado vía Elástica.
- b) La Alimentación de Energía Eléctrica; que se proporcionará a través de un pantógrafo replegable instalado en la parte superior del tren .
- c) La Capacidad de Transportación; esta será de tipo intermedio ya que al iniciar la operación se contará con 25 trenes de 6 vagones cada uno que se prevéé transportarán del orden de 26 mil pasajeros/hora/sentido; con lo cual se espera atender en forma adecuada la demanda, que se estima será de 500 mil viajes/persona/día aproximadamente.



METRO CONVENCIONAL



METRO LIGERO

Fig.10

METRO LIGERO LINEA 'A'

CAPACIDAD POR TREN (4 CARRIOS)													
3/4 DE CCM (4-5 VIAJEROS / m ²)		1 PERSONA 70 Kg.		4/4 DE CCM (6 VIAJEROS / m ²)		1 PERSONA 70 Kg.		SOBRECARGA (10 VIAJEROS / m ²)			1 PERSONA 70 Kg.		TARA Aprox.
	SENTADOS	DE PIE	TOTAL	TOTAL	SENTADOS	DE PIE	TOTAL	TOTAL Kg.	SENTADOS	DE PIE	TOTAL	TOTAL Kg.	Kg.
CARRIO N	38	103	141	9870	38	138	176	12326	38	229	267	18490	27000
CARRIO M	37	105	144	10080	37	141	180	12600	37	234	273	19110	26000
CARRIO R	39	105	144	10080	39	141	180	12600	39	234	274	19110	19000
TREN 6C	232	628	858	60660	232	840	1072	75040	232	1394	1594	113820	144000

METRO PESADO LINEAS 1 A 9

CAPACIDAD POR TREN (A Y CARRONES)													
1/4 DE CCH (4-5 VIAJEROS / m ²)			1 PERSONA 79 Kg.	1/4 DE CCH (6 VIAJEROS / m ²)			1 PERSONA 79 Kg.	SOBRECARGA (10 VIAJEROS / m ²)			1 PERSONA 79 Kg.	TABA Agron.	
	SENTADOS	DE PIE	TOTAL	TOTAL	SENTADOS	DE PIE	TOTAL	TOTAL Kg.	SENTADOS	DE PIE	TOTAL	TOTAL Kg.	Kgs.
CARRO N	38	84	122	8580	38	124	162	11250	38	207	245	17150	28150
CARRO #	37	85	124	8700	37	124	165	11250	37	210	249	17450	28700
CARRO R	37	85	124	8700	37	124	165	11250	37	210	249	17450	28650
TREN AC	232	508	724	51880	232	752	984	48780	232	1255	1487	104100	151400
TREN PC	347	743	1112	77780	347	1138	1479	18350	347	1896	2235	154450	225850

A medida que la demanda sea mayor se podrá incrementar la capacidad del sistema al aumentar tanto el número de trenes como el de vagones, que podrá llegar hasta 9 por tren. Con esto se podrá lograr una capacidad máxima del orden de 60 mil pasajeros/hora/sentido. Asimismo una de sus principales características es su carácter metropolitano dado que:

- El 75% de su trazo se ubica en el Distrito Federal y el 25% en el Estado de México (zona conurbada).
- Participa en gran medida en la solución al transporte urbano y vialidad de la población que requiere trasladarse de la Delegación Iztapalapa e Iztacalco en el Distrito Federal, a los Municipios de Nezahualcoyotl, La Paz, Chicoloapan, Texcoco, Chimalhuacán, Ixtapaluca y Chalco en el Estado de México.
- Se estima que el 60% de los usuarios provengan o tengan como destino el Estado de México.
- Con la habilitación de este proyecto se disminuirán las molestias a los automovilistas procedentes del oriente del País, básicamente: Puebla, Tlaxcala y Veracruz.

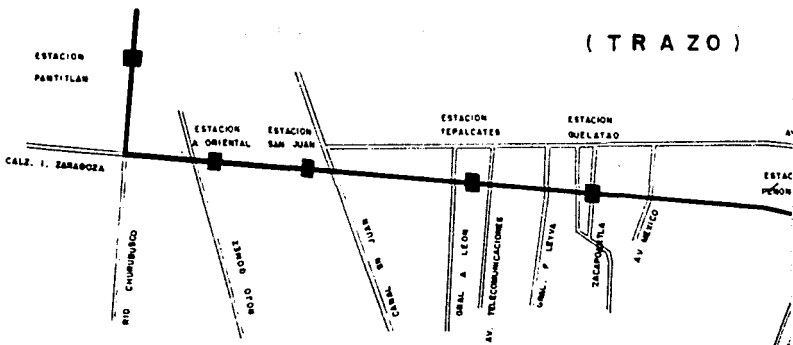
- Su planeación se realizó con carácter metropolitano, para lo cual se tomó en cuenta la encuesta de origen y destino de toda la zona metropolitana y considerando los acuerdos de coordinación que en materia vial han celebrado el Estado de México y el Distrito Federal.

II.3.- TRAZO DE LA LINEA " A " PANTITLAN-LA PAZ. -

El proyecto se ubica en el oriente de la zona metropolitana de la Ciudad de México, sobre el corredor de gran demanda de transporte urbano que es la Calzada General Ignacio Zaragoza; tiene su origen en el Centro urbano Pantitlán en la Delegación Iztacalco y se desplaza hacia el oriente, pasando por el norte de la Delegación Iztapalapa para dirigirse hacia el Municipio de Los Reyes La Paz en el Estado de México, (Ver fig. 11).

La longitud de la línea es de 17 Km. de los cuales 13 se ubican en el Distrito Federal y 4 en el Estado de México. Su trazo se inicia en la estación Pantitlán, en el cruce del Eje 1 con la Avenida Río Churubusco, continúa en dirección sur, paralelo al Río Churubusco, desplazándose del orden de 1 Km. hasta llegar a la Avenida General Ignacio Zaragoza en donde cambia de dirección hacia el oriente sobre uno de los camellones de dicha Avenida, recorriendo del orden de 11 Km. hasta llegar al entronque de esta calzada en Santa Martha Acatitla con la carretera federal México-Puebla. Continúa en

LINEA PANTITLAN (TRAZO)



la misma dirección por el derecho de vía del ferrocarril México-Cuautla, cruza la población de Los Reyes y la carretera México-Texcoco hasta terminar al sur frente a la estación Los Reyes del ferrocarril Los Reyes-Izúcar.

La obra civil es de dos tipos: Subterránea y Superficial. La solución Subterránea se logra a base de un Túnel Falso de sección rectangular construido a base de muros de tablaestaca y estructurales, losa de piso y techo (cajón clásico del Metro de México). La solución Superficial es a base de una estructura de concreto hidráulico en forma de cajón abierto, integrada por una losa de fondo apoyada directamente en el terreno natural, dos muros laterales que además sirven de confinamiento y un muro central de seguridad.

La solución Subterránea se aplica en dos tramos: el primero de 1600 m. de longitud aproximada, desde Pantitlán hasta la Calzada General Ignacio Zaragoza, el segundo tramo de 500 m. de longitud se construye entre Acatitla y Santa Martha a efecto de librar la vialidad de la propia calzada. La solución superficial se aplicó en el resto de la línea.

Se integra el proyecto con 10 estaciones de las cuales dos son terminales, Pantitlán de tipo subterráneo y de transbordo con las líneas 1, 5 y 9 del Metro y La Paz de tipo superficial, con 3 estaciones de correspondencia a futuro, en

el Canal de San Juan, Acatitla y Santa Martha y 5 estaciones de paso: Agrícola Oriental, Tepalcates, Guelatao, Peñón Viejo y Los Reyes. Todas las estaciones tienen una longitud de 150 m. y en particular las de tipo superficial están estructuradas sobre un basamento hidráulico que sirve de cimentación, andenes y paso de vía sobre el que se apoyan unas columnas cortas de concreto que a su vez reciben columnas metálicas donde se sustenta el nivel vestíbulo arriba de andenes y la techumbre en forma de bóveda de cañón a base de lámina acanalada estructural.

Referente a las instalaciones para hacer eficiente la operación y lograr la mayor seguridad, la línea contará con sistemas de pilotaje automático, señalización, mandos centralizados, telecomunicaciones y telefonía de trenes. En las estaciones además de las instalaciones normales de una edificación de este tipo se implementarán los sistemas de señalamiento para usuario, red contra incendio, taquillas, torniquetes, relojes y sonido.

Al norte de la estación Pantitlán se construye una nave de depósito de 6 trenes que será una edificación de estructura metálica de lámina acanalada. Al oriente de la estación terminal La Paz se construyen los talleres generales para operación y mantenimiento que contarán con las siguientes partes:

- Depósito para trenes.

- Nave de mantenimiento menor con 5 fosas.
- Torno Rodero.
- Taller de: Pantógrafos, Vías, Catenaria y Eléctrico.
- Grupo compresor.
- Planta para mantenimiento de aguas residuales.
- Edificio de servicios generales.
- Puesto de maniobras.
- Reserva para talleres de mantenimiento mayor.
- Vía de pruebas.

II.4.- OBRAS VIALES INDUCIDAS Y COMPLEMENTARIAS EN LA LINEA PANTITLAN-LA PAZ.

Se considera como Obras Inducidas, al conjunto de actividades programadas para dar solución a todas aquellas interferencias que se presentan para llevar a cabo la construcción de una obra determinada; en este caso el "Metro Liger", las cuales se pueden desarrollar en forma independiente o paralela a la obra.

La manera para determinar cuándo una instalación o vialidad representa una obra inducida en general es la siguiente: definido un primer trazo o anteproyecto del Metro, se realizan recorridos para verificar aquello que pueda afectar los trabajos, asimismo se proporcionan estos primeros datos a aquellas dependencias y organismos que

controlan o pueden intervenir en la solución de las Obras Inducidas, para que sobre los planos del trazo vacien toda su información y así tener un programa general de los elementos que integran una interferencia.

Conociendo estos datos es factible revisar los anteproyectos con relación a la ruta elegida y realizar una primera evaluación de los alcances económicos de las Obras Inducidas, pudiéndose en su caso reanalizar los proyectos contemplados para efectuar las modificaciones pertinentes; ya que conociendo aquellas interferencias, que por la magnitud de su solución necesiten considerarse estrechamente ligadas al proyecto de la obra Metro, se podrá desarrollar el diseño de la línea en cuestión, quedando como elevado, superficial o subterráneo; así como en las especificaciones del procedimiento constructivo adecuado a cada uno de estos diseños.

Entre las instalaciones o vialidades que pueden presentar una interferencia están: los postes de alumbrado, de energía eléctrica, de teléfonos, los semáforos, las vías de ferrocarril, especies vegetales como árboles o palmeras, cables subterráneos de alumbrado, de semáforos, de teléfonos, tuberías subterráneas para la conducción de gas butano, petróleo, agua potable, predios de propiedad particular, federal o ejidal, cruces importantes, intersecciones secundarias, retornos, etc.

Por experiencia en la construcción de otras líneas del Metro se ha llegado a la conclusión de que las Obras Inducidas pueden tener un costo tanto o más elevado que la misma obra del Metro, dependiendo del tipo de línea que se elija; subterránea, elevada o superficial, parecería que la línea superficial resulta bastante más económica que la elevada, sin embargo, al adicionar a esta el costo de los desvíos, de la limitación del derecho de vía de 10 m. de ancho, de la construcción de las estaciones cuyas áreas de servicio son generalmente subterráneas y de los pasos a desnivel perpendiculares, hace que su costo resulte cercano al de la línea elevada. En relación a la futura disponibilidad vial, la solución superficial ocupa un ancho equivalente a 3 carriles de circulación por lo que es necesaria una calzada muy amplia para su instalación.

Para el caso de la línea "A", se decidió construir la Obra superficialmente, debido a que se contaba con el ancho de vía suficiente, a que se construye más rápidamente este tipo de línea, y a que los costos asociados a dicha construcción son más económicos, aunque el costo en general se vea incrementado en muchos casos debido a la realización de Obras Inducidas por este tipo de edificación.

La solución vial que ofrece la línea Pantitlán-La Paz en el sistema integral de transporte en la zona metropolitana de la Ciudad de México, es de gran importancia ya que con la

implantación de este proyecto vial se atenderán los siguientes problemas:

- Solución al tráfico de la Calzada General Ignacio Zaragoza, entre Santa Martha y Churubusco. Esta avenida es uno de los principales accesos a la Ciudad de México y de los de mayor volumen de tránsito de la zona metropolitana.
- Descongestionar de tráfico urbano la super carretera México-Puebla de Chalco a Santa Martha.
- Disminuir molestias y reducir tiempo de traslado de los automóviles procedentes de y con destino al oriente: Texcoco, Puebla y Chalco.
- Fortalecer la vialidad Iztapalapa-Nezahualcoyotl.

Puede observarse que la puesta en funcionamiento de la línea del metro Pantitlán-La Paz puede ayudar a resolver los problemas anteriores, pero también y debido a su trazo y a que la mayor parte de la línea esta construida superficialmente, es decir, sobre la Calzada Ignacio Zaragoza, crea conflictos de tránsito vehicular y peatonal, ya que obstruye los cruces y retornos viales que existen sobre dicha Calzada, además de que algunas de sus instalaciones quedan localizadas muy cerca de los arroyos laterales por los que se circula, estos y otros problemas

como la eliminación de camellones y áreas verdes y recreativas, conducen a que se considere la forma en que deben resolverse estos problemas a través de obras, y es respecto al estudio de estas Obras Inducidas en que se centra el resto del presente trabajo de tesis.

CAPITULO III

ALTERNATIVAS DE SOLUCION

III.- ALTERNATIVAS DE SOLUCION.

La construcción de la línea "A" del Metro Ligeró, produce una transformación en los lugares por los que se va desarrollando y genera una serie de modificaciones y ajustes locales en los servicios existentes de alumbrado, drenaje, vialidad, transportación, etc. De entre estos cambios sobresale el aspecto vial, que es probablemente el más afectado, debido a que el trazo de la línea separa las zonas que atravieza, cortando la continuidad de las calles que convergen a esta, creando una barrera natural, lo cual constituye un obstáculo que hay que vencer, pues presenta problemas para cruzar la Avenida Ignacio Zaragoza, ya sea a pie o en vehículo, ocasionando congestionamientos de tránsito.

Es por esto que, conjuntamente a la realización de la línea "A", se requiere habilitar la Calzada Zaragoza, con el fin de transformarla en una vía de acceso controlado desde la Avenida Río Churubusco hasta su entronque con las carreteras de cuota y federal México-Puebla, es decir, en una longitud de 11 Kms. aproximadamente; contemplándose además la construcción de la vialidad coincidente entre la Calzada Zaragoza y Pantitlán; así como también el tramo de Santa Martha y Los Reyes La Paz en el Estado de México.

Con el propósito de agilizar la Calzada Zaragoza, se realizarán a ésta las adecuaciones geométricas necesarias, así como el mejoramiento de la estructura de los pavimentos con la finalidad de lograr un funcionamiento adecuado de la circulación vehicular. En resumen, se pondrán en marcha la realización de las siguientes obras:

- Puentes vehiculares.
- Puentes peatonales.
- Reurbanización vial.
- Construcción de vialidades coincidentes.
- Bahías para transporte colectivo.
- Paradero para transporte colectivo en Santa Martha.
- Paradero para transporte colectivo en Los Reyes La Paz.
- Obras viales en el cruce de la Carretera Federal México-Puebla.

Por su parte, el Estado de México requiere construir obras viales que alimenten al Metro con los usuarios procedentes de las carreteras de Texcoco, Federal y Cuota a Puebla.

Como se puede observar, las obras antes mencionadas son obras inducidas por la construcción del Metro Ligero y de éstas, las que constituyen el objeto de estudio del presente trabajo son:

- a) Reurbanización Vial.

b) Puentes Peatonales.

c) Puentes Vehiculares.

A continuación se plantean las posibles alternativas de solución para cada una de las obras citadas.

III.1.- REURBANIZACION VIAL.

Dentro de los aspectos considerados para llevar a cabo la Reurbanización Vial de la Calzada Ignacio Zaragoza, se tiene en cuenta la reconstrucción integral de los carriles o arroyos vehiculares que conforman el área de vialidad de dicha Calzada, incluyendo las instalaciones complementarias como el drenaje pluvial y el domiciliario. A su vez, estas acciones de reurbanización, incluyen la regeneración de las áreas verdes así como la rectificación y mejoramiento del alumbrado público existente.

Para la reconstrucción de los carriles, se plantea como solución para la superficie de rodamiento, que ésta se construya a base de concreto hidráulico compactado recubierto por una carpeta asfáltica, o que sea de carpeta asfáltica únicamente; pero considerando para ambas soluciones un mejoramiento, de terracerías previo a su construcción.

En cuanto a la reubicación de las áreas verdes, se propone que éstas se localicen sobre los camellones y

banquetas que así lo permitan y en las cuales, se plantarán pasto y árboles según la disponibilidad del área que se tenga.

En lo que al alumbrado público se refiere, se hace necesaria la sustitución del alumbrado existente por un nuevo sistema de iluminación en el cual se utilizarán 1440 luminarias colocadas en postes de acero a cada 25 m. o por una serie de bombillas ubicadas sobre un poste de acero que cuenta con una estructura para alojarlas la cual se colocará a cada 50 m. (superpostes) o por una combinación de los dos sistemas citados.

En cuanto a la captación de aguas pluviales, se reubicarán y renivelarán las alcantarillas y pozos de visita existentes y se instalará un sistema de drenaje que estará comunicado en algunos puntos con el drenaje profundo cuyas instalaciones (trazo) también atraviezan la Calzada. La conducción de las aguas se hará a través de tubos de concreto; un sistema similar se adoptará para captar las descargas domiciliarias.

III.2.- PUENTES PEATONALES.

Cuando se presentan vías como la Calzada Ignacio Zaragoza, la cual cuenta con una gran afluencia de vehículos y a la que se pretende transformar en una vía de acceso

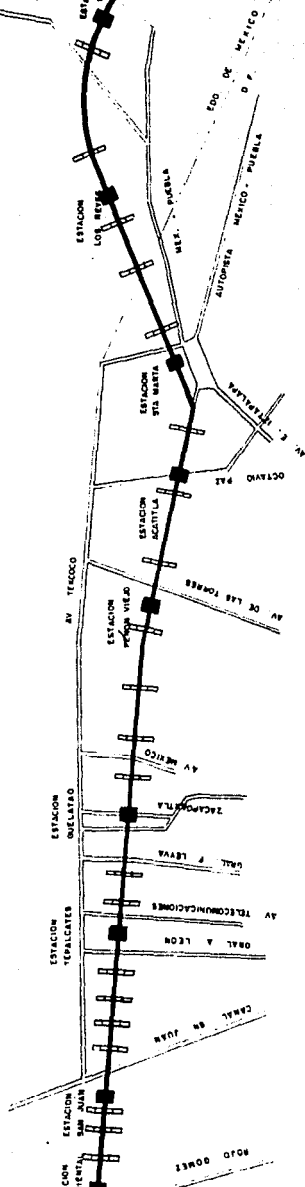
controlado, donde los vehículos que circulan por ella alcanzan altas velocidades en tramos en los que no hay cruceros o cuando existen barreras físicas, en éste caso la línea del Metro, una de las necesidades es colocar cruces peatonales (ver fig. 12). Estos pasos peatonales pueden ser clasificados de acuerdo a su ubicación y/o a sus materiales componentes en:

- | | |
|---------------------------------|------------------------------|
| - A nivel. | - Sistema de semaforización. |
| | - Estructura de concreto. |
|
 | |
| - Elevados | - Estructura metálica. |
| | - Estructura mixta. |
|
 | |
| - Deprimidos.
(subterráneos) | - Estructura de concreto. |
| | - Estructura mixta. |

Para cualquier solución que se adopte, deberá tomarse en cuenta que los pasos peatonales sean utilizables, es decir, que estén localizados a distancias razonables entre sí y con respecto a los cruceros importantes de la avenida o a las paradas de autobús, y que permitan atravesar con seguridad sobre la calzada y/o las instalaciones del Metro superficial o subterráneo, combinando estos puentes con los pasos que se propician en los accesos a las estaciones de este transporte.



L I N E A " A "
P A N T I L A N - L A P A Z
" P U E N T E S P E A T O N A L E S "



III.3.- PUENTES VEHICULARES.

Al igual que para los puentes peatonales, la solución superficial de la línea "A" del Metro Ligero, obstruye el cruce de los vehículos que requieren transitar perpendicularmente a la Calzada Zaragoza, por este motivo, se hace necesaria la construcción de cruces vehiculares en las intersecciones viales que son importantes, debido al volumen vehicular que en estos circulan (ver fig. 13).

Estos cruces vehiculares se clasifican para su estudio en:

- | | |
|---------------------------------------|------------------------------|
| - A nivel. | - Sistema de semaforización. |
| - Elevados.
(recto o con gasas). | - Estructura de concreto. |
| | - Estructura metálica. |
| | - Estructura mixta. |
| - Deprimidos.
(recto o con gasas). | - Estructura de concreto. |
| | - Estructura mixta. |

La solución que se adopte deberá tomar en cuenta la capacidad necesaria para dar un buen servicio, la seguridad de tránsito, la factibilidad de construcción, así como un diseño acorde a la imagen urbana que se pretende dar a la zona.

En el siguiente capítulo se evaluarán las alternativas propuestas para cada una de las obras anteriores, considerando todos aquellos factores que intervengan en su realización.

CAPITULO IV

ANALISIS Y EVALUACION DE ALTERNATIVAS

IV.- ANALISIS Y EVALUACION DE ALTERNATIVAS.

En el análisis y evaluación de todas y cada una de las alternativas propuestas a las diferentes obras viales mencionadas en el capítulo anterior, se hace necesario tomar en cuenta los diversos factores que intervinieron para llegar a la elección adecuada de la alternativa óptima; la cual, se pretende que de respuesta a la gran mayoría, o de ser posible, a todos los requerimientos planteados.

Dentro de los aspectos más importantes considerados en el análisis se tienen los siguientes:

- a) Social.
- b) Factibilidad.
- c) Constructivo.
- d) Económico.

a) Social.- En este punto se estudiaron los problemas a los que se enfrenta la población ante la necesidad de transitar; de su lugar de residencia a los distintos centros de: trabajo, educativos, recreativos, comerciales, etc. como son la seguridad física, higiene, económico (ambulante, inversión de tiempo; horas/hombre/viaje), e imagen urbana.

- b) **Factibilidad.**- Aquí se consideró la posibilidad y/o facilidad de llevar a cabo la obra; de acuerdo a las condiciones locales existentes (disponibilidad de espacios, interferencias con instalaciones, de servicios públicos, volúmenes importantes de tránsito de peatones y/o vehículos, etc.).
- c) **Constructivo.**- Para este aspecto se tomaron en cuenta los tiempos de ejecución de la obra, los materiales a utilizar, el tipo de alternativa seleccionada, el equipo, la experiencia de anteriores trabajos similares, etc.
- d) **Económico.**- En este inciso se estudiaron los costos de los materiales, mano de obra, equipo, afectaciones a predios e instalaciones de servicios existentes, etc.

A continuación se mostrará un panorama general de la influencia de los aspectos antes citados en las diversas Obras Viales Inducidas y Complementarias que constituyen el motivo de estudio del presente trabajo de tesis (Reurbanización Vial, Puentes Peatonales y Puentes Vehiculares).

En relación con el aspecto social se tiene que:

Con la adecuación y reconstrucción de la vialidad y sus obras secundarias (alumbrado, áreas verdes, drenaje y agua

potable), sumados a la instalación de los puentes vehiculares y peatonales; se pretende entre otras cosas dar a la población un buen servicio mejorando el tránsito vehicular (particular y público) así como el peatonal; ya que con estas medidas se disminuirán los problemas de congestión, pues al tener una vía de acceso controlado (formada por 14 carriles, divididos en 7 para cada sentido, de los cuales los 4 centrales son para la vía rápida y 3 laterales para el tránsito pesado), 6 puentes vehiculares y 22 puentes peatonales (que permitirán los cruces transversales a la Calzada Ignacio Zaragoza, sin interferir con la vialidad longitudinal de la misma), se agilizará la vialidad, se podrá captar un mayor volumen vehicular y se proporcionará seguridad a los peatones.

Otro rasgo favorable, es que se fortalecerá aún más el intercambio socio-cultural y comercial entre los Municipios del Estado de México conurbados al Distrito Federal (Chalco, Nezahualcoyotl, Chimalhuacán, Los Reyes La Paz y Texcoco); así como con los Estados de Puebla, Tlaxcala y Veracruz.

Con la habilitación del sistema de alumbrado, se aspira dar a los habitantes la iluminación suficiente para que su tránsito por las avenidas o puentes, ya sean estos peatonales o vehiculares, sea seguro y que le permitan percatarse de los obstáculos que se presentan a su paso.

Para evitar el tener una visión monótona y aburrida (caracterizada principalmente por la gran cantidad de construcciones de concreto y por la carpeta asfáltica), se dispusieron áreas verdes que presentan una imagen urbana agradable y que a la vez contribuyen en buena medida a disminuir la ya crítica contaminación ambiental que actualmente impera en la Ciudad.

Desde el punto de vista de la factibilidad y en lo que a reurbanización vial se refiere podemos decir que al tener disponibilidad de área (considerando la que proporcionan las vialidades en servicio), fué posible adecuar y optimizar dichas zonas, creándose sólo problemas importantes en la canalización del tráfico y con algunas de las instalaciones de los servicios que se encuentran en operación, como la reubicación de los pozos de visita, renivelación de alcantarillas y el nuevo trazo de algunas tuberías del drenaje y agua potable.

La propuesta formulada para que los puentes fuesen de tipo subterráneos o deprimidos, quedó anulada debido a que éste tipo de estructuras requería una mayor área para su construcción además de que, por características inherentes al suelo (baja capacidad de carga), las excavaciones y la edificación de las obras se dificultarían repercutiendo en un aumento en los costos y en el tiempo de ejecución de éstas.

En lo referente a los puentes vehiculares y peatonales, se tuvo la necesidad de obstruir localmente el paso vehicular en algunas calles concurrentes a la Avenida Zaragoza, así como la de afectar predios particulares y comerciales a fin de disponer del área necesaria para la construcción de estas obras. Lo anterior constituyó la parte más representativa de los problemas que se presentaron en el transcurso de la realización de las obras.

En el sistema de alumbrado se presentaron dos situaciones, por un lado, en la zona central (correspondiente a las vías rápidas), al rehabilitar la vialidad, se crearon zonas sin grandes problemas de interferencias para la canalización de los cables y la implantación de la postería; por otra parte, en las zonas laterales el aprovechamiento de la infraestructura existente condujo a reubicar sólo algunos postes, minimizándose con esto las interferencias que se pudieran tener con las instalaciones existentes.

Puesto que el trazo de la vialidad considera una separación entre los carriles de alta y baja velocidad surge una área disponible para ser aprovechada en la implantación de áreas verdes.

En el aspecto constructivo e independientemente de la alternativa de solución seleccionada para el tipo de pavimento a utilizar, la reconstrucción vial requirió de un mejoramiento de las terracerías, debido a las características

mecánicas del suelo existente, haciéndose necesario remover el pavimento actual.

Las alternativas de pavimento que se analizaron son las siguientes:

A) Concreto Compactado con Rodillo (C.C.R.).- El pavimento estará compuesto por la subrasante, la sub-base, una capa de concreto hidráulico compactado y una carpeta asfáltica (ver fig. 14).

B) Carpeta Asfáltica.- Constituida por la subrasante, la base y la carpeta asfáltica (ver fig. 15).

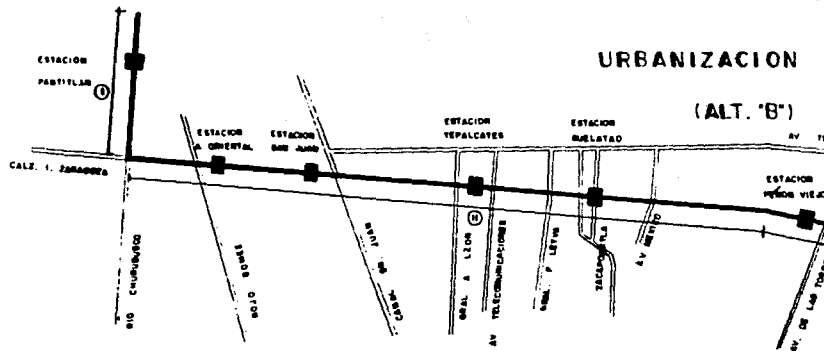
Para el caso del alumbrado, áreas verdes e instalaciones de drenaje y agua potable, el aspecto constructivo se reduce a la instalación y/o colocación de los elementos que componen cada una de estas obras.

El análisis económico se basa exclusivamente en los tipos de pavimentos a utilizar, ya que las restantes obras complementarias de la Reurbanización Vial son de materiales y procesos constructivos de uso muy común.

LINEA 'A' PANTITLAN - L

URBANIZACION

(ALT. 'B')



TRAMO I : PANTITLAN - SAN CHURUBUSCO

TRAMO II: CREDITO OBRILLA - STA. MARTA

TRAMO III : SAN CHURUBUSCO - CREDITO OBRILLA

TRAMO IV: STA. MARTA - LA PAZ.

A PAZ
AL

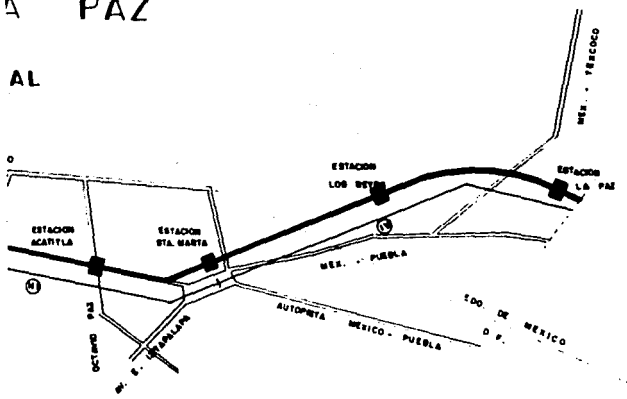


Fig. 15

Las alternativas que se analizaron para los cruces peatonales y vehiculares son las siguientes:

A) A Nivel .- Controlado por un sistema de semaforización. En este caso no se hace necesaria la construcción de estructuras adicionales a las ya existentes en la Calzada Zaragoza.

B) Elevados.

1) Estructura de concreto.- El material componente de todos los elementos de la estructura será el concreto hidráulico reforzado (cimentación, apoyos, pasarela y barandales).

2) Estructura metálica.- Que estará constituida en sus partes componentes (columnas, pasarela, rampas, escalones y barandales), por elementos de acero estructural excepto la cimentación que será de concreto armado.

3) Estructura mixta.- Que estará compuesta por elementos de concreto (pasarela, cimentación y escalones), y de acero estructural (apoyos, alfardas y barandales).

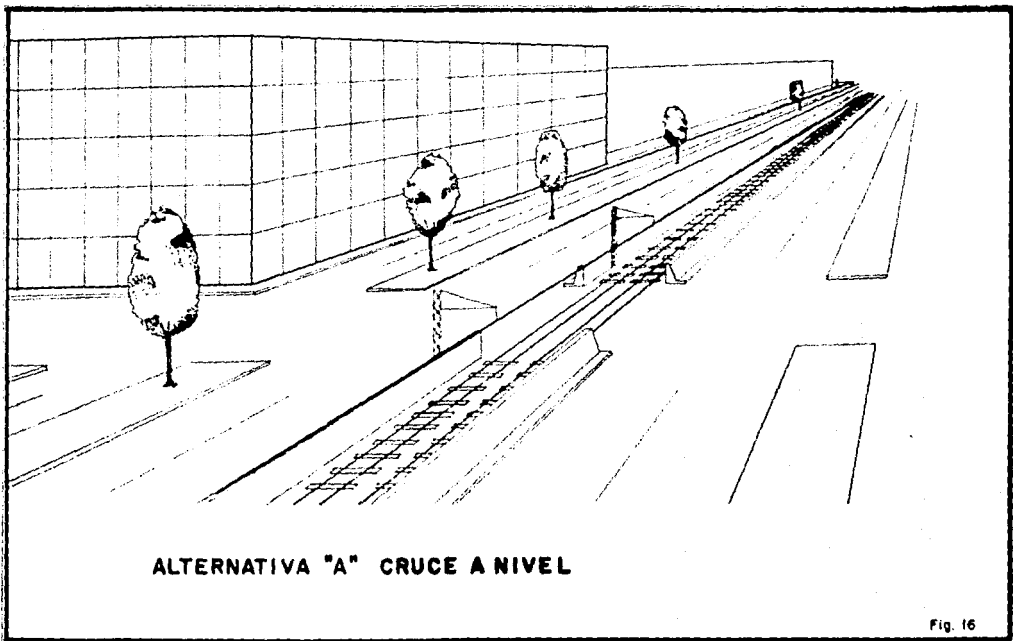
C) Deprimidos (Subterráneos).

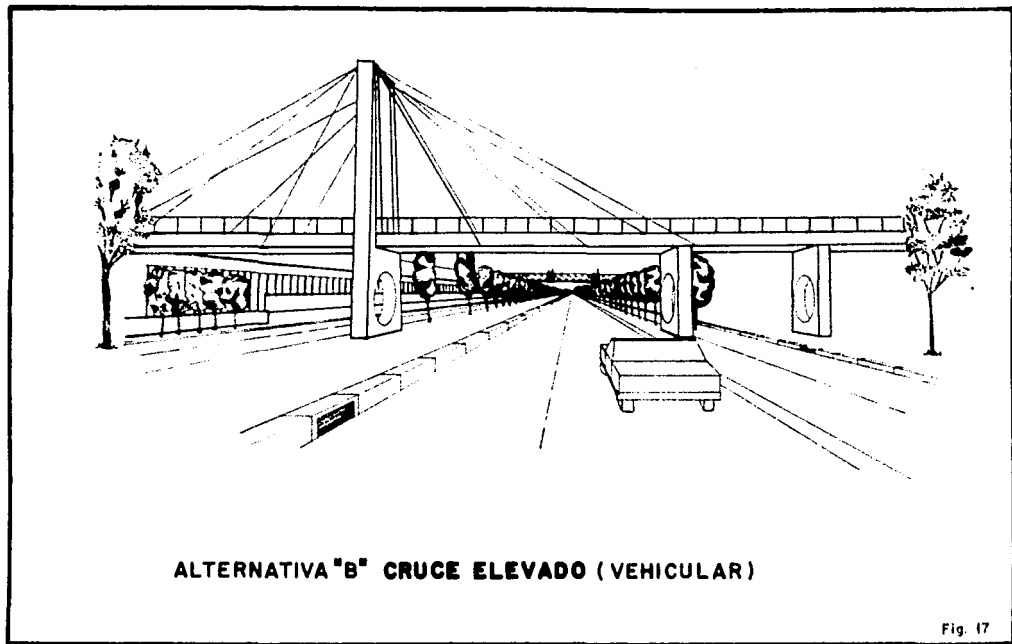
- 1) Estructura de concreto.- Compuesta en todos sus elementos por concreto hidráulico (muros de contención, losas superior e inferior, rampas y escalones).

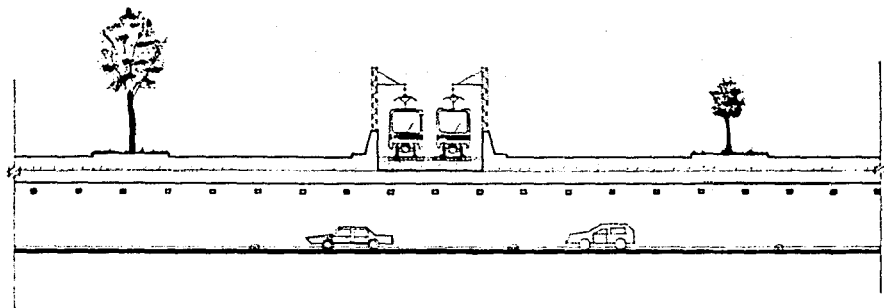
- 2) Estructura mixta.- Formada por elementos de acero estructural, ahogados en concreto hidráulico (marcos para formar la estructura complementados con muros de contención, losas y escalones de concreto).

En el caso de los cruces vehiculares, para cada una de las alternativas anteriores A), B) y C), se tendrán retornos o gasas, a través de calles aledañas y no de estructuras del propio puente.

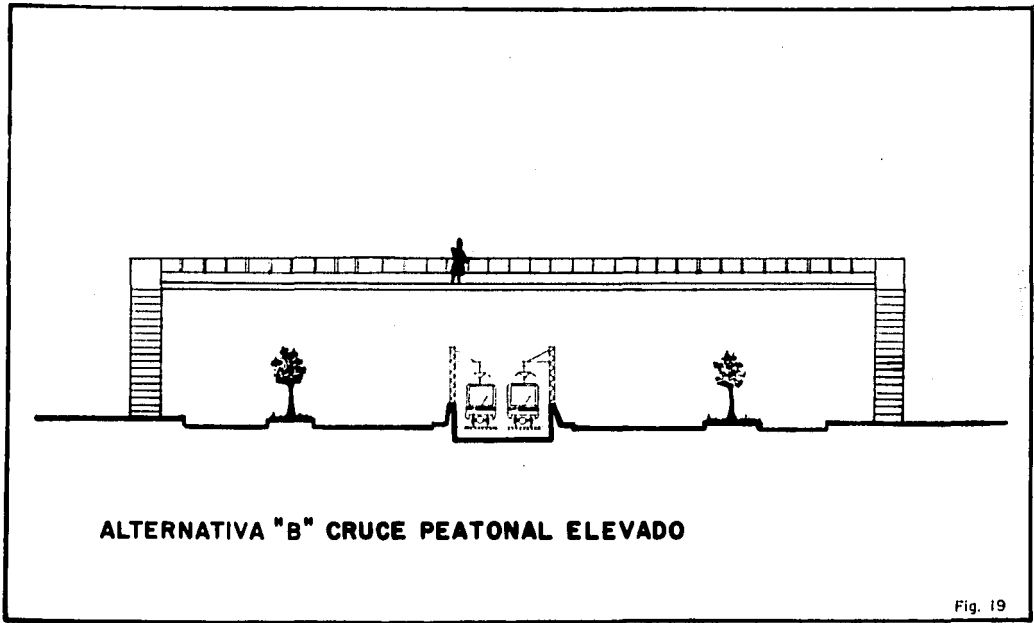
Ver figs. 16,17,18,19 y 20 en las que se muestran las alternativas propuestas para los puentes, tanto peatonales como vehiculares.



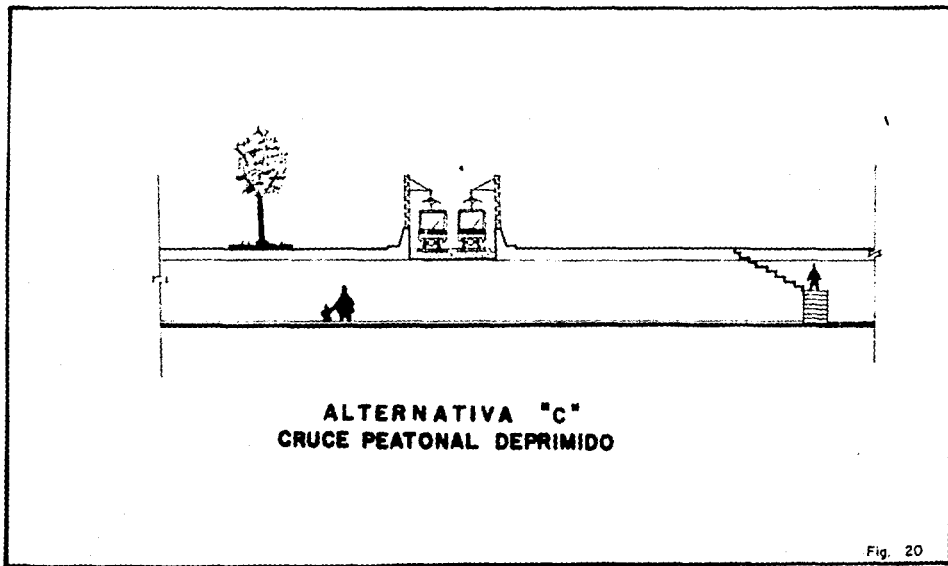




ALTERNATIVA "C" CRUCE DEPRIMIDO



ALTERNATIVA "B" CRUCE PEATONAL ELEVADO



* REURBANIZACION VIAL *

ANALISIS DE ALTERNATIVAS

* SUPERFICIE DE RODAMIENTO *

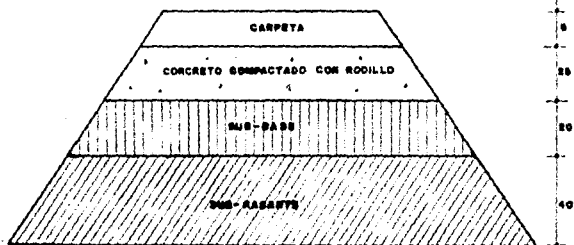
ALTERNATIVA 'A'	ALTERNATIVA 'B'
CONCRETO HIDRAULICO COMPACTADO CON RODILLO	CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO
<p>#Demolición de carpeta de concreto existente con acarreo al banco de tiro (25 Kms).</p> <p>#Excavación en caja hasta una profundidad de 0.94 M. con respecto a la cota superior de la nueva carpeta asfáltica.</p> <p>#Compactación de la última capa de los rellenos o terreno natural al 90% de su P.V.S.M.</p> <p>#Sub-rasante empleando los materiales de la antigua base con un contenido de agua cercano al óptimo, tendido en dos capas de 15 cm. cada una; complementándose con una capa de 10 cm. de espesor utilizando tepetate.</p> <p>#Sub-base empleando grava cementada controlada con un espesor de 20 cm. y tendida en una sola capa, hasta alcanzar el 100% de su P.V.S.M. (POTER).</p> <p style="text-align: center;">NO CONTEMPLA</p>	<p>#Demolición de carpeta de concreto asfáltica existente, con acarreo al banco de tiro (25 Kms).</p> <p>#Excavación en caja hasta una profundidad de 1.13 M. con respecto a la cota superior de la nueva carpeta asfáltica.</p> <p>#Compactación de la última capa de los rellenos o terreno natural al 90% de su P.V.S.M.</p> <p>#Sub-rasante empleando los materiales de la antigua base con un contenido de agua cercano al óptimo tendido en tres capas de 15 cm. cada una, complementándose con una capa de 15 cm. de espesor utilizando tepetate.</p> <p style="text-align: center;">NO CONTEMPLA</p> <p>#Base empleando grava cementada controlada, tendida en dos capas y compactada al 100% de su P.V.S.M. (AASHTO MOD.)</p>

ALTERNATIVA 'A'	ALTERNATIVA 'B'
CONCRETO HIDRAULICO COMPACTADO CON RODILLO	CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO
Colocación de membrana geotex- til en zonas de drenaje, pozos de visita.	Colocación de membrana geotex- til en zonas de drenaje, pozos de visita.
NO CONTEMPLA	Riego de impregnación FM-1 a razón de 1.2 lt./m ² .
Riego de liga a razón de 0.4 lt./m ² .	Riego de liga a razón de 0.8 lt./m ² .
Carpeta de concreto hidráulico f'c=250 Kg/cm ² compactada con rodillo (ver fig. 21).	Carpeta de concreto asfáltico. (ver figs. 22, 23, 24 y 25)
Riego de liga a razón de 0.4 lt./m ² .	NO CONTEMPLA
Construcción de juntas longi- tudinales mediante aserrado con colocación de juntas de Neopreno de 10 cm. de ancho y 3 mm de espesor.	NO CONTEMPLA
Carpeta de concreto asfáltico de 6 cm. de espesor.	NO CONTEMPLA
Equipo de construcción para terracerías.	Equipo de construcción para terracerías.
<ul style="list-style-type: none"> . Motoconformadoras . Traxcavos . Camiones de volteo . Compactadores . Aplanadoras . Pipas 	<ul style="list-style-type: none"> . Motoconformadoras . Traxcavos . Camiones de volteo . Compactadores . Aplanadoras . Pipas
Equipo de construcción para superficie de rodamiento.	Equipo de construcción para superficie de rodamiento.
<ul style="list-style-type: none"> . Material elaborado en can- chero . Medio de transporte: olla- revolvedora (30 minutos - máximo entre elaboración y colocación). 	<ul style="list-style-type: none"> . Material elaborado en planta . Medio de transporte: camión de volteo (turno nocturno).

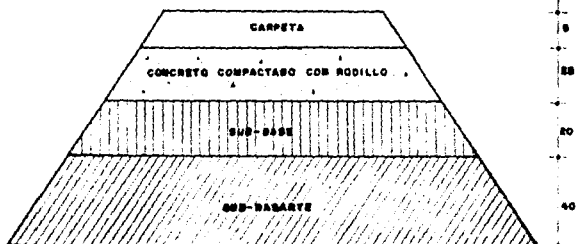
ALTERNATIVA A

CONCRETO HIDRAULICO COMPACTADO

CON RODILLO



CARRILES CENTRALES



CARRILES LATERALES

ALTERNATIVA B

CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO

TRAMO I

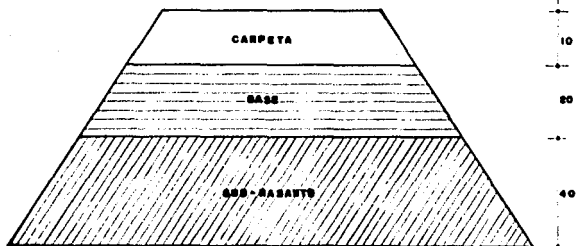
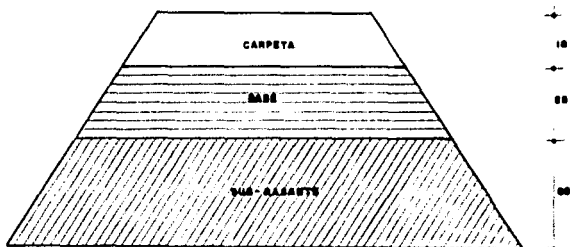
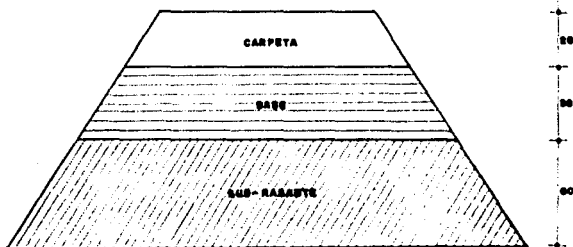


Fig. 22

TRAMO II



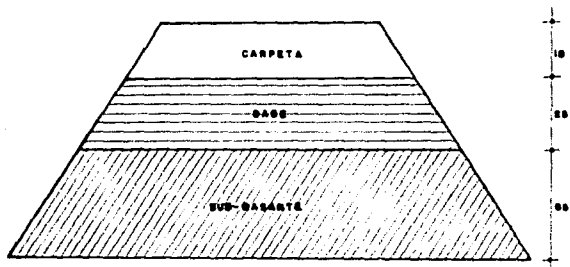
CARRILES CENTRALES



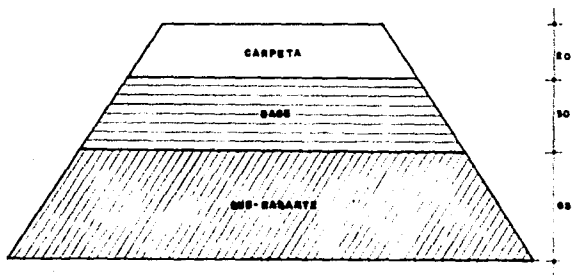
CARRILES LATERALES

Fig. 23

TRAMO III



CARRILES CENTRALES



CARRILES LATERALES

TRAMO IV

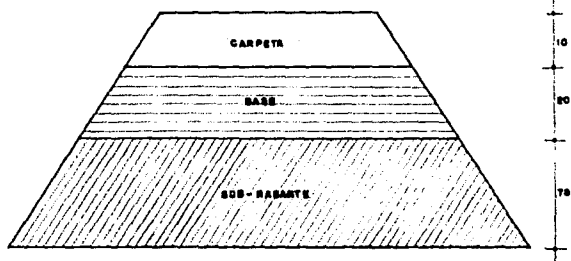


Fig 25

ALTERNATIVA 'A'	ALTERNATIVA 'B'
CONCRETO HIDRAULICO COMPACTADO CON RODILLO	CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO
<ul style="list-style-type: none"> . Extendedora Finisher para colocar el material en dos capas. . Equipo vibratorio para compactar la primera capa. . Compactador neumático para complementar la capa superior. 	<ul style="list-style-type: none"> . Extendedora Finisher para colocar el material con el espesor de proyecto. . Aplanadora tipo tandem para dar un acomodo inicial. . Compactador neumático para alcanzar un 95% P.V.S.M.
N O C O N T E M P L A	. Plancha de rodillo liso adecuada para borrar las huellas del compactador neumático.
. Petrolizadora p/riego de liq.	. N O C O N T E M P L A
. Extendedora de asfalto para colocar el material con el espesor de proyecto.	. N O C O N T E M P L A
. Aplanadora tipo tandem para dar un acomodo inicial.	. N O C O N T E M P L A
. Compactador neumático para alcanzar el 95% P.V.S.M.	. N O C O N T E M P L A
. Plancha de rodillo liso adecuada para borrar las huellas del compactador neumático.	. N O C O N T E M P L A
*Construcción de guarniciones con sección trapezoidal 15X20X50 y concreto f'c=150 Kg/cm ² .	*Construcción de guarniciones con sección trapezoidal 15X20X50 y concreto f'c=150 Kg/cm ² .
*Ranqueta de 10 cm. de espesor, acabado escabillado, con concreto simple f'c=150 Kg/cm ² .	*Ranqueta de 10 cm. de espesor, acabado escabillado, con concreto simple f'c=150 Kg/cm ² .
A L C A N T A	R I L L A D O
*Excavación en cepas.	*Excavación en cepas.

ALTERNATIVA "A"	ALTERNATIVA "B"
CONCRETO HIDRAULICO COMPACTADO CON RODILLO	CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO
*Extracción en tubería de concreto simple de 30 cm. Ø	*Extracción de tubería de concreto simple de 30 cm. Ø
*Colocación de tubería de concreto simple de 30 cm. Ø	*Colocación de tubería de concreto simple de 30 cm. Ø
*Descargas domiciliarias.	*Descargas domiciliarias.
*Coladeras de concreto y de rejilla para banquetas.	*Coladeras de concreto y de rejilla para banquetas.
*Pozos de visita.	*Pozos de visita.
*Relleno compactado en cepas.	*Relleno compactado en cepas.
A G U A P U B L I C O	
*Excavación en cepas.	*Excavación en cepas.
*Colocación de tubo A.C. clase A-7, 4" Ø	*Colocación de tubo A.C. clase A-7, 4" Ø
*Colocación piezas especiales.	*Colocación piezas especiales.
*Tomas domiciliarias.	*Tomas domiciliarias.
A L U M B R A D O P U B L I C O	
*Excavación en cepas.	*Excavación en cepas.
*Colocación de tubo P.V.C. pesado 4" Ø	*Colocación de tubo P.V.C. pesado 4" Ø
*Concreto $f'c=150$ Kg/cm ² . en base para postes.	*Concreto $f'c=150$ Kg/cm ² . en base para postes.
*Anclaje de acero de 1 1/2" X 1.5 m.	*Anclaje de acero de 1 1/2" X 1.5 m.
*Cimbra común en base p/postes.	*Cimbra común en base p/postes.

ALTERNATIVA 'A'	ALTERNATIVA 'B'
CONCRETO HIDRAULICO COMPACTADO CON RODILLO	CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO
#Alumbrado provisional (colocación y desmontaje de posteria y alumbrado).	#Alumbrado provisional (colocación y desmontaje de posteria y alumbrado).
#Postes metálicos cónico-circulares.	#Postes metálicos cónico-circulares.
. De 9 mts. de altura	. De 9 mts. de altura
. De 12 mts. de altura	. De 12 mts. de altura.
#Postes de concreto clase C-35 de 11.00 m. de altura.	#Postes de concreto clase C-35 de 11.00 m. de altura.
#Brazo metálico de 2.4 m. long.	#Brazo metálico de 2.4 m. long.
#Luminaria U.S.A.P. 400 W.	#Luminaria U.S.A.P. de 400 W.
#Cable de cobre 600 Volts. Tipo XLP, cal. 6.	#Cable de cobre 600 Volts. Tipo XLP, cal. 6.
J A R D I N E R I A	
#Colocación de tierra fértil.	#Colocación de tierra fértil.
#Plantado de árboles (diferentes especies)	#Plantado de árboles (diferentes especies).
#Plantado de césped.	#Plantado de césped.

* P U E N T E S P E A T O N A L E S E L E V A D O S *

A N A L I S I S D E A L T E R N A T I V A S

ALTERNATIVA 'A' ESTRUCTURA DE CONCRETO	ALTERNATIVA 'B' ESTRUCTURA METALICA	ALTERNATIVA 'C' ESTRUCTURA MIXTA
11.- Trazo y nivelación.	11.- Trazo y nivelación.	11.- Trazo y nivelación.
12.- Excavación en cepas con acarreo al banco de tiro.	12.- Excavación en cepas con acarreo al banco de tiro.	12.- Excavación en cepas con acarreo al banco de tiro.
13.- Relleno de excavaciones con tepalcate para alcanzar niveles de proyecto.	13.- Relleno de excavaciones con tepalcate para alcanzar niveles de proyecto.	13.- Relleno de excavaciones con tepalcate para alcanzar niveles de proyecto.
14.- Cimbra común en cimentación.	14.- Cimbra común en cimentación.	14.- Cimbra común en cimentación.
15.- Concreto $f_c=200$ Kg/cm ² , R.N., T.M.A 20 mm, en cimentación.	15.- Concreto $f_c=200$ Kg/cm ² , R.N., T.M.A 20 mm, en cimentación.	15.- Concreto $f_c=200$ Kg/cm ² , R.N., T.M.A 20 mm, en cimentación.
16.- Acero de rfzo. $f_y=4200$ Kg/cm ² , diferentes diámetros en cimentación.	16.- Acero de rfzo. $f_y=4200$ Kg/cm ² , diferentes diámetros en cimentación.	16.- Acero de rfzo. $f_y=4200$ Kg/cm ² , diferentes diámetros en cimentación.
17.- Cimbra aparente en columnas y cabezales.	17.- NO CONTEMPLA	17.- Cimbra aparente en columnas y cabezales.
18.- Acero de rfzo. $f_y=4200$ Kg/cm ² , diferentes diámetros en columnas y cabezales.	18.- NO CONTEMPLA	18.- Acero de rfzo. $f_y=4200$ Kg/cm ² , diferentes diámetros en columnas y cabezales.
19.- Concreto $f_c=200$ Kg/cm ² , R.N., T.M.A 20 mm en columnas y cabezales.	19.- NO CONTEMPLA	19.- Concreto $f_c=200$ Kg/cm ² , R.N., T.M.A 20 mm en columnas y cabezales.
10. NO CONTEMPLA	10. Suministro, fabricación y montaje de armadura metálica formada por	10. Suministro, fabricación y montaje de armadura metálica formada por

* PUENTES PEATONALES ELEVADOS *

ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

ALTERNATIVA 'A' ESTRUCTURA DE CONCRETO	ALTERNATIVA 'B' ESTRUCTURA METALICA	ALTERNATIVA 'C' ESTRUCTURA MIXTA
	placa de acero A-36 en columnas, apoyos, articulaciones.	ángulos de acero A-36.
11. NO CONTEMPLA	11. Placa de acero A-36 en losas.	11. Lámina estructural tipo losacero.
12. Cimbra aparente en losas.	12. NO CONTEMPLA	12. NO CONTEMPLA
13. Acero de refco. $f_y=4200$ Kg/cm ² , de 1/2" ϕ , en losas.	13. NO CONTEMPLA	13. Malla 6-6/10-10, electrosoldada.
14. Concreto $f_c=200$ Kg/cm ² , R. N., en losas.	14. Lámina antiderrapante calibre 18 en losas.	14. Concreto $f_c=200$ Kg/cm ² , R. N., en losas. (incluye malla 6-6/10-10).
15. Escalones de concreto armado $f_c=200$ Kg/cm ² , R.N., T.M.A. 19 mm, de 0.20 mts. de huella por 2.10 mts. de largo y 0.20 mts. de paralelo.	15. Escalones de ángulo de acero estructural y placa A-36, lámina antiderrapante de 0.20 mts. de huella, 2.10 de largo y 0.20 mts. de paralelo.	15. Escalones de concreto armado $f_c=200$ Kg/cm ² , R.N., T.M.A. 19 mm, de 0.20 mts. de huella por 2.10 mts. de largo y 0.20 mts. de paralelo.
16. Barandal a base de marco perimetral de P.T.R. de 3''x 2'' cal. 18, recubierto con malla ondulada cal. 18.	16. Barandal a base de marco perimetral de P.T.R. de 3''x 2'' cal. 18, recubierto con malla ondulada cal. 18.	16. Barandal a base de marco perimetral de P.T.R. de 3''x 2'' cal. 18, recubierto con malla ondulada cal. 18.
17. Protección de puente en techo y laterales de pasarela a base de malla ondulada cal. 8 y ángulo de 1 1/2''x 1/8''.	17. Protección de puente en techo y laterales de pasarela a base de malla ondulada cal. 8 y ángulo de 1 1/2''x 1/8''.	17. Protección de puente en techo y laterales de pasarela a base de malla ondulada cal. 8 y ángulo de 1 1/2''x 1/8''.

* PUENTES VEHICULARES ELEVADOS *

ANALISIS DE ALTERNATIVAS

ALTERNATIVA 'A' ESTRUCTURA DE CONCRETO	ALTERNATIVA 'B' ESTRUCTURA METALICA	ALTERNATIVA 'C' ESTRUCTURA MIXTA
1.- Trazo y nivelación.	1.- Trazo y nivelación.	1.- Trazo y nivelación.
2.- Demolición de carpeta asfáltica con acarreo al banco de tiro.	2.- Demolición de carpeta asfáltica con acarreo al banco de tiro.	2.- Demolición de carpeta asfáltica con acarreo al banco de tiro.
3.- Señalamiento, protección y confinamiento (señales informativas, suministro y colocación de lámina Pintro y/o malla Ciclón.	3.- Señalamiento, protección y confinamiento (señales informativas, suministro y colocación de lámina Pintro y/o malla Ciclón.	3.- Señalamiento, protección y confinamiento (señales informativas, suministro y colocación de lámina Pintro y/o malla Ciclón.
4.- Suministro y colocación de pilotes. <ul style="list-style-type: none"> . Fabricación . Acarreo, carga y descarga . Perforaciones . Hincado . Descabece . Pruebas de carga estática . Pruebas de carga dinámica . Dispositivo para control 	4.- Suministro y colocación de pilotes. <ul style="list-style-type: none"> . Fabricación . Acarreo, carga y descarga . Perforaciones . Hincado . Descabece . Pruebas de carga estática . Pruebas de carga dinámica . Dispositivo para control 	4.- Suministro y colocación de pilotes. <ul style="list-style-type: none"> . Fabricación . Acarreo, carga y descarga . Perforaciones . Hincado . Descabece . Pruebas de carga estática . Pruebas de carga dinámica . Dispositivo para control
5.- Excavación a cielo abierto con carga y acarreo al banco de tiro.	5.- Excavación a cielo abierto con carga y acarreo al banco de tiro.	5.- Excavación a cielo abierto con carga y acarreo al banco de tiro.
6.- Plantilla de concreto simple $f_c=100$ Kg/cm ² de 30 cm de espesor.	6.- Plantilla de concreto simple $f_c=100$ Kg/cm ² de 30 cm de espesor.	6.- Plantilla de concreto simple $f_c=100$ Kg/cm ² de 30 cm de espesor.
7.- Cimbra común en zapatas de cimentación.	7.- Cimbra común en zapatas de cimentación.	7.- Cimbra común en zapatas de cimentación.

* PUENTES VEHICULARES ELEVADOS *

ANALISIS DE ALTERNATIVAS

ALTERNATIVA 'A' ESTRUCTURA DE CONCRETO	ALTERNATIVA 'B' ESTRUCTURA METALICA	ALTERNATIVA 'C' ESTRUCTURA MIXTA
18.- Acero de refuerzo $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$, diferentes diámetros en cimentación.	18.- Acero de refzo. $f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$, diferentes diámetros en cimentación.	18.- Acero de refzo. $f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$, diferentes diámetros en cimentación.
19.- Concreto $f_c=250 \text{ Kg/cm}^2$, R.N., T.N.A. 19 mm, en cimentación.	19.- Concreto $f_c=250 \text{ Kg/cm}^2$, R.N., T.N.A. 19 mm, en cimentación.	19.- Concreto $f_c=250 \text{ Kg/cm}^2$, R.N., T.N.A. 19 mm, en cimentación.
10. Relleno de excavaciones con tepalcate para alcanzar niveles de proyecto.	10. Relleno de excavaciones con tepalcate para alcanzar niveles de proyecto.	10. Relleno de excavaciones con tepalcate para alcanzar niveles de proyecto.
11. Cimbra aparente en traves, apoyos, columnas y muros.	11. NO CONTEMPLA	11. Cimbra aparente en traves, apoyos, columnas y muros.
112. Acero de refzo. $f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$, diferentes diámetros en traves, apoyos, muros y columnas.	12. NO CONTEMPLA	12. Acero de refzo. $f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$, diferentes diámetros en traves, apoyos, muros y columnas.
113. NO CONTEMPLA	13. Acero estructural A-36 en traves, apoyos, columnas y muros.	13. NO CONTEMPLA
114. NO CONTEMPLA	14. Acero estructural A-36 en losas de superestructura.	14. Acero estructural A-36 en losas de superestructura.
115. Cimbra aparente en losas.	15. Cimbra aparente en losas.	15. Cimbra aparente en losas.
116. Concreto $f_c=250 \text{ Kg/cm}^2$, R.N., T.N.A. 19 mm, en losas.	16. Concreto $f_c=250 \text{ Kg/cm}^2$, R.N., T.N.A. 19 mm, en losas.	16. Concreto $f_c=250 \text{ Kg/cm}^2$, R.N., T.N.A. 19 mm, en losas.

* P U E N T E S V E H I C U L A R E S E L E V A D O S *

A N A L I S I S D E A L T E R N A T I V A S

ALTERNATIVA 'A' ESTRUCTURA DE CONCRETO	ALTERNATIVA 'B' ESTRUCTURA METALICA	ALTERNATIVA 'C' ESTRUCTURA MIXTA
17. NO CONTEMPLA	17. NO CONTEMPLA	17. Cables de prefuerzo para tirantado. (Includiendo pruebas de laboratorio).
18. NO CONTEMPLA	18. Suministro y colocación de anclajes activos y pasivos.	18. Suministro y colocación de anclajes activos y pasivos.
19. Suministro y colocación de estructura metálica para parapetos.	19. Suministro y colocación de estructura metálica para parapetos.	19. Suministro y colocación de estructura metálica para parapetos.
20. Construcción de Pavimentos.	20. Construcción de Pavimentos.	20. Construcción de pavimentos.
<ul style="list-style-type: none"> • Subrasante de 20 cm de espesor con tepetate. • Sub-base de 20 cm de espesor con grava cementada. • Base de 15 cm de espesor con grava cementada. • Riego de impregnación FM-1 a razón de 1.8 lts/m². • Riego de liga con asfalto FR-3 a razón de 0.8 lts/m². • Carpeta de concreto asfáltico de 7 cm de espesor. 	<ul style="list-style-type: none"> • Subrasante de 20 cm de espesor con tepetate. • Sub-base de 20 cm de espesor con grava cementada. • Base de 15 cm de espesor con grava cementada. • Riego de impregnación FM-1 a razón de 1.8 lts/m². • Riego de liga con asfalto FR-3 a razón de 0.8 lts/m². • Carpeta de concreto asfáltico de 7 cm de espesor. 	<ul style="list-style-type: none"> • Subrasante de 20 cm de espesor con tepetate. • Sub-base de 20 cm de espesor con grava cementada. • Base de 15 cm de espesor con grava cementada. • Riego de impregnación FM-1 a razón de 1.8 lts/m². • Riego de liga con asfalto FR-3 a razón de 0.8 lts/m². • Carpeta de concreto asfáltico de 7 cm de espesor.
21. Obras Hidráulicas.	21. Obras Hidráulicas.	21. Obras Hidráulicas.
<ul style="list-style-type: none"> • Excavación en cepa con acarreo al banco de tiro. 	<ul style="list-style-type: none"> • Excavación en cepa con acarreo al banco de tiro. 	<ul style="list-style-type: none"> • Excavación en cepa con acarreo al banco de tiro.

* P U E N T E S V E H I C U L A R E S E L E V A D O S *

A N A L I S I S D E A L T E R N A T I V A S

ALTERNATIVA 'A' ESTRUCTURA DE CONCRETO	ALTERNATIVA 'B' ESTRUCTURA METALICA	ALTERNATIVA 'C' ESTRUCTURA MIXTA
<ul style="list-style-type: none"> . Cama de arena. . Suministro y colocación de tubo de concreto: <ul style="list-style-type: none"> simple de 30 cm de ϕ simple de 38 cm de ϕ simple de 45 cm de ϕ simple de 60 cm de ϕ reforzado de 76 cm de ϕ reforzado de 91 cm de ϕ . Suministro y colocación de tubo de asbesto cemento clase A-7: <ul style="list-style-type: none"> de 4'' ϕ de 6'' ϕ de 20'' ϕ . Construcción de pozos de visita. . Relleno de cepas con tepetate. 	<ul style="list-style-type: none"> . Cama de arena. . Suministro y colocación de tubo de concreto: <ul style="list-style-type: none"> simple de 30 cm de ϕ simple de 38 cm de ϕ simple de 45 cm de ϕ simple de 60 cm de ϕ reforzado de 76 cm de ϕ reforzado de 91 cm de ϕ . Suministro y colocación de tubo de asbesto cemento clase A-7: <ul style="list-style-type: none"> de 4'' ϕ de 6'' ϕ de 20'' ϕ . Construcción de pozos de visita. . Relleno de cepas con tepetate. 	<ul style="list-style-type: none"> . Cama de arena. . Suministro y colocación de tubo de concreto: <ul style="list-style-type: none"> simple de 30 cm de ϕ simple de 38 cm de ϕ simple de 45 cm de ϕ simple de 60 cm de ϕ reforzado de 76 cm de ϕ reforzado de 91 cm de ϕ . Suministro y colocación de tubo de asbesto cemento clase A-7: <ul style="list-style-type: none"> de 4'' ϕ de 6'' ϕ de 20'' ϕ . Construcción de pozos de visita. . Relleno de cepas con tepetate.
<p>22. Alumbrado.</p> <ul style="list-style-type: none"> . Suministro y colocación de tubo de concreto simple con recubrimiento asfáltico interior. . Suministro y colocación de cable de cobre cal. 6, tipo XLP. . Construcción de bases para postes, (cimbra, acero, concreto $f_c=150$ Kg/cm², anclas). . Poste metálico cónico-circular de 9 mts. de altura 	<p>22. Alumbrado.</p> <ul style="list-style-type: none"> . Suministro y colocación de tubo de concreto simple con recubrimiento asfáltico interior. . Suministro y colocación de cable de cobre cal. 6, tipo XLP. . Construcción de bases para postes, (cimbra, acero, concreto $f_c=150$ kg/cm², anclas). . Poste metálico cónico-circular de 9 mts. de altura 	<p>22. Alumbrado.</p> <ul style="list-style-type: none"> . Suministro y colocación de tubo de concreto simple con recubrimiento asfáltico interior. . Suministro y colocación de cable de cobre cal. 6, tipo XLP. . Construcción de bases para postes, (cimbra, acero, concreto $f_c=150$ Kg/cm², anclas). . Poste metálico cónico circular de 9 mts. de altura

* P U E N T E S V E H I C U L A R E S E L E V A D O S *

A N A L I S I S D E A L T E R N A T I V A S

ALTERNATIVA 'A' ESTRUCTURA DE CONCRETO	ALTERNATIVA 'B' ESTRUCTURA METALICA	ALTERNATIVA 'C' ESTRUCTURA MIXTA
de 12 mts. de altura de 24 mts. de altura	de 12 mts. de altura de 24 mts. de altura	de 12 mts. de altura de 24 mts. de altura
23. Señalamiento Vertical y Horizontal. <ul style="list-style-type: none"> . Señales restrictivas . Señales informativas . Flechas en pavimento . Líneas continuas y discontinuas 	23. Señalamiento Vertical y Horizontal. <ul style="list-style-type: none"> . Señales restrictivas . Señales informativas . Flechas en pavimento . Líneas continuas y discontinuas 	23. Señalamiento Vertical y Horizontal. <ul style="list-style-type: none"> . Señales restrictivas . Señales informativas . Flechas en pavimento . Líneas continuas y discontinuas
24. Obras Viales Adyacentes. <ul style="list-style-type: none"> . Demoliciones de carpeta asfáltica con acarreo al banco de tiro. . Excavación en caja. . Mejoramiento en terracerias con tepetate . Subrasante de 20 cm de espesor con grava cementada. . Sub-base con grava cementada. . Base con grava cementada . Riego de impregnación con asfalto FM-1 . Riego de liga con asfalto FR-3 	24. Obras Viales Adyacentes. <ul style="list-style-type: none"> . Demoliciones de carpeta asfáltica con acarreo al banco de tiro. . Excavación en caja. . Mejoramiento en terracerias con tepetate . Subrasante de 20 cm de espesor con grava cementada. . Sub-base con grava cementada. . Base con grava cementada . Riego de impregnación con asfalto FM-1 . Riego de liga con asfalto FR-3 	24. Obras Viales Adyacentes. <ul style="list-style-type: none"> . Demoliciones de carpeta asfáltica con acarreo al banco de tiro. . Excavación en caja. . Mejoramiento en terracerias con tepetate . Subrasante de 20 cm de espesor con grava cementada. . Sub-base con grava cementada. . Base con grava cementada . Riego de impregnación con asfalto FM-1 . Riego de liga con asfalto FR-3
25. Personal para control de tráfico, manejo de señales, etc.	25. Personal para control de tráfico, manejo de señales, etc.	25. Personal para control de tráfico, manejo de señales, etc.

ALTERNATIVA "A"
 CONCRETO HIDRAULICO COMPACTADO CON RODILLO
 (C.C.R.)

U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE	
Demolición de carpeta de concreto asfáltico existente con acarreo al banco de tiro (25 km)	M3	167,985	29,310	4,755'655.350
Excavación en caja hasta una profundidad de 0.94m con respecto a la cota superior de la nueva carpeta asfáltica.	M3	548,978	18,606	10,214'284.668
Compactación de la última capa de los rellenos. Terreno natural al 90% de su P.V.S.M.	M2	371,124	800	296'899.200
Subrasante empleando los materiales de la antigua base con un contenido de agua cercano al óptimo, tendido en dos capas de 150cm cada una, complementándose con una capa de 10 Cm utilizando tepetate.	M3	273,743	18,606	6,214'284.669
Base empleando grava cementada controlada con un espesor de 20 Cm y tendida en una sola cara hasta alcanzar el 100% de su P.V.S.M. (Porter)	M3	126,849	40,593	5,355'111.457

Colocación de rejilla para geotextil en zonas de drenaje pozos de visita.	M2	305,921	8,500	2,600,329,501
Riego de liga a razón de 0.4 Lt por m ² .	Lt	382,896	1,009	386,342,064
Carpeta de concreto hidráulico f'c=250 Kg/Cm ² , compactado con rodillo. (ver figuras).	M3	166,988	296,500	49,511,942,070
Riego de liga a razón de 0.4 Lt/m ² .	M3	382,896	1,009	386,342,064
Construcción de juntas longitudinales mediante aserrado con colocación de juntas de Neopreno de 10cm de ancho y 3mm de espesor.	M	54,580	18,422	1,005,328,602
Carpeta de concreto asfáltico de 6 Cm. de espesor	M3	40,429	275,385	11,153,754,665
Construcción de guarniciones con sección trapezoidal 15x20x40 y concreto f'c=150 Kg/Cm ² .	M1	63,036	30,567	1,926,864,376
Banqueta de 10 Cm. de espesor, acabado escobillado con concreto simple f'c = 150 Kg/Cm ² .	M2	63,905	27,220	1,739,494,160

ALCANTARILLADO

	U ^o	CANTIDAD	P. U.	IMPORTE
Excavación en cepas	M3	20,787	17,968	373'500,816
Extracción de tubería de concreto simple de 30 cm de diam.	M1	15,000	33,707	505'605,000
Colocación de tubería de concreto simple de 30 Cm de diam.	M1	66,984	27,826	1,863'896,734
Descargas domiciliarias	Pza	5,031	118,000	356'476,000
Coladeras de concreto y de rejilla para banquetas	Pza	373	202,661	75'582,553
Pozos de visita	Pza	458	1'800,000	824'400,000
Relleno compactado en cepas	M3	20,183	36,590	738'495,970

AGUA POTABLE

Excavación en cepas	M3	13,858	17,368	240'000,944
Colocación de tubo AC clase A-7,4" diam.	m	50,343	29,267	1,473'564,153
Colocación de piezas esp.	Lote	1	124'970,726	124'970,726

Tomas domiciliarias	Pza	3,021	221,000	667'641,000
Relleno compactado en cerpas con tepetate	M3	13,456	36,590	492'355,040
ALUMBRADO PUBLICO				
Colocación de tubo PVC Pesado 4" diam.	M	67,888	21,200	1.439'225,600
Concreto f'c= 150 en base para postes ,Incluyendo: Anclajes de acero de 1.5" diam 1.5 m , cimbra común en bases p/postes	Pza	1,745	752,640	1.313'356,800
Alumbrado provisional (colocación y desmontaje de postería y alumbrado)	lote	1	2,500'000,000	2,500'000,000
Postes metálicos cónico-circulares De 9m de altura De 12m de altura	Pza	622	502,000	312'244,000
	Pza	1,123	635,622	713'803,506
Postes de concreto clase C-35 de 11m. de altura.	Pza	316	773,016	244'073,056
Brazo metálico de 2.4 m. de long.	Pza	3,153	64,700	203'939,100
Luminaria V.S.A.F. de 400 W	Pza	2,346	785,099	1.841'937,562
Cable de cobre 600 volts				

tipo ILP, cal. 6	M	302,503	8,811	2,665'353,933
JARDINERIA				
Colocación de tierra fértil	M3	117,902	54,399	6,413'750,398
Plantado de árboles (diferentes especies)	Pza	20,420	62,460	1,275'403,200
Plantado de césped	M2	451,191	6,154	2,776'624,414

COSTO POR M2	TOTAL DE 704'316,590
\$ 128,704,316,590	
-----	= \$ 128,924/m2
647.000 M2	

ALTERNATIVA "B"
CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO

U	CANTIDAD	P. U.	IMPORTE	
Demolición de carpeta de concreto asfáltico existente con acarreo al banco de tiro (25 Km)	M3	167,935	28,310	4,759,655,350
Excavación en caja hasta una profundidad de 1.10m con respecto a la cota superior de la nueva carpeta asfáltica.	M3	548,978	18,606	10,214,284,668
Compactación de la última capa de los rellenos. Terreno natural al 90% de su P.V.S.M.	M2	398,206	800	318,564,800
Subrasante empleando los materiales de la antigua base con un contenido de agua cercano al óptimo. Tendido en tres capas de 150cm cada una, complementándose con una capa de 15 Cm de espesor utilizando tapetate.	M3	371,124	35,531	13,186,406,844
Basa empleando grava cementada controlada y tendida en dos capas y compactada 100% de su P.V.S.M. (AASHTO MOD.)	M3	170,456	40,662	6,931,081,870

Colocación de membraria geotextil en zonas de drenaje pozos de visita.	M2	305,921	8,500	2,600'328,500
Riego de impregnación FM-1 a razón de 1.2 Lt/m ²	Lt	752,152	1,009	758'921,368
Riego de liga a razón de 0.8 Lt/m ² .	Lt	536,094	1,009	540'918,846
Carpeta de concreto asfáltico (ver figuras).	M3	131,313	275,885	36,228'666,430
Construcción de guarderías con sección trapezoidal 15x20x40 y concreto f'c=150 Kg/Cm ² .	M1	63,036	30,567	1,926'864,276
Banqueta de 10 Cm. de espesor, acabado escobillado con concreto simple f'c = 150 Kg/Cm ² .	M2	63,905	27,220	1,739'494,100

ALCANTARILLADO

	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
Excavación en cepas	M3	20,787	17,968	373'500,816
Extracción de tubería de concreto simple de 30 cm de diam.	M1	15,000	33,707	505'605,000
Colocación de tubería de concreto simple de 30 Cm de diam.	M1	66,984	27,826	1,863'896,784
Descargas domiciliarias	Pza	3,021	118,10v	356'478,000
Coladeras de concreto y de rejilla para banquetas	Pza	373	202,661	75'592,553
Fozos de visita	Pza	458	1'800,000	824'400,000
Relleno compactado en cepas	M3	20,183	36,590	738'445,970
AGUA POTABLE				
Excavación en cepas	M3	13,858	17,968	248'000,544
Colocación de tubo AC clase A-7, 4" diam.	M	50,349	29,267	1.473'564,183
Colocación de piezas especiales	Lote	1	124'970,728	124'970,728

Tomas domiciliarias	Pza	3,021	221,000	667'641,000
Relleno compactado en capas con tepetate	M3	13,456	36,590	492'355,040
ALUMBRADO PUBLICO				
Colocación de tubo PVC pesado 4" diam.	M	67,888	21,200	1,439'225,600
Concreto f'ca 150 en base para postes, incluyendo: Anclas de acero de 1.5" diam x 1.5 m, cimbra común en bases p/postes	Pza	1,745	752,640	1,313'356,800
Alumbrado provisional (colocación y desmontaje de posteria y alumbrado)	Lote	1	2,500'000,000	2,500'000,000
Postes metálicos cónico-circulares (de 9m de altura de 12m de altura)	Pza	622	502,000	312'244,000
	Pza	1,123	635,622	713'803,506
Postes de concreto clase C-35 de 11m. de altura.	Pza	316	773,016	244'273,056
Brazo metálico de 2.4 m. de long.	Pza	3,153	64,700	203'999,100
Luminarie V.S.A.F. de 400 W	Pza	2,346	785,099	1,841'837,562

Cable de cobre 600 volts tipo XLP, cal. 6	M	302,903	8,811	2,665'353,933
		JARDINERIA		
Colocación de tierra fér- til	M3	117,902	54,399	6,413'750,398
Plantado de arboles (diferentes especies)	Pza	20,429	62,460	1,275'433,200
Plantado de césped	M2	451,191	6,154	2,776'629,414

TOTAL = 108,646,594,741

COSTO POR M2

108,646,594,741

----- = # 167,924,00/m2

647,000 M2

Para la Reurbanización Vial en sus dos alternativas tenemos:

- ALTERNATIVA "A"	Superficie de rodamiento con concreto hidráulico, y una capa adicional de concreto asfáltico como terminado.	\$198,924.00/M2
- ALTERNATIVA "B"	Superficie de rodamiento con concreto asfáltico.	\$167,924.00/M2

En ambos casos se presenta un análisis detallado de la evaluación de las alternativas.

EVALUACION DE ALTERNATIVAS
REURBANIZACION VIAL
PAVIMENTACION

ALTERNATIVA "A" (C.C.R.) "Concreto Compactado Con Rodillo"		ALTERNATIVA "B" (C.A.) (C.A.) "Carpeta De Concreto Asfáltico"	
VENTAJAS	DESVENTAJAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
- Mayor vida útil	- Mayor costo x m2 *	- Menor costo x m2 (se anexa evaluación)	- Mayor vida útil
- Requiere menos mantenimiento	- Capa adicional de asfalto	- Menor número de trabajos adicionales	- Requiere mantenimiento a corto plazo
	- Juntas constructivas de expansión	- Menor desperdicio de material por reciclaje en mantenimiento	
	- Pruebas de comportamiento con costo alto	- mejor comportamiento en respuesta a asentamientos de falla de suelo	
	- Control de calidad con equipo no común		
	- Respuesta mas desfavorable a los asentamientos en caso de falla		

	U	ALTERNATIVA "C" ESTRUCTURA MIXTA" CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
Trazo y nivelación	M2	363	673	257,759
Excavación en cepas con acarreo al banco de tiro	M3	444	17,968	7'977,792
Relleno de excavaciones con tepetate para alcanzar niveles de proyectos	M3	199	36,590	7'281,410
Cimbra común en cimentación	M2	440	30,950	13'618,000
Concreto f'c= 200 Kg/cm ² , RN, TMA 20mm, en cimentación	M3	71	265,783	18'870,593
Acero de refuerzo fy=4200Kg/cm ² diferentes diam. en cimentación	Kg	4,643	2,765	12'837,895
Cimbra aparente en columnas y cabezales	M2	216	38,540	8'324,640
Acero de refuerzo fy=4200kg/cm ² kg	kg	5,060	2,765	13'990,900
Concreto f'c=200 Kg/cm ² , RN, TMA 20mm en columnas y cabezales	M3	73	309,356	22'582,983
Suministro, fabricación y montaje de armadura metálica formada por ángulos de acero A-36	Kg	19,499	7,428	144'471,720
Lamina estructural tipo losacero	M2	401	84,655	33'846,655

Malla 6-6/10-10 electrosoldada	M2	200	6,256	1'251,200
Concreto simple f'c = 200Kg/cm ² RN, en losas (incluye malla 6-6/10-10)	M2	16	309,356	4'949,696
Escalones de concreto armado f'c = 200Kg/cm ² , RN, T ₁ A 19mm, de .20m de huella por 2.10m de largo y y .20 de peralte	Pza	73	132,678	9'685,494
Barandal a base de marco perim- etral de PTR de 3"x2" cal.18 recubierta con malla ondulada cal. 8	M1	64	255,259	16'336,576
Protección de puente en techo y laterales de pasarela a base de malla ondulada cal.8	M2	703	66,888	48'428,264

COSTO POR M2

\$ 365,111,582

TOTAL = 365,111,582

383 M2

= \$ 959,254,00/m2

En el caso de los puentes peatonales se obtuvo lo siguiente:

- ALTERNATIVA "A"	Estructura de concreto	\$1'013.592.00/m2
- ALTERNATIVA "B"	Estructura de acero	\$1'010.953.00/m2
- ALTERNATIVA "C"	Estructura mixta	\$ 953.294.00/m2

En estos casos se presenta un análisis detallado del costo de la alternativa C; este mismo análisis detallado se llevó a cabo para las alternativas A y B. Aún cuando no se incluyeron en este trabajo por considerarse repetitivo.

EVALUACION DE ALTERNATIVAS
"PUENTES PEATONALES"

ALTERNATIVA "A" "ESTRUCTURA DE CONCRETO"		ALTERNATIVA "B" "ESTRUCTURA METALICA"		ALTERNATIVA "C" "ESTRUCTURA MIXTA"	
VENTAJAS	DESVENTAJAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
-Bajo mantenimiento	-Estructura mas pesada	-Menor interferencia al tráfico normal	-Mayor requerimiento mano de obra especializada	-Menor interferencia al tráfico normal	-Mayor mantenimiento
-Requerimientos sencillos de mano de obra	-Mayor volumen de obra			-Tiempo medio de ejecución	-Control de calidad especializado
-Proceso constructivo de mayor interferencia al tráfico normal		-Menor tiempo de ejecución	-Control de calidad mas especializado	-Menor costo	
-Elementos voluminosos con pagens urbana poco favorable		-Estructura ligera	-Mayor mantenimiento	-Peso combinado aceptable	
		-Mayor área de afectación	-Elementos estructurales de dimensiones apreciables	-Mayor adaptación a la pagen urbana	
-Alto costo por m ²				-Menor área de afectación	
-Mayor área afectada				-Menor costo por m ² (según evaluaciones)	

	U	ALTERNATIVA "C" ESTRUCTURA MIXTA" CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
Trazo y nivelación	M2	4,809	673	3'236,457
Demolición de carpeta asfáltica con acarreo al banco de tiro	M3	104	28,310	2'944,240
Señalamiento, protección y confinamiento (señales informativas, suministro y colocación de lámina pintora y/o malla ciclon)	Lote	1	107'685,000	107'685,000
Suministro y colocación de pilotes de 40x40 cm				
Fabricación acarreo carga y descarga	M	1,704	159,367	269'857,368
Perforaciones	M	1,000	61,000	61'000,000
Hincado	M	1,820	40,710	74'092,200
Descabece	M3	40	214,730	8'589,200
Pruebas de carga estática		0	0	0
Pruebas de carga dinámica	Prueba	4	4'000,000	16'000,000
Dispositivo para control	Fca	40	376,625	15'065,000

Excavación a cielo abierto con carga y acarreo al banco de tiro	M3	6,436	14,115	90'844,140
Plantilla de concreto simple f'c =100 Kg/cm2 de 5cm de espesor	M3	121	193,000	23'353,000
Cimbra común en zapatas de cimentación	M2	4,487	30,950	138'872,650
Acero de refuerzo f'y=4200Kg/cm2 diferentes diam. en cimentación	Kg	128,000	2,765	353'920,000
Concreto f'c=250Kg/cm2,RN,TMA 19mm, en cimentación	M3	1,132	265,783	300'866,356
Relleno de excavaciones con tepetate para alcanzar niveles de proyecto	M3	2,069	36,590	75'704,710
Cimbra aparente en traves apoyos, columna y muros	M2	6,861	37,203	255'249,783
Acero de refuerzo f'y=4200 Kg/cm2, diferentes diam. en tabes, Apoyos muros y columnas	Kg	107,500	2,765	297'237,500
Acero estructural A-36: losas de superestructura	Kg	152,600	7,428	1,103'512,800
Cimbra aparente en losas	M2	1,702	38,540	65'595,050
Concreto f'c=250Kg/cm2,R.N., T.M.A., 19mm, en losas	M3	1,441	309,356	445'731,996

Cables de presfuerzo para atirantado (incluyendo pruebas de laboratorio)	M	556	673,000	374'193,000
Suministro y colocación de anclajes: activos y pasivos	Pza	48	12'608,000	605'184,000
Suministro y colocación de estructura metálica para parapetos	M	1,940	159,400	309'236,000
Construcción de pavimentos Subrasante de 20cm de espesor con tepetate	M3	154	35,531	5'471,774
Sub-base de 20 cm de espe- sor con grava cementada	M3	150	40,593	6'088,950
Base de 15 cm de espesor con grava cementada	M3	106	40,662	4'310,172
Riego de impregnación FM-1 a razón de 1.8 Lt/m2	Lt	2,702	1,009	2'726,318
Riego de liga con asfalto FR-3 a razón de 0.8 Lt/m2	Lt	6,950	1,009	6'911,650
Carpeta de concreto asfálti- co de 7 cm de espesor	M3	570	275,885	157'254,450

Obras hidráulicas

Excavación en cepa con acarreo al banco de tiro	M3	12,785	17,968	229'720,680
Cama de arena	M3	861	43,868	37'770,348
Suministro y colocación de tubo de concreto				
Simple de 30 cm diam	M	2,040	27,826	56'765,040
Simple de 36 cm diam	M	1,705	39,496	67'350,176
Simple de 45 cm diam	M	315	63,509	21'580,335
Simple de 50 cm diam	M	120	104,369	12'524,280
Reforzado de 76 cm de diam	M	240	241,966	58'071,840
Reforzado de 91 cm de diam	M	252	504,446	137'200,392
Suministro y colocación de tubo de asbesto-cemento clase A-7				
De 4" de diam.	M	864	29,267	25'286,688
De 6" de diam.	M	2,036	48,333	100'441,938
De 20" de diam.	M	100	348,709	34'870,900

Construcción de pozos de visita	Pza	84	1'800,000	151'200,000
Filleno de cepas con tepetate	M3	11,213	36,590	410'283,670
ALUMBRADO				
Suministro y colocación de tubo de concreto simple con recubrimiento asfáltico interior	M	2,473	17,694	43'757,262
Suministro y colocación de cable de cobre cal 6, tipo XLP	M	5,000	8,811	44'055,000
Construcción de bases para postes (cimbra, acero, concreto f'c=150Kg/cm2, anclajes)	Pza	39	752,640	74'511,360
Postes metálico cónico-circular de 9m de altura	Pza	61	502,000	30'622,000
de 12m de altura	Pza	26	635,622	16'526,172
de 24m de altura	Pza	12	12'978,194	155'726,328
Señalamiento vertical y horizontal				
Señales restrictivas				
Señales informativas				
Flechas en pavimento				
Lineas continuas y discontinuas	Lote	1	300'000,000	303'000,000

Obras viales adyacentes				
Demolición de Carpeta asfáltica con acarreo al banco de tiro	M3	1,480	28,310	41'398,800
Excavación en caja	M3	511	18,606	9'507,666
Mejoramiento de terracerías con tepetate	M3	511	35,531	18'156,341
Suprasante de 20 cm de espesor con grava cementada	M3	20,083	35,531	712'568,073
Sub-base con grava cementada	M3	18,028	40,593	650'624,604
Base con grava cementada	M3	18,033	40,662	733'257,846
Riego de impregnación con asfalto FM-1	Lt	60,110	1,009	60'650,960
Riego de liga con asfalto FR-3	Lt	32,060	1,009	32'348,940
Carpeta de liga concreto asfáltico	M3	8,415	275,865	2,321'872,275
Personal para control de tráfico	1	4,320	41,471	173'156,680

		TOTAL \$11,979,528,468	
		COSTO POR M2	
		\$ 11,979,528,468	
		----- = \$ 2'491,127.00/m2	
		4,809 M2	

Con respecto al costo por m² para los puentes vehiculares en sus diferentes alternativas tenemos lo siguiente:

- ALTERNATIVA "A"	Estructura de concreto	\$2'649,482.00/m ²
- ALTERNATIVA "B"	Estructura de acero	\$2'641,800.00/m ²
- ALTERNATIVA "C"	Estructura mixta	\$2'491,127.00/m ²

En estos casos se presenta un análisis detallado del costo de la alternativa; este mismo análisis detallado se llevó a cabo para las alternativas A y B. Aún cuando no se incluyeron en este trabajo por considerarse repetitivo.

EVALUACION DE ALTERNATIVAS
"PUENTES VEHICULARES"

ALTERNATIVA "A" "ESTRUCTURA DE CONCRETO"		ALTERNATIVA "B" "ESTRUCTURA METALICA"		ALTERNATIVA "C" "ESTRUCTURA MIXTA"	
VENTAJAS	DESVENTAJAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
-Bajo mantenimiento	-Estructura mas pesada	-Menor interferencia	-Mayor requerimiento	-Menor interferencia	-Mayor mantenimiento
		-al tráfico normal	-mano de obra especiali-	-al tráfico normal	
-Requerimientos similares	-Mayor volumen de obra		-sizada		-Control de calidad
-Bajos costos de mano de obra				-Tiempo medio de eje-	-especializado
-Especializada	-Proceso constructivo de	-Menor tiempo de eje-	-Control de calidad	-ducción	
	-mayor interferencia al	-ducción,	-mas especializado		
-Control de calidad	-tráfico normal			-Menor costo	
-normal		-Estructura ligera	-Mayor mantenimiento		
	-Elementos voluminosos			-Fase combinado acep-	
	-con imagen urbana poco	-Imagen urbana acepta-	-Elementos estructura-	-table	
	-favorable	-ble	-les de dimensiones		
			-apreciables	-Mayor adaptación a la	
	-Alto costo por m2	-Menor área de afecta-		-imagen urbana	
		-ción			
	-Mayor área afectada			-Menor área de	
				-afectación	
				-Menor costo por m2	
				-en las evaluaciones	

CAPITULO V

SELECCION DE LAS ALTERNATIVAS OPTIMAS.

V.- SELECCION DE LAS ALTERNATIVAS OPTIMAS

En base al análisis y evaluación de alternativas desarrollado en el capítulo anterior, se procedió, en cada caso, a realizar la selección de la alternativa que reunió las mejores condiciones de ejecución para cada una de las obras inducidas que se han venido considerando.

Para el caso de la Reurbanización Vial, se seleccionó como alternativa óptima la que contempla exclusivamente como superficie de rodamiento carpeta de concreto asfáltico (alternativa B), llegándose a esta conclusión, debido, a que de las dos alternativas analizadas, presento mejores ventajas en la evaluación, siendo estas las siguientes:

- Mejor comportamiento de la estructura del pavimento ante las deformaciones presentadas por el suelo.
- Mayor conocimiento y experiencia acerca de la construcción y comportamiento del pavimento utilizado.
- Disponibilidad de mano de obra calificada, materiales y equipo para la construcción de este tipo de pavimento.
- Proceso constructivo sencillo.

- Menor costo total de obra (20 mil millones de pesos menos).

Como puede observarse independientemente de las ventajas del proceso constructivo, el costo representa un factor decisivo en la selección de la alternativa que se consideró más adecuada.

En lo referente a los puentes peatonales, se consideró que la alternativa óptima es la compuesta por una estructura mixta (alternativa C), siendo esta dentro de las tres propuestas, la que presentó las mayores ventajas durante la evaluación, las cuales se mencionan a continuación:

- Mejor adaptación de la estructura a la imagen urbana.
- Menor tiempo de ejecución de la obra.
- Proceso constructivo sencillo.
- Menor costo de obra (22,650 millones de pesos menos en promedio que las otras alternativas).

Cabe mencionar que debido a que la construcción de estas obras implica trabajar sobre la Calzada, la rapidez del montaje de los elementos de acero y la reducción del tiempo

do ejecución que este trae consigo así como la no excesiva interferencia con el tránsito vehicular, dió como resultado que se eligiera a la alternativa mixta como la adecuada, ya que esta quedaría acorde con la imagen urbana además de que el costo de esta alternativa resultó ser menor a la de las otras.

Respecto a los puentes vehiculares, la decisión de la alternativa óptima recayó en la estructura mixta (alternativa C), ya que de entre las tres analizadas arrojó los mejores resultados en la evaluación, los cuales se resumen en seguida:

- Mayor adaptación a la imagen urbana y continuidad en el concepto estructural de la Línea del Metro Ligero y Puentes Peatonales.
- Elementos estructurales de menores dimensiones, tanto para cimentación como para superestructura.
- Proceso constructivo de tipo común.
- Las interferencias que presenta al tráfico normal de la Calzada Saragoza durante su construcción, son menores a las que hubiesen provocado cualquiera de las otras dos alternativas.

- Menor costo de obra (743 millones de pesos menos en promedio que las otras alternativas).

Análogamente a las alternativas anteriores, los conceptos de mayor peso para la selección de la mejor alternativa, resultaron ser el costo, el proceso constructivo y la imagen urbana.

La construcción de la línea " A " del Metro, originó una serie de conflictos que afectaron principalmente al tránsito vehicular y peatonal, por lo que se hizo necesaria la implementación de una serie de acciones tendientes a disminuir esta problemática.

Las acciones que se llevaron a cabo forman parte de una estrategia denominada: Plan para el manejo de tráfico durante la ejecución de obras de reconstrucción de la calzada General Ignacio Zaragoza y que son:

I.- Para el manejo peatonal:

- Delimitar los cruces peatonales sobre la Calzada Zaragoza.
- Indicar por medio de señalamientos (vertical y horizontal), la presencia de cruces peatonales.
- Controlar el cruce peatonal por medio de bandereros y semáforos accionados también por bandereros.

II.- Para manejo de transporte urbano de pasajeros:

- Acondicionamiento de paradas de ascenso y descenso de pasaje.
- Reubicación de terminales de colectivos.
- Eliminación de zonas de inundación.

III.- Para manejo general de tráfico:

- Vigilancia y operación de restricciones.
- Impedir maniobras de vueltas izquierdas directas.
- Impedir maniobras de carga, descarga y estacionamiento sobre laterales.
- Mantenimiento de señales y dispositivos.
- Agilizar entradas a estacionamientos (evitar colas).

Además de lo anterior, se pusieron en funcionamiento los siguientes programas:

- Programa de desaliento al uso de la avenida.
- Programa de manejo de tráfico sobre la avenida durante la reconstrucción.
- Acondicionamiento de carriles laterales

- Cierre al tráfico y reconstrucción de los carriles centrales.
- Cambio de tráfico de los carriles laterales a carriles centrales.
- Cierre al tráfico y reconstrucción de carriles laterales.

Lo anterior como ya se dijo, ayuda a facilitar al usuario de la Calzada Zaragoza su tránsito por ésta durante la ejecución de la obra del Metro Ligerero, manteniéndolo informado de las actividades constructivas que sobre dicha Calzada se realizan; todo esto se hizo a través de señalamientos muy visibles a lo largo de esta vía que fueron ubicados estratégicamente y de avisos transmitidos por medio de diversos instrumentos de comunicación como la radio, la prensa y la televisión, así como por volantes que se entregaron en las casetas de cobro de la carretera México-Puebla y que contenían los planos de desvíos por obras.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

VI.- CONCLUSIONES.

Como puede observarse, el costo de las Obras Inducidas y Complementarias es un factor decisivo para elegir el tipo de solución que se dará a una línea del Metro (superficial, subterránea o elevada), es por ello que se requiere hacer un estudio económico de estas obras en particular para poder tomar una decisión definitiva.

Para el caso de las Obras Inducidas y Complementarias aquí analizadas (Reurbanización Vial, Puentes Peatonales y Puentes Vehiculares), su costo representa aproximadamente el 33 % del costo total de la línea "A" Pantitlán-La Paz; si sumáramos a esto el costo de las restantes Obras Inducidas y Complementarias que no fueron analizadas aquí pero que también forman parte del proyecto, veremos que dicho valor constituye una parte importante, ya que casi igualaría al costo de la Línea misma.

La construcción de la Línea "A" del Metro y de sus Obras Inducidas y Complementarias originó una serie de conflictos que afectaron principalmente y en gran medida al tránsito vehicular y peatonal de la zona en que se construyen, pero debe hacerse notar el énfasis puesto por el Departamento del Distrito Federal para mantener informados a los usuarios de la Calzada Ignacio Zaragoza sobre las obras

constructivas que se estaban llevando acabo en cada una de las etapas del proyecto, para que éstos pudieran tomar vías alternas o para que utilizaran la Calzada pero sin interferir con los trabajos de las obras.

Por último y en lo que respecta a la solución adoptada para los puentes vehiculares (Puentes Tirantados), puede decirse que es una solución estructural poco común para éste tipo de obras dentro de una Ciudad y que representa una contribución al avance de la Ingeniería Civil en México.

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

LICITACIONES:

GOC-01-90 "Construcción de los puentes vehiculares Amador Salazar y Telecomunicaciones".

GOC-07-90 "Construcción de la reurbanización vial de la

GOC-08-90 Calzada I. Zaragoza tramo Pantitlán-La Paz".

GOC-13-90 - Pavimentación.

GOC-14-90 - Alumbrado.

GOC-15-90 - Jardinería.

GOC-16-90 - Obras hidráulicas.

GOC-17-90 - Obras sanitarias.

GOC-18-90

REVISTAS:

COVITUR 77-82.

DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL.

REVISTA DE INGENIERIA No. 1 AÑO 1982.

FACULTAD DE INGENIERIA.

D.D.F. LINEA "A" PANTITLAN-LA PAZ. 1990

DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL.

PUBLICACIONES:

PLAN MAESTRO DEL METRO (1985).
DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL.

PROGRAMA INTEGRAL DE TRANSPORTE (1990-1994).
DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL.

PLAN PARA EL MANEJO DE TRAFICO SOBRE LA CALZADA GRAL. IGNACIO
ZARAGOZA DURANTE SU RECONSTRUCCION.
AGOSTO 1990.
DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL.

CONFERENCIAS:

"METRO LIGERO" LINEA "A" (1991).
COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE MEXICO.