

Nº 90
2EJ.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA AMPLIACION
DE LAS LATERALES DEL ANILLO PERIFERICO
ARCO ORIENTE

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A N :
JUAN MANUEL ORTEGA CORPUS
HUGO FLORES SANCHEZ



CIUDAD DE MEXICO

ABRIL DE 1992

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

	Página
1.- Introducción.	1
2.- Estudio de factibilidad.	6
2.1. Recopilación de datos de campo.	7
2.2. Asignación de volúmenes.	19
2.3. Alternativas de solución.	28
2.4. Selección de la alternativa de solución.	31
2.5. Análisis Beneficio-Costo.	35
2.6. Análisis Económico.	41
3.- Características generales del proyecto.	43
3.1. Clasificación de la obra.	43
3.2. Dimensiones de la vialidad.	46
3.3. Restricciones de proyecto.	52
3.4. Etapas de construcción.	58
4.- Estudio de mecánica de suelos.	60
4.1. Programas de exploración.	60
4.2. Interacción suelo-estructura.	70
4.3. Selección de la alternativa de solución.	85
5.- Proceso constructivo de estructuras de pavimento.	87
5.1. Programa de obra.	87
5.2. Obras inducidas.	93
5.3. Clasificación de los pavimentos.	95
5.3.1. Trazo y Nivelación.	97
5.3.2. Excavación en caja.	100
5.3.3. Filtro o capa de mejoramiento.	103
5.3.4. Aplicación de la membrana geotextil.	106
5.3.5. Formación de la sub-rasante y de la sub-base. .	108
5.3.6. Formación de la base y de la carpeta asfáltica.	111
6.- Proceso constructivo de estructuras de concreto -- en vialidades.	119
6.1. Construcción de puentes.	119

6.1.1. Construcción e hincado de pilotes.	122
6.1.2. Cajones de cimentación.	127
6.1.3. Muros de retención.	131
6.1.4. Preesforzados.	133
6.1.5. Firme de compresión y losa de aproximación. ...	137
6.1.6. Formación de terraplén en puentes.	140
6.1.7. Distribuidores y puentes peatonales.	142
7.- Obras complementarias en la construcción de vialidades.	145
7.1. Drenaje pluvial.	145
7.2. Señalamiento provisional y definitivo.	152
7.3. Alumbrado público.	180
8.- Recomendaciones.	185
9.- Conclusiones.	188
10.- Referencias bibliográficas.	189

Capítulo 1. Introducción.

Como consecuencia del crecimiento poblacional que existe en el país surge la necesidad de la transformación continua de su infraestructura vial, teniendo que acrecentar las vías de comunicación para adecuarse a las exigencias que este crecimiento origina.

Con el desenvolvimiento que tuvieron las vías de comunicación a principios de siglo con los ferrocarriles y con la aparición del automóvil, el país sufre un cambio radical en sus sistemas de transporte, desde las superficies de rodamiento hechas de terracerías por las que circulaban caballos y carretas hasta las más modernas elaboradas con pavimentos, por las cuales circulan los vehículos actuales desarrollados con alta tecnología.

Desde que aparece la rueda se origina la necesidad de superficies de rodamiento por las cuales circulen los vehículos de transporte, es así como la historia de los caminos y vialidades en México se remonta a las culturas antiguas de América. Entre ellas las de los Mayas, en el Sur de México y Norte de Centro América, la de los Toltecas que se establecieron en la meseta central, en México, por el año 752; los Aztecas que fundaron Tenochtitlan hoy Ciudad de México, en 1325 y los Incas 1100 A.C. en el Perú, todas estas civilizaciones dejaron huella de un avanzada técnica de construcción de caminos. Estas culturas formaban sus caminos a base de terraplenes de uno y dos metros de elevación, cubiertos con una superficie de piedra caliza cuyos vestigios existen actualmente en Yucatán México.

El imperio Azteca en México pudo extenderse desde el Golfo de México hasta la zona costera del Pacífico, gracias a rutas trazadas por los indígenas. Las crónicas españolas de la época de la conquista (año 1521) mencionan que la capital Azteca estaba situada en una isla al centro de un lago y que grandes calzadas las comunicaban con tierra firme, cabe mencionar que estas calzadas incluían puentes elevadizos por la gran cantidad de barcas que cruzaban de un lado a otro.

Posteriormente en el siglo XVI los conquistadores españoles inician la construcción de caminos en América como medio para extender la colonización y la explotación de recursos en la Nueva España.

Durante este siglo es introducida la primera carreta por el español Sebastián de Aparicio, quien construye también la primer carretera del Nuevo Mundo entre México y Veracruz aproximadamente entre los años 1540 y 1550, más tarde construye la carretera México-Zacatecas. De igual manera se construyen los caminos México-Laredo y México-Guadalajara.

En el siglo XVIII el tránsito se incrementa y con grandes esfuerzos debido al mal estado de los caminos se puede satisfacer la demanda. El gran desarrollo contribuye enormemente a la introducción del cobro de cuotas de peaje, que permite la construcción y conservación de los mismos. En el siglo XIX se empieza a experimentar con vehículos de autopropulsión utilizando la fuerza del vapor.

De 1837 a 1876 el ferrocarril progresa, se desarrolla y se coloca a la vanguardia de los medios de transporte, haciendo que los caminos quedan relegados a un segundo término.

En las últimas décadas del siglo XIX se da la aparición del automóvil con motor de gasolina y renace el deseo de conservar en buen estado los caminos que habían sido abandonados y continuar con la red vial de carreteras.

En el año de 1898 entra a México el primer automóvil, un auto de origen francés. Durante los últimos 70 años, el vehículo ha influido de manera muy importante en la economía del transporte y a partir de 1940 los ingenieros mexicanos han construido obras viales asegurando que el parque vehicular tenga un mejor movimiento.

Realmente el desarrollo más importante de la infraestructura vial de la ciudad de México comenzó en el año de 1952 con la construcción del Viaducto Miguel Alemán en el tramo de Minería a Cuauhtemoc, en 1955 de Cuauhtemoc a Tlalpan, en 1956 se construye el Viaducto Río Becerra, en 1957 de Minería a Revolución, de Revolución a Periférico en 1961 y finalmente de Tlalpan a Circuito Interior en 1962 que constituyen un total de 11.5 km.

En el año de 1959 también se inicia la construcción de el Viaducto Tlalpan en el tramo de Fray Servando Teresa de Mier a Viaducto Miguel Alemán, en 1960 se construye de Viaducto Miguel Alemán a Ermita Iztapalapa, en 1964 de Ermita Iztapalapa a la Av. Río Churubusco, en 1968 de Río Churubusco a Taxqueña y en el mismo año se

construye de Emiliano Zapata a la carretera a Cuernavaca sumando una longitud de 12.03 km.

De 1972 a 1976 se construye el Circuito Interior en el tramo de la Raza a Juan Escutia formando un total de 8.9 km.

Por lo que corresponde a las radiales como lo son Lázaro Cárdenas en el tramo de la glorieta de Tacuba a Tezozomoc y la radial de Río San Joaquín de Circuito Interior al límite con el Estado de México se construyeron de 1972 a 1976.

Así pues, hasta la fecha la Ciudad de México cuenta con un esquema vial que tiene políticas y estrategias encaminadas al movimiento del tránsito vehicular de nuestra ciudad, referidas e integralmente diseñadas a fin de lograr una red vial, la cual es jerarquizada de la siguiente manera:

a) Vías de acceso controlado para satisfacer la demanda de grandes volúmenes de tránsito de vehículos, conectadas a las principales penetraciones de carreteras.

b) Vías primarias que crucen la ciudad de extremo a extremo, a las cuales se les da prioridad en cuanto a su circulación.

c) Vías secundarias que conecten las diferentes áreas urbanas.

d) Vías locales para tener acceso a las propiedades.

El crecimiento de la red vial de la ciudad esta considerado en el "Plan Rector de Vialidad y Transporte del Distrito Federal", el cual contempla lo siguiente:

Dos vías anulares que son el Anillo Periférico y el Circuito Interior cuyo objetivo fundamental es el de distribuir grandes volúmenes de tránsito, sin cruzar el centro de la ciudad, en segundo lugar los Viaductos, como son el Viaducto Miguel Alemán y Viaducto Tlalpan que son vías de acceso controlado cuya función es satisfacer las demandas de viaje muy altas a puntos específicos de la ciudad, en tercer lugar las vías principales localizadas de manera radial con respecto al centro de la ciudad como son calzada Ignacio Zaragoza, Lázaro Cárdenas y Río San Joaquín que tienen la función de cubrir las demandas de viajes cuyo origen y destino es regularmente la zona centro de la ciudad, en cuarto lugar las vías de acceso al Distrito Federal, como son las carreteras a Toluca, Cuernavaca, Puebla, Pachuca y Querétaro, las cuales absorberán y distribuirán los grandes

volúmenes vehiculares de los accesos carreteros a la ciudad, por último los ejes viales los cuales forman una retícula ortogonal a todo lo largo y ancho de la ciudad y que son vías de "Circulación Continua".

De las dos vías anulares, la de mayor embergadura vial es el Anillo Periférico cuya construcción empieza en 1961 con la apertura del tramo comprendido entre Conscripto y Barranca del Muerto (10.1 Km), posteriormente se construye de Barranca del Muerto a San Jerónimo en 1963 (4.2 Km), de San Jerónimo a Viaducto Tlalpan en 1967 (10.6 Km), de Viaducto Tlalpan a Cuemanco en 1968 (5.9 Km) y en el mismo año de Conscripto al límite con el Estado de México con una longitud de un kilómetro. Posteriormente, después de veintidós años de no construir ningún otro tramo, se inicia la construcción del tramo comprendido entre Canal Nacional y Canal de Chalco (3.2 Km), para hacer un total de 34.8 kilómetros, y ahora en 1991 se toma la decisión de construir Periférico Arco Oriente que tiene una longitud de 11.2 km y se llevará a cabo en dos etapas, en el tramo de Canal de Chalco a la Calz. Ignacio Zaragoza, la finalidad de esta obra es complementar la parte faltante del Anillo Periférico en su forma circular. En la primera etapa se construirán solamente las laterales con algunos distribuidores como son en el cruce de Av. Ermita y el cruce con Av. Tlahuac, en la segunda etapa se contemplan los carriles centrales, que en algunos tramos van a desnivel.

Posteriormente se tiene como objetivo para la presente administración construir en 1992 el proyecto que se conoce con el nombre de Periférico Arco Norte que comprende desde la Calz. Ignacio Zaragoza a la carretera México-Queretaro en el Estado de México, con una longitud de 32 km. Teniéndose así una vez terminado este proyecto el cierre en su forma anular del Anillo Periférico.

Ahora bien, como consecuencia de los asentamientos poblacionales en varias zonas de la ciudad y la necesidad de dotar de servicios públicos en la misma, se esta tratando de crear la infraestructura adecuada para cubrir estas necesidades, y tomando en cuenta que el automóvil es uno de los medios de transporte mas importantes, se han llevado a cabo una serie de Estudios Controlados y Planes, dentro de los cuales es de vital importancia mencionar el Plan de Desarrollo

Urbano del D.F., que acorde con el Plan Nacional de Desarrollo, la Ley General de Asentamientos Humanos y la Ley de Desarrollo Urbano del D.F., establecen las bases necesarias para implementar una estrategia controlada y general de desarrollo urbano a corto, mediano y largo plazo. En estos planes se considera como la principal función de la red vial la de favorecer los Centros Urbanos y facilitar la movilidad e intercomunicación de las diferentes zonas de la ciudad, además de fortalecer la estructura futura de la misma.

El propósito fundamental de este estudio estará enfocado a describir de manera cualitativa y detallada las características principales del proceso que se llevo a cabo para la construcción de una de las vialidades de mayor importancia dentro de la Ciudad de México. Se establece que las características de las estructuras de pavimento hacen de esta obra una de las primeras en México en utilizar una técnica mas avanzada para aumentar la capacidad de carga disminuyendo los espesores en la estructura de pavimento. De igual manera se realizará la descripción del proceso de construcción que se siguió en las estructuras especiales, como son los puentes vehiculares y los grandes distribuidores que formarán parte en un breve lapso de tiempo de la infraestructura vial de la ciudad.

Se tomarán en cuenta todos los elementos involucrados para la construcción de una obra vial, desde la etapa de anteproyecto pasando por el proyecto ejecutivo hasta la culminación del mismo, que se obtiene al llevarlo al lugar físicamente e implementarlo a su operación.

Capítulo 2. Estudio de factibilidad.

Así como el automóvil satisface una necesidad en la vida cotidiana de la gente por los servicios que presta también ha traído consigo un cúmulo de problemas, tales como: congestionamientos, accidentes, demoras, inmovilizaciones y contaminación por ruido y gases tóxicos.

Cada día es mayor el número de vehículos que intensifican el tránsito principalmente en la parte limitada por el Anillo Periférico y las calles adyacentes que cruzan al eje del trazo del Proyecto objeto del estudio, Así mismo el número de horas/hombre que se pierde por causa de demoras es sumamente elevado.

Ante tal situación, se han elaborado planes para la regulación del crecimiento de la ciudad, para la adecuación de los servicios y para el acondicionamiento de la infraestructura vial.

Resulta de gran importancia la solución de los conflictos viales, destacando aquellos que se encuentran a lo largo del trazo de la prolongación del Periférico.

El presente estudio está enfocado a solucionar la comunicación y movilidad del tránsito en la zona Sur-Oriente de la Ciudad de México, particularmente en las siguientes intersecciones:

Canal Nacional,

Canal de Chalco,

* Eje 10 Sur (Tlahuac),

Eje 9 Sur (Bilbao),

* Eje 8 Sur (Ermita),

Eje 6 Sur (Luis Méndez),

Eje 5 Sur (Marcelino Buendía),

Eje 3 y 4 Sur (Tezontle y Río Frío) y finalmente la

Liga con el Distribuidor de la Calzada Ignacio Zaragoza.

* Estas dos vialidades presentan características físicas y de operación tales, que la demanda registrada obliga a la necesidad de transformación de su infraestructura para poder satisfacer las demandas futuras, es por tal situación que en estos nodos se plantea en el corto plazo la construcción de distribuidores que permitan

los movimientos direccionales francos sin interferencia de vehículos.

2.1 Recopilación de datos de campo.

Dentro de la red ortogonal de avenidas que forman los Ejes Viales los cuales constituyen parte del sistema de vías primarias, la mayoría de ellos cruzan o terminan con el Anillo Periférico. Para estos ejes, que se intersectan con el proyecto de Periférico Arco Oriente, se realizó un levantamiento de la situación actual, tomando en cuenta los sentidos de circulación, Así como el aforo del numero de vehículos por hora que circulan en esas vialidades. El levantamiento se lleva a cabo con el objeto de tener una idea clara del comportamiento que presenta la infraestructura vial en los nodos existentes, además de poder visualizar en que nodos la capacidad de la vialidad se vuelve insuficiente y presenta problemas como congestionamientos y resulta necesario implementar ya sea cruces semaforizados o adecuación de la infraestructura vial.

En la siguiente tabla se muestra el aforo de las principales intersecciones de Periférico con la situación actual, en cuanto a su operación, numero de carriles, sentidos de circulación y las demandas vehiculares que estos presentan.

Vía	Sentidos de Circulación		Volumen Veh/hr Global Intersección
Canal Nacional	Sur a Norte	Norte a Sur	3000
No. de Carriles	1	1	
Periférico	0	0	
Canal de Chalco	Ote a Pte	Pte a Ote	800
No. de Carriles	1	1	
Periférico	0	0	
Tlahuac	Ote a Pte	Pte a Ote	5452
No. de Carriles	4	3	
Periférico	2	0	

Bilbao	Ote a Pte (no hay continuidad sobre el Eje)		
No. de Carriles	2	2	
Ermita	Ote a Pte y Pte a Ote		5124
No. de Carriles	5	5	
Periférico	2	2	
Luis Méndez	Ote a Pte y Pte a Ote (proyecto de Ote a Pte)		3100
M. Buendía	Ote a Pte y Pte a Ote (proyecto de Pte a Ote)		1800
No. de Carriles	5	0	
Periférico	3	3	
Tezontle y Río Frío	Ote a Pte y Pte a Ote (no existe continuidad de los Ejes)		2780
No. de Carriles	5	5	
Periférico	4	4	

Se puede observar que la vialidad que arroja mayor movimiento vehicular es Av. Tlahuac, lo que indica que esta avenida es de las de mayor demanda en esta zona de la ciudad.

Inventarios de uso del suelo.

Las actividades que se desarrollan normalmente en la zona y las edificaciones ubicadas a ambos lados de las calles que forman los cruceros influyen en los volúmenes vehiculares que se presentan ya que en función del tipo de zona, las actividades y aforos aumentan o disminuyen.

Tratándose principalmente de una zona de casa-habitación y de negocios. En mayor cantidad se localizan edificios construidos irregularmente entre uno y tres niveles que generalmente alojan locales de negocios en su planta baja.

Aforos vehiculares.

Para conocer el número de vehículos que circulan en las intersecciones, se efectuaron aforos horarios durante 16 horas

continuas en cada una de las vialidades importantes que confluyen a las intersecciones conflictivas. En este recuento se toma la totalidad de vehiculos que componen el volumen de tránsito, es necesario comentar que dentro de este recuento cada vehículo se toma como una unidad sin importar su clasificación, con el propósito de conocer las horas en que se presentan los volúmenes máximos, llamada la Hora de Máxima Demanda (HMD).

Se realizaron observaciones para determinar el comportamiento del tránsito y se establecieron los días de Máxima demanda vehicular que para el caso particular resultaron ser los días miércoles y viernes. Los recuentos se hicieron a través de personal de campo utilizando contadores manuales.

Dentro de los días que resultaron ser los de volúmenes de Máxima demanda en la semana, se tomaron periodos de una hora, dentro de los cuales existen horas pico, a estos periodos se les denomina Periodos de Máxima Demanda.

Para el caso del aforo vehicular realizado en la Intersección de Av. Tlahuac y Canal de Garay de Oriente a Poniente se recopilaron los siguientes datos, a su vez se presenta la gráfica en la que se puede apreciar la distribución de vehiculos a lo largo de las 16 hrs. que fue la duración del aforo y la hora de Máxima demanda.

VOLUMENES DE TRÁFICO
 MES DE ABRIL
 INTERSECCIÓN AV. TOLUQUE Y CARR. DE SAN
 CARLOS DE LOS RIOS - ZARAGOZA
 ACCESO DE C/DE. 0 P/TE. C/DE. 1 - BARRIO
 PROVENIR, REG. 00

TIEMPO DE RESERVACIÓN (SEÑ)	TRÁFICO EN EL ACCESO (VEH/HR)
0 0:00 a 0:15	257
0 0:15 a 0:30	363
0 0:30 a 0:45	406
0 0:45 a 1:00	475
1 1:00 a 1:15	525
1 1:15 a 1:30	444
1 1:30 a 1:45	675
1 1:45 a 2:00	600
1 2:00 a 2:15	675
1 2:15 a 2:30	274
1 2:30 a 2:45	576
1 2:45 a 3:00	645
1 3:00 a 3:15	670
1 3:15 a 3:30	770
1 3:30 a 3:45	1685
1 3:45 a 4:00	520
1 4:00 a 4:15	441
1 4:15 a 4:30	720
1 4:30 a 4:45	775
1 4:45 a 5:00	1077
1 5:00 a 5:15	325
1 5:15 a 5:30	330
1 5:30 a 5:45	330
1 5:45 a 6:00	360
1 6:00 a 6:15	1543
1 6:15 a 6:30	376
1 6:30 a 6:45	323
1 6:45 a 7:00	790
1 7:00 a 7:15	362
1 7:15 a 7:30	1253
1 7:30 a 7:45	362
1 7:45 a 8:00	360
1 8:00 a 8:15	361
1 8:15 a 8:30	269
1 8:30 a 8:45	1252
1 8:45 a 9:00	250
1 9:00 a 9:15	252
1 9:15 a 9:30	319
1 9:30 a 9:45	322
1 9:45 a 10:00	1121

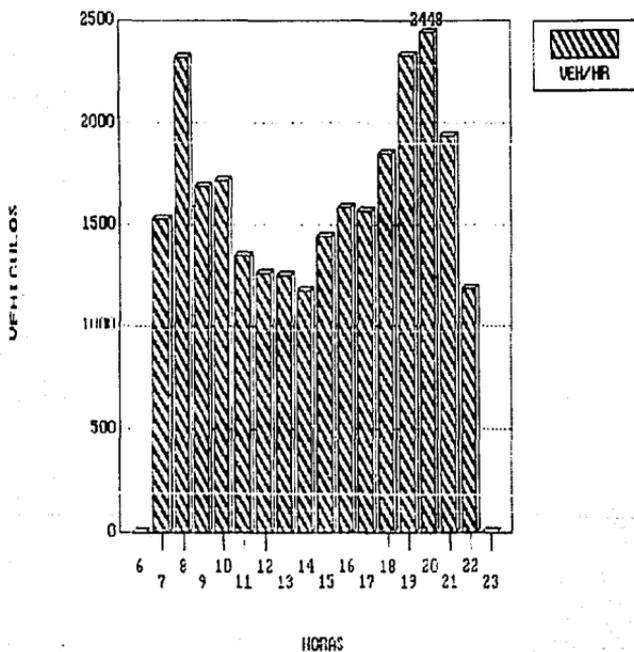
TIEMPO DE RESERVACIÓN (SEÑ)	TRÁFICO EN EL ACCESO (VEH/HR)
0 0:00 a 0:15	271
0 0:15 a 0:30	352
0 0:30 a 0:45	364
0 0:45 a 1:00	373
1 1:00 a 1:15	642
1 1:15 a 1:30	326
1 1:30 a 1:45	357
1 1:45 a 2:00	611
1 2:00 a 2:15	444
1 2:15 a 2:30	1067
1 2:30 a 2:45	426
1 2:45 a 3:00	677
1 3:00 a 3:15	227
1 3:15 a 3:30	370
1 3:30 a 3:45	565
1 3:45 a 4:00	374
1 4:00 a 4:15	674
1 4:15 a 4:30	537
1 4:30 a 4:45	322
1 4:45 a 5:00	1013
1 5:00 a 5:15	526
1 5:15 a 5:30	570
1 5:30 a 5:45	617
1 5:45 a 6:00	565
1 6:00 a 6:15	2736
1 6:15 a 6:30	596
1 6:30 a 6:45	594
1 6:45 a 7:00	127
1 7:00 a 7:15	677
1 7:15 a 7:30	174
1 7:30 a 7:45	571
1 7:45 a 8:00	513
1 8:00 a 8:15	1377
1 8:15 a 8:30	174
1 8:30 a 8:45	1173
1 8:45 a 9:00	312
1 9:00 a 9:15	375
1 9:15 a 9:30	297
1 9:30 a 9:45	367
1 9:45 a 10:00	115

TIEMPO RESERVADO (SEÑ)	TRÁFICO EN EL ACCESO (VEH/HR)
0	177
1	157
2	214
3	188
4	117
5	170
6	1251
7	1252
8	1170
9	1643
10	1583
11	1585
12	1913
13	2376
14	2143
15	1870
16	1485
17	1485
18	1913
19	2376
20	2143
21	1870
22	1485
23	1913

AGUA DE PROVENIR DE BARRIO

TLAHUAC-C.DE GARAY

TLAHUAC: OTE-PTE



Aforos vehiculares direccionales.

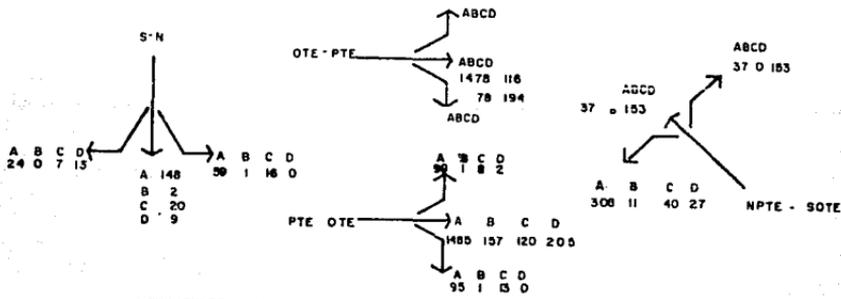
Conocidas las horas en que se presentan los volúmenes de tránsito máximos, se realizó el recuento de vehículos identificándolos esta vez de acuerdo al movimiento direccional que desarrollan en la Intersección y a su clasificación vehicular.

El registro de los vehículos se hizo de acuerdo a sus características de uso y corresponde a lo siguiente:

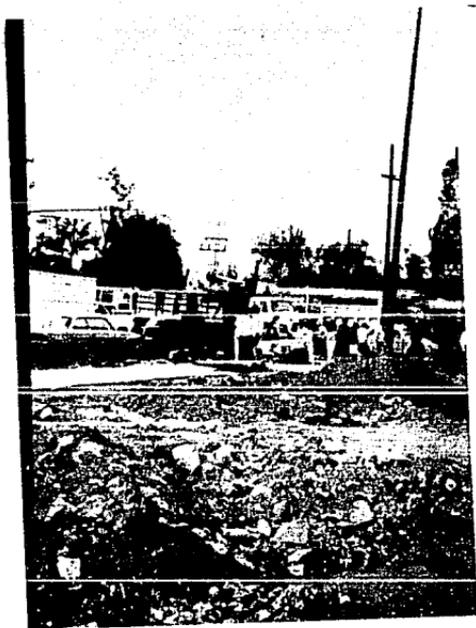
- (A) Los automóviles de uso particular, las camionetas en sus diferentes tipos, sin carga.
- (B) Los autobuses utilizados para transporte de pasajeros, urbanos y foráneos.
- (C) Los vehículos destinados a transporte de carga de mas de dos ejes o camionetas de 2 ejes cargadas, y
- (D) Taxis de ruta fija (peseros), vehículos de transporte público.

Por medio de este levantamiento se conocieron los movimientos direccionales que realizaron cada uno de los vehículos en cada una de las intersecciones en estudio, Así mismo se identifico la magnitud del conflicto que se genero en cada cruce como son congestionamientos, problemas de vueltas izquierdas y tiempos de las fases de semáforo.

En la siguiente gráfica se muestra el movimiento direccional de los vehículos, Así como su clasificación durante la hora de Máxima demanda:



MOVIMIENTOS DIRECCIONALES EN TLAHUAC Y PERIFERICO



Congestionamiento vial, antes de la im-
plementación del proyecto.
Intersección: Av. Tlahuac-Periférico.

Aforos peatonales.

El peatón es un factor importante en cualquier problema de circulación urbana, especialmente desde el punto de vista de seguridad. En los cruceros de estudio se determinaron los movimientos peatonales efectuados, los cuales fueron registrados por medio de aforos directos utilizando formas especiales para su recuento. Se determinaron las horas de Máxima demanda peatonal, la cual no necesariamente se presentó a la hora de mayor volumen vehicular.

Es importante recalcar que debido a que el Periférico es una Vía de Acceso Controlado se puso mucha atención y cuidado en evitar la interacción directa entre vehículos y peatones por la velocidad que se alcanza dentro de la vialidad, para ello se pretende que el peatón utilice zonas exclusivas, así como puentes peatonales para brindar mayor seguridad.

Velocidades y Demoras.

En los sistemas de vialidad urbana una medida importante de la calidad del flujo se mide a través de las velocidades vehiculares.

Una forma de medirlos es por medio de estudios de tiempos de recorrido y demoras.

A lo largo de la Vía se determina donde ocurren las demoras y las causas que las ocasionan.

Para efectuar el estudio de velocidades y demoras se utilizaron vías alternas, por carecer de continuidad el Anillo Periférico, para ello se analizaron dos rutas distintas en las cuales los puntos de inicio y término eran Cuemanco y Zaragoza, en primer lugar de Sur a Norte y en sentido de Norte a Sur, el número que aparece en el paréntesis (n) es para identificar la calle o avenida en el mapa anexo.

	Sur a Norte	
Vía		Tiempo de Recorrido
(1) Viaducto Tlalpan		8:18:00
(2) Miramontes Entrada		8:20:53
(3) Miramontes Salida		8:21:51
(4) Cafetales		8:22:48
(5) Canal Nacional		8:24:27
(6) Calzada del Hueso		8:25:50

(7) Periférico	8:28:15
(8) Canal de Chalco	8:30:00
(9) Canal de Garay	8:31:38
(10) Av Tlahuac	8:37:58
(11) Bilbao	8:46:57
(12) Ermita	8:51:50
(13) Luis Méndez	8:58:22
(14) Canal del Moral	9:03:19
(15) Marcelino Buendía	9:13:41
(16) Tezontle	9:14:47
(17) Sur 24	9:15:43
(18) Sur 20	9:17:56
Tiempo Cronometrado	1:00:15 hrs.
Kilometraje	25.7 Km.

Para el sentido de Norte a Sur los resultados son los siguientes:

Vía	Tiempo de Recorrido
(18) Sur 20	9:19:00
(16) Tezontle	9:19:48
(15) Marcelino Buendía	9:20:50
(19) Calle 17	9:22:30
(20) Rojo Gómez	9:23:35
(21) Av. del Moral	9:26:09
(22) Luis Méndez	9:29:02
(23) Ermita	9:36:22
(24) Tlahuac	9:36:22
(25) Eje 2 Oriente	9:41:58
(26) Taxqueña	9:44:40
(27) Mariquita Sánchez	9:46:50
(28) Tepetlapa	9:49:17
(29) Calzada del Hueso	9:50:10
(30) Cebadales	9:52:30
(31) Canal Nacional	9:56:30
Tiempo Cronometrado	0:37:20 hrs.
Kilometraje	11.5 Km.

Estas vías alternas se eligieron debido a que eran las únicas vialidades por las que uno puede transportarse de Cuernavaca a Zaragoza y viceversa.

La validez de este análisis radica en que para el estudio se toman en cuenta factores como son:

a) Distancias de recorrido las cuales en ambos casos son mayores que la que se pretende dar con la implementación del proyecto.

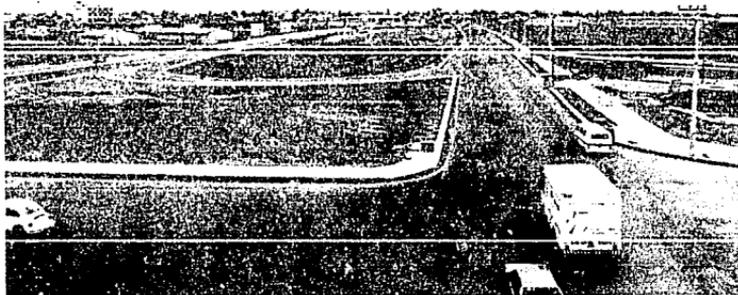
b) Tiempo de traslado, en el primer caso se registro un tiempo de una hora aproximadamente y para la segunda Vía alterna fue de treinta y siete minutos, dentro de estos tiempos hay que tomar en cuenta que en esas vías existían cruceiros con semáforos, topes, mal estado del pavimento y la infraestructura no es la adecuada debido a la variación de los carriles ya que en muchas de las calles o avenidas existían carriles que son destinados a estacionamientos.

Con el proyecto se pretenden mejoras en lo que respecta a los tiempos de recorrido, los cuales se reducen notablemente, Así mismo se reducen considerablemente las distancias. Estas reducciones representan menor desgaste en los vehículos, reducción de tiempos en cruceiros semaforizados, una infraestructura que pasa de ser de Vía secundaria a Vía de Acceso Controlado.

Con todos estos datos se modelan los tiempos y demoras como si fuera la vialidad en estudio.

Como complemento de los estudios y mediciones que se realizan como Recopilación de datos de campo, se realizan estudios de (i) estacionamientos; donde se conoce el patrón de comportamiento de la demanda de estacionamientos en la zona, (ii) inventario de señalamiento; donde se conocen las condiciones y características del señalamiento existente y sera la base para que el proyecto los contemple o se desechen, (iii) inventario de semáforos; donde se determinan los tiempos de duración de las fases y los ciclos del semáforo, (iv) inventario de las condiciones del pavimento; donde se determina la posibilidad del aprovechamiento de la infraestructura existente, (v) inventario de sentidos de circulación; donde se conoce el comportamiento regional de la distribución y movilización de vehículos, y (vi) inventario de transporte colectivo; donde se identifican las rutas y derroteros de autobuses, trolebuses y taxis

colectivos de ruta fija, a fin de que se contemplen en el proyecto y se involucren para la ampliación de recorridos o la implementación de rutas que cubran la zona.



Panorama general del Periférico Arco Oriente. Tramo Marcelino Buendía-Zaragoza.

2.2 Asignación de volúmenes.

Para poder modelar lo que se espera que suceda en los cruces en un futuro una vez construida la vialidad, se realizó un pronóstico del volumen de tránsito al año horizonte de proyecto. El pronóstico se realizó aplicando formulas que relacionan el crecimiento porcentual de volumen de tránsito y parque vehicular con el crecimiento poblacional en el horizonte del proyecto contemplado.

Cabe mencionar que existe una estrecha relación entre lo que es el crecimiento del parque vehicular y el crecimiento poblacional, ya que en ambos casos estos presentan un comportamiento de forma exponencial. El comportamiento natural del tránsito vehicular en zonas locales dentro del Distrito Federal y su área metropolitana en general presenta tasas de crecimiento entre el 2% y el 6% según las estadísticas proporcionadas por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), por lo que para el análisis se considero el 5% anual con un horizonte de proyecto que inicialmente se considero de 3 años cambiando después a 5 años y finalmente a 10 años.

Así mismo, se tomaron como base los movimientos direccionales actuales y se asignaron volúmenes proporcionales a la distribución del tránsito, es decir los mismos porcentajes de distribución para el futuro que la distribución actual, mediante la siguiente formula:

$$V_n = V_o(1+A)^n$$

Donde:

V_n = volumen pronostico en "n" años.

V_o = volumen actual.

A = factor de crecimiento.

n = numero de años a considerarse.

Al aplicar la fórmula a los volúmenes de movimientos direccionales, se obtienen los volúmenes pronosticados en las horas de Máxima demanda.

No obstante que teóricamente se pueden predecir los volúmenes vehiculares que transitaran por cada Intersección a un plazo dado, los volúmenes que realmente circularan se verán limitados por las capacidades de las arterias y de los cruces próximos a la Intersección en estudio.

Con el análisis de capacidad, el cual sirve para determinar los

niveles de saturación; medidos básicamente por la relación Volúmen-Capacidad. Los niveles de saturación son reflejados en porcentajes, con base a la relación con valor de uno (1) cuando los volúmenes igualan a la capacidad en los tramos. Para cada uno de los accesos se determino el máximo volúmen que puede llegar a la Intersección a través de las arterias que lo forman.

Dentro del proyecto el análisis de capacidad es útil para saber en que nivel de servicio va a trabajar la vialidad y a que horizonte de tiempo esta proyectada, para que se sature y sea insuficiente.

Estos volúmenes podran ser mayores al mejorar las condiciones físicas y de operación de la Intersección en estudio, por medio de la reprogramación del ciclo de semáforos y de la sincronización para su funcionamiento en red y la formación de la ola verde.

A continuación se presenta el estudio de uno de los nodos que se analizaron por medio del paquete SOAP84, con el que a su vez se obtuvieron las relaciones volúmenes-capacidades para los años horizontes del proyecto.

 VERSION: 84.03 RELEASE: JUNE, 1985

S I G N A L O P E R A T I O N S A N A L Y S I S P A C K A G E

OFFICE OF IMPLEMENTATION ...FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION

TECHNICAL SUPPORT MESSAGE CENTER: (904) 392-0378

 S O A P I N P U T E C H O

CARD	ID	A	B	NBT	NBL	SBT	SBL	EBT	EBL	WBT	WBL	COMMENT
BEGIN	1			700	800	60	5	30	.95	.5		PERIFERICO - TULYEHUALC
VOLUME	60	700	946	76	961	90	2029	69	2615	82		
CAPACITY	60	700	3	1	3	1	3	1	4	1		
SEQUENCE											TL	TL
DIAGRAM												
CONTROL	60	700	1	30	120							PERIF-PROYECT
RUN	1											

CARD	ID	A	B	NBT	NBL	SBT	SBL	EBT	EBL	WBT	WBL	COMMENT
------	----	---	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	---------

- *** WARNING: LEFT TURN TREATMENT 'NONE' IS NOT ALLOWED WITH SEQUENCE 'TL' FOR THE 'NB' DIRECTION. LEFT TURN TREATMENT CHANGED TO 'PERM'.
- *** WARNING: LEFT TURN TREATMENT 'NONE' IS NOT ALLOWED WITH SEQUENCE 'TL' FOR THE 'SB' DIRECTION. LEFT TURN TREATMENT CHANGED TO 'PERM'.
- *** WARNING: LEFT TURN TREATMENT 'NONE' IS NOT ALLOWED WITH SEQUENCE 'TL' FOR THE 'EB' DIRECTION. LEFT TURN TREATMENT CHANGED TO 'PERM'.
- *** WARNING: LEFT TURN TREATMENT 'NONE' IS NOT ALLOWED WITH SEQUENCE 'TL' FOR THE 'WB' DIRECTION. LEFT TURN TREATMENT CHANGED TO 'PERM'.

L E F T T U R N C H E C K (P E R 6 0 M I N U T E P E R I O D)

PERIOD NO. TIME	NORTHBOUND		SOUTHBOUND		EASTBOUND		WESTBOUND	
	VOL	CAP	VOL	CAP	VOL	CAP	VOL	CAP
1 700	76.	115.	90.	117.	69.	103.	82.	109.

 DESIGN AND EVALUATION SUMMARY

INTERSECTION NAME	RUN NO.	TITLE
PERIFERICO - TULYEHUALCO	1:	PERIF-PROYECTO

CONTROLLER TYPE	DIAL	SEQUENCE		PHASES	LOST TIME /PH TOTAL		STEP SIZE	STOP PENALTY
		N/S	E/W					
PRETIMED	1	TL	TL	4	3.5	14.0	5.0	30.0

M E A S U R E S O F E F F E C T I V E N E S S

MOVEMENTS:	DELAY (VEH-HRS)	STOPS (%)	EXC FUEL (GAL)	EXC LEFT (VEH)	MAXIMUM QUEUE	V/C RATIO
NB THRU :	10.23	95.4	15.16		23.8	.84
LEFT :	1.21	97.2	1.46	.0	1.9	.66
SB THRU :	10.54	95.7	15.52		24.3	.85
LEFT :	1.68	98.0	1.89	.0	2.3	.77
EB THRU :	13.27	87.7	25.75		46.9	.85
LEFT :	1.15	97.5	1.37	.0	1.8	.67
WB THRU :	16.14	85.6	32.08		59.1	.82
LEFT :	1.51	98.0	1.71	.0	2.1	.75
SUMMARY :	55.74	89.5	94.94	.0	59.1	.85

S E Q U E N C E

MOVEMENTS:	LEFT TURN PROTECTION	TREATMENT VEH/CYC	PH 1	PH 2	PH 3	PH 4	PH 5	PH 6
NB THRU :			XXXX					
LEFT :	PERM	.0		XXXX				
SB THRU :			XXXX					
LEFT :	PERM	.0		XXXX				
EB THRU :					XXXX			
LEFT :	PERM	.0				XXXX		
WB THRU :					XXXX			
LEFT :	PERM	.0				XXXX		

 DESIGN AND EVALUATION SUMMARY

INTERSECTION NAME	RUN NO.	TITLE
PERIFERICO - TULYEHUALCO	1:	PERIF-PROYECTO

CONTROLLER TYPE	DIAL	SEQUENCE N/S	E/W	PHASES	LOST TIME /PH	TOTAL	STEP SIZE	STOP PENALTY
PRETIMED	1	TL	TL	4	3.5	14.0	5.0	30.0

M E A S U R E S O F E F F E C T I V E N E S S

ANALYSIS PERIOD :	DELAY (VEH-HRS)	STOPS (%)	EXC FUEL (GAL)	EXC LEFT (VEH)	MAXIMUM QUEUE	V/C RATIO
700- 800:	55.74	39.5	94.94	.0	59.1	.85
SUMMARY :	55.74	39.5	94.94	.0	59.1	.85

S I G N A L T I M I N G

ANALYSIS PERIOD :	ALL RED (SEC)	DIAL NO.	CYCLE (SEC)	PH 1 (%)	PH 2 (%)	PH 3 (%)	PH 4 (%)	PH 5 (%)	PH 6 (%)
700- 800:	.0	1	95.0:	26.7	10.5	52.3	10.5		

PERFORMANCE IMPROVED .0% BY TIMING OPTIMIZATION.

S O A P I N P U T E C H O

CARD	ID	A	B	NBT	NBL	SBT	SBL	EBT	EBL	WBT	WBL	COMMENT

+++												

+++ END OF SOAP JOB +++

+++ GOOD NEWS: NO ERRORS ENCOUNTERED DURING THIS JOB +++

S O A P I N P U T E C H O

CARD	ID	A	B	NBT	NBL	SBT	SBL	EBT	EBL	WBT	WBL	COMMENT

	*	1	2	NBT	NBL	SBT	SBL	EBT	EBL	WBT	WBL	-----
BEGIN		1		700	800	60	5	30	.95	.5		PERIFERICO - TULYEHUALC
VOLUME	60		700	946	76	961	90	2029	69	2615	82	
CAPACITY	60		700	3	1	3	1	3	1	4	1	
SEQUENCE												TL TL
DIAGRAM												
CONTROL	60		700	1	30	120						
RUN		1										PERIF-PROYECT

CARD	ID	A	B	NBT	NBL	SBT	SBL	EBT	EBL	WBT	WBL	COMMENT

+++												

- *** WARNING: LEFT TURN TREATMENT 'NONE' IS NOT ALLOWED WITH SEQUENCE 'TL' FOR THE 'NB' DIRECTION. LEFT TURN TREATMENT CHANGED TO 'PERM'.
- *** WARNING: LEFT TURN TREATMENT 'NONE' IS NOT ALLOWED WITH SEQUENCE 'TL' FOR THE 'SB' DIRECTION. LEFT TURN TREATMENT CHANGED TO 'PERM'.
- *** WARNING: LEFT TURN TREATMENT 'NONE' IS NOT ALLOWED WITH SEQUENCE 'TL' FOR THE 'EB' DIRECTION. LEFT TURN TREATMENT CHANGED TO 'PERM'.
- *** WARNING: LEFT TURN TREATMENT 'NONE' IS NOT ALLOWED WITH SEQUENCE 'TL' FOR THE 'WB' DIRECTION. LEFT TURN TREATMENT CHANGED TO 'PERM'.



Panorama del cruce Periférico-Tlahuac, despues de la implementación del proyecto.

2.3 Alternativas de Solución.

Básicamente dentro de las alternativas que se estudiaron para dar solución al problema de Periférico Arco Oriente se contemplaron las siguientes propuestas:

En primer lugar se planteo seguir el trazo del proyecto original, el cual respetaba un derecho de Vía de Periférico de 98 metros de sección, que era vigente desde los años cuarentas (40's). Se respetaban las dimensiones consideradas y las secciones totales tratando de utilizar al máximo todos los espacios. Es necesario comentar que en los años en que fue planteada esta alternativa no presentaba problemas de afectaciones a predios particulares a todo lo largo de su trazo. Sin embargo, con el paso de los años comenzaron una serie de asentamientos irregulares en toda la zona oriente de la ciudad., El crecimiento se volvió incontrolable y como consecuencia se origino la invasión del derecho de Vía de Periférico.

La ruta que sigue esta alternativa cruza por Cuemanco, Calz. del Hueso y Canal de Chalco para entrar por Canal de Garay hasta llegar a la avenida Tlahuac, en esta zona no existen restricciones para ocupar los 98 metros de sección.

Inmediatamente, cruzando la avenida Tlahuac en lo que viene a ser la lateral derecha comienzan las afectaciones hasta llegar a la calle de Bilbao, en la Colonia Jose López Portillo ya que en esa zona hay invasiones al derecho de Vía de Periférico, sin embargo se conserva la sección de proyecto.

Posteriormente se incorpora el trazo de proyecto por la Av. Joaquín Herrera para continuar por Lauro Villar hasta llegar a la Av. Hacienda de Guajillo en donde entronca a la calle de Geranio y finalmente por Flor de Liz para arriivar a Ermita Icatapalapa, que es un trazo prácticamente en línea recta.

De Av. Ermita a Luis Méndez se conserva la sección de 98 metros sin ningún problema en toda su longitud.

De Luis Méndez a Marcelino Buendía es un tramo completamente nuevo ya que en esta zona solo hay terrenos baldíos propiedad de S.C.T., por lo cual no hay problema para cumplir con la sección requerida.

De Marcelino Buendía a Av. Tezontle existen afectaciones a

predios de la compañía privada "Solum" y a la Secretaría de Marina, sin embargo se logra conservar la sección requerida.

Finalmente de Tezontle a Calzada Ignacio Zaragoza existen afectaciones en ambos lados de la vialidad en estudio.

Para la segunda alternativa que corresponde a una modificación de la primera, se adecúa el trazo tratando de evitar las afectaciones a predios particulares, por lo que se analizó la siguiente ruta:

De Cuernavaca a la avenida Tlahuac el trazo no cambia con respecto a la primera. Cruzando la avenida Tlahuac la vialidad reduce su sección a 50 metros, con afectaciones en forma de aguja hasta la calle de Reforma.

Posteriormente de Bilbao a Av. las Torres en la primera etapa la sección es de 50 metros, pero en la segunda etapa en esa zona se pretende construir los carriles centrales a desnivel.

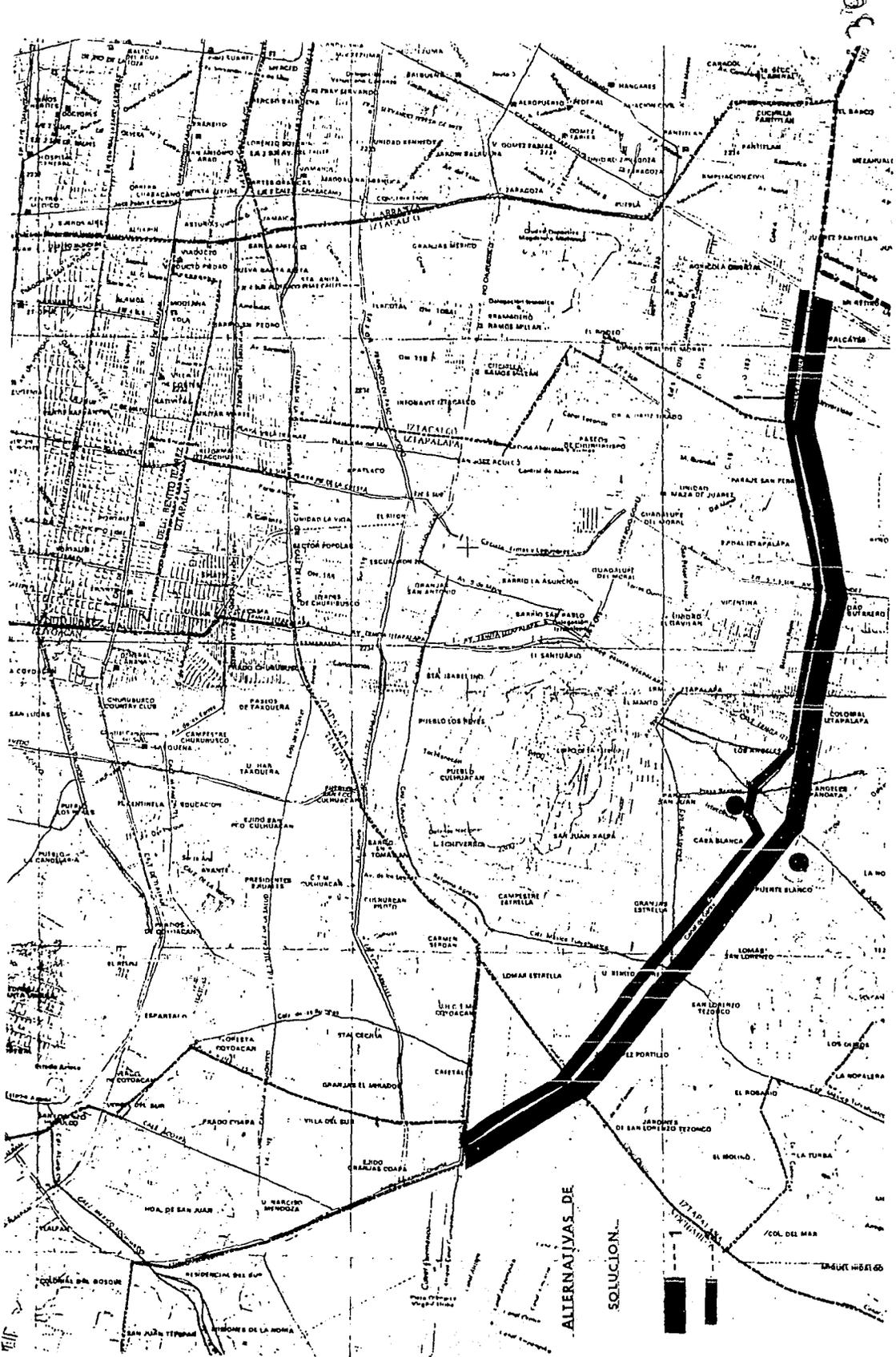
De Canal de Garay a Av. Ermita Iztapalapa la vialidad se restringe a una sección de 45 metros con pequeñas afectaciones, en la segunda etapa se construirá un distribuidor importante.

Hasta Luis Méndez no existen problemas en cuanto al derecho de Vía de Periférico.

De Luis Méndez a Tezontle todo es prácticamente nuevo con pequeñas adecuaciones.

Finalmente de Tezontle a Zaragoza la sección se reduce a 30 metros sin afectaciones y pensando en una segunda etapa con un segundo nivel.

Como se puede observar en esta última alternativa se trata de evitar al máximo las afectaciones a predios, lo cual representa la filosofía de la presente administración.



ALTERNATIVAS DE

SOLUCION



2.4 Selección de la Alternativa de Solución

Para la Selección de la alternativa de solución se utilizó el método desarrollado por el Dr. Jack E. Leisch (*), el cual determina el tipo adecuado de Intersección de vialidad, para este estudio es necesario tomar en cuenta la clasificación de las vías por las que cruza la nueva vialidad, factores ambientales, características del tránsito, las normas y los procedimientos para el proyecto. Se involucran factores de costos, características de seguridad, comodidad, capacidad, velocidad y efectos en la comunidad.

Considerando restricciones como son: políticas, administrativas y presupuestales, características ecológicas y alteraciones en la comunidad, limitaciones en los derechos de Vía, normas y procedimientos existentes.

Se determina el valor funcional, que es la medida de la adaptabilidad a través de valores unitarios subjetivos.

Finalmente se establece un criterio de decisión para obtener el valor máximo del índice para determinar la alternativa óptima.

Para la toma de decisión se evalúa asignando para las diferentes alternativas valores cualitativos a cada una de las variables de salida. Esto se hace separando cada una de las cuatro categorías de salida y ponderando los valores cuya suma es igual a 100.

Por ejemplo:

1.-Características operacionales	30
2.-Costos	25
3.-Proceso final	15
4.-Consideraciones ambientales	30
	<hr/>
total	100

Estos valores a su vez son repartidos entre los valores individuales de las variables de salida, usando valores cualitativos.

(*) Determinación del tipo adecuado de Intersección a desnivel en autopistas.

Dr. Jack e. Leish.

Traducción: Ing. Román Vázquez Beber. Diciembre 1977.

Características operacionales.	
Velocidades de operación.	5
Distancias de recorrido ascenso y descenso.	5
Aspectos de seguridad, comprensión y cualidades de anticipación.	5
Aspectos de seguridad (otros)	5
Capacidad	10
Costos	
Costos de capital	15
Costos de operación	10
Características del proceso final.	
Adaptabilidad a la construcción por etapas	10
Conservación del tránsito durante la construcción	5
Consideraciones ambientales.	
Alteraciones al tránsito	5
Cualidades antiestéticas	5
Efectos de barrera	5
Impactos sobre el desarrollo	15

Todos estos valores son calculados para cada alternativa de solución y finalmente la suma de los valores individuales ponderados produce un valor índice para cada esquema. El valor máximo de índice indica cual es la mejor solución.

En Periférico Arco Oriente se obtuvieron los siguientes resultados; al aplicar este sistema de análisis:

EVALUACION DE ALTERNATIVAS. PROYECTO ARCO ORIENTE.					
METODO DE ANALISIS JACK E. LEISH.					
CONCEPTOS ELEMENTOS DE ANALISIS	PONDERACION	ALTERNATIVA 1 RESPECTO DEL DERECHO DE VIAS		ALTERNATIVA 2 SECCIONES VARIABLES	
		CALIFICACION PONDERADA	CALIFICACION PONDERADA	CALIFICACION PONDERADA	CALIFICACION PONDERADA
1.- COSTO, PROYECTO, CONSTRUCCION Y MANTENIMIENTO.	15.00%	6	90	9	135
2.- SEGURIDAD.	14.00%	9	126	7	98
3.- OPERACION.	14.00%	10	140	8	112
4.- CARACTERISTICAS GEOMETRICAS.	10.00%	10	100	8	80
5.- TIEMPO DE CONSTRUCCION.	12.00%	6	72	9	108
6.- TIEMPOS DE RECORRIDO.	10.00%	10	100	9	90
7.- AFECTACIONES.	8.00%	3	24	9	72
8.- FACILIDAD DE CONSTRUCCION.	7.00%	5	35	9	63
9.- ADAPTABILIDAD AL LUGAR.	5.00%	5	25	9	45
10.- ESTETICO.	5.00%	10	50	7	35
TOTALES.	100.00%		762		838

Para las dos alternativas como se puede observar se tomaron los mismos elementos de análisis y se ordenaron de acuerdo a su importancia, a cada uno se le fue asignando un valor entre uno y cien para darle un valor de ponderación, Así mismo la suma total de todos los elementos no debe rebasar el valor de cien en esta columna. Posteriormente se fueron calificando al mismo tiempo las dos alternativas para cada concepto con valores entre uno y diez, de tal manera que al multiplicar la calificación por el porcentaje de ponderación se va obteniendo la columna de la calificación ponderada, que es la que finalmente va a indicar que alternativa es la mejor, ya que es seleccionada la de mejor calificación ponderada en la suma total.

En el caso particular la mejor alternativa de acuerdo al análisis resulto ser la "Alternativa No.2" que corresponde al proyecto de secciones variables, debido a que en forma global resulto ser la mejor de acuerdo a los diez elementos que se evaluaron.



Geometría de la vialidad correspondiente a la alternativa número 2.

2.5 Análisis Beneficio-Costo.

Dentro de los análisis que se llevaron a cabo, una vez que se realizó la Selección de la alternativa de solución, se encuentra el estudio Beneficio-Costo, el cual es necesario en la realización de cualquier proyecto, el propósito fundamental de la evaluación Beneficio-Costo es medir si los beneficios superan o no a los costos.

El concepto de costo y beneficio económico se refiere a aquel generado por la sociedad en su conjunto e incluye los beneficios y costos comunmente conocidos como sociales.

Para medir los costos y beneficios económicos, estos deben expresarse en términos monetarios, ya que este es el único común denominador practico para la evaluación directa entre ambos. Esto sin embargo puede representar un problema, ya que los precios del mercado no necesariamente reflejan los costos reales en la medida en que no existe competencia perfecta en la mayor parte de los sectores de la economía, ni tampoco permiten evaluar la rentabilidad de la inversión desde el punto de vista de la economía nacional.

Indicadores de la evaluación.

Los indicadores de la evaluación económica utilizados son el Valor Presente Neto (VPN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y la relación Beneficio/Costo (B/C).

"Valor Presente Neto".

Este es el indicador mas comunmente utilizado para fines de evaluación y se define como la diferencia entre los beneficios y los costos actualizados al año de inicio del proyecto, mediante la utilización de una tasa de actualización adecuada.

"Tasa Interna de Retorno".

Es aquella tasa de actualización que permite igualar los costos y los beneficios actualizados es decir, es la tasa de actualización para el cual el valor presente del proyecto es nulo.

Es conveniente señalar que el valor presente neto proporciona el valor presente neto de los flujos a una rentabilidad prefijada, mientras que la tasa interna de retorno proporciona el valor del rendimiento esperado del proyecto.

"Relación Beneficio-Costo".

Indica en que medida los beneficios actualizados obtenidos a lo

largo de la vida útil del proyecto son mayores que los costos actualizados. Esta relación es una medida de la rentabilidad de un proyecto respecto a la tasa de actualización.

Identificación de Beneficios y Costos.

Beneficios. Los beneficios se determinan con base en los ahorros obtenidos en diferentes conceptos que son:

a) Ahorros en costos de operación de los vehículos que circularan en la vialidad. Estos se refieren al ahorro en combustibles y lubricantes, mantenimiento y costos de oportunidad de la rotación del vehículo. Los beneficios están relacionados directamente con la distancia a recorrer y la velocidad promedio alcanzada. En este caso, el proyecto tiene dos efectos claramente identificables: por un lado, el acortamiento de la distancia a recorrer y por el otro, el incremento de velocidad que resulta al implementar las laterales del Periférico.

b) Dentro de los beneficios que se obtienen al llevar a cabo el proyecto se encuentra el menor desgaste en todos los vehículos que utilizaran la vialidad, ya que al ser una Vía de Acceso Controlado, tener una nueva carpeta de rodamiento por la que circulen los vehículos y no tener baches, topes, resultara en una mayor fluidez a todo lo largo de la vialidad.

c) Al mismo tiempo el desgaste de la infraestructura sera menor desde el momento en que es una Vía de Acceso Controlado que cumple con las especificaciones para ser considerada como tal y que implica menor inversión a lo largo de su vida útil.

d) Ahorro en tiempos de pasajeros. Se define como la diferencia entre el tiempo que cada persona tardara en llegar al punto terminal del recorrido en caso en que se realice el proyecto y el tiempo que tarda actualmente. Esta diferencia deberá multiplicarse por el numero de personas beneficiadas, esto es, por la ocupación promedio del vehículo y el numero de vehículos.

El valor monetario del tiempo ahorrado puede calcularse tomando el valor de una hora-hombre en términos del salario que este generaría si dedicara el tiempo ahorrado al trabajo.

La presente evaluación se considero que cada hora ahorrada en el transporte equivale únicamente a una hora del salario mínimo

restándola adicionalmente con un 50% dado que se considera que el tiempo no dedicado al trabajo no vale igual que el tiempo efectivamente laborado, de tal manera que los beneficios estimados por este concepto representan una cuota inferior de los beneficios para la hipótesis de tráfico correspondientes.

Costos.

Comprenden:

- a) Las inversiones necesarias para llevar a cabo el proyecto.
- b) Los costos de construcción y supervisión.
- c) Los costos de mantenimiento y reposición requeridos a lo largo del periodo evaluado. Los primeros se estiman en un 3% de la inversión y los segundos se refieren básicamente al costo de reencarpetado cada 5 años.

Por lo que se refiere a los precios sombra, que son los precios que reflejan en forma justa el valor económico real de un bien o servicio y que excluyen las distorsiones provocadas por el mercado, como son monopolios, impuestos, subsidios controles etcétera, prácticamente todos los conceptos de inversión y ahorros se refieren a materiales nacionales, por lo que se refleja que los precios de mercado reflejan adecuadamente los precios para el país, con excepción de la gasolina y lubricantes que tienen un porcentaje de precio sombra por subsidio.

El análisis se realizó dividiendo el proyecto en tres tramos, a su vez se valorizaron tanto Beneficios como Costos para cada tramo como se muestra en las tablas siguientes:

ANÁLISIS BENEFICIO/COSTO
TRAMO I. PERIFERICO AERIO ORIENTE.
EVALUACION DEL TRAMO DE CANAL DE CHALCO - RILMA.

TASA DE DESCUENTO 0.08

AÑO	COSTOS				COSTO VALOR		BENEFICIOS					BENEFICIO NETO		
	COSTO PROYECTO	COSTO CONSTRUC.	COSTO S.PERV. Y MANT.	OPERAC.	TOTAL PRESENTE	VALOR PRESENTE	VALOR PASAJEROS	DESGASTE VEHICULO	AMORT. COMUNIT.	DESGASTE INFRAEST.	BENEFICIO TOTAL PRESENTE			
1991	207.3	9975.7	294.1	0.0	10414.1	10414.1	5945.9	1221.5	59.9	35.9	0.0	1817.3	1817.3	-8596.8
1992	0.0	0.0	3.0	91.8	99.8	99.8	5731.3	1807.5	82.9	37.7	299.3	2201.4	2201.4	2197.7
1993	0.0	0.0	0.0	109.7	109.7	109.7	6225.2	1817.9	85.0	39.6	329.2	2327.8	2327.8	2273.0
1994	0.0	0.0	0.0	120.7	120.7	120.7	6326.4	1992.8	89.2	41.6	362.1	2645.9	2645.9	2365.2
1995	0.0	0.0	0.0	132.8	132.8	132.8	6442.7	2092.5	92.8	43.7	391.3	2887.3	2887.3	2674.5
1996	0.0	0.0	0.0	144.1	144.1	144.1	6476.9	2197.1	94.4	45.9	431.2	2757.5	2757.5	2811.5
1997	0.0	0.0	0.0	160.7	160.7	160.7	7223.6	2506.9	103.2	48.2	482.0	2917.3	2917.3	2756.7
1998	0.0	0.0	0.0	176.7	176.7	176.7	7489.8	2822.3	107.3	50.6	526.2	3047.3	3047.3	2910.6
1999	0.0	0.0	0.0	194.4	194.4	194.4	8076.2	2933.4	111.5	52.1	581.2	3284.2	3284.2	2873.8
2000	0.0	0.0	0.0	213.8	213.8	213.8	8772.0	2850.6	112.9	55.7	641.5	2840.7	2840.7	2844.9
2041	0.0	0.0	0.0	235.2	235.2	235.2	8981.9	2804.1	111.6	58.5	705.7	3445.9	3445.9	2638.8
TOTAL	207.3	9975.7	294.1	1589.9	12204.0	12204.0	26556.6	850.9	510.5	1769.8	30587.6	30587.6	18383.8	
VALOR PRESENTE	207.3	9975.7	294.1	1589.9	12204.0		26556.6	850.9	510.5	1769.8	30587.6	30587.6	18383.8	
BAJADO BENEFICIO/COSTO														1.51
TASA INTERNA DE RETORNO														25.12%

ANÁLISIS BENEFICIO/COSTO
 TRAMO 2, PERIFERICO AYCO ORIENTE.
 EVALUACION DEL TRAMO DE BILBAO - LUIS MEMOZEL.

TASA DE DESCUENTO

9.0%

AÑO	COSTOS				COSTO TOTAL PRESENTE	VALOR	BENEFICIOS						BENEFICIO NETO	
	COSTO PROYECTO CONSTRUC.	COSTO CONSTRUC. SUPLEV.	COSTO OPERA. & MANT.	OPERAC.			VOL. VLE	TIEMPO PASAJEROS	DESGASTE VEHICULO	RESERVA CONTRUST.	RESERVA INFRAEST.	BENEFICIO TOTAL PRESENTE		VALOR
1991	300.4	10257.3	302.5	0.0	11020.2	11020.2	5485.0	1721.5	59.9	35.9	0.0	1817.2	1817.2	-9202.9
1992	0.0	0.0	0.0	103.6	103.6	103.6	5730.2	1867.5	62.9	37.7	319.7	2218.9	2218.9	-7215.3
1993	0.0	0.0	0.0	112.9	112.9	112.9	4635.2	1877.9	66.0	39.6	291.6	2295.4	2295.4	-7221.6
1994	0.0	0.0	0.0	125.3	125.3	125.3	4239.4	1992.8	69.3	41.6	274.0	2479.7	2479.7	-7254.4
1995	0.0	0.0	0.0	137.9	137.9	137.9	4642.7	2092.5	72.8	42.7	413.6	2622.5	2622.5	-7244.7
1996	0.0	0.0	0.0	151.6	151.6	151.6	6976.9	2187.1	76.4	45.9	454.9	2776.2	2776.2	-7227.7
1997	0.0	0.0	0.0	166.8	166.8	166.8	7223.6	2306.9	80.3	48.2	500.4	2935.8	2935.8	-7269.0
1998	0.0	0.0	0.0	183.5	183.5	183.5	7689.8	2422.2	84.3	50.6	550.5	3107.6	3107.6	-7297.1
1999	0.0	0.0	0.0	201.8	201.8	201.8	8376.3	2542.4	88.5	53.1	605.5	3290.5	3290.5	-7360.6
2000	0.0	0.0	0.0	222.0	222.0	222.0	8678.0	2670.8	92.9	55.7	666.1	3485.3	3485.3	-7433.3
2001	0.0	0.0	0.0	244.2	244.2	244.2	8961.9	2804.1	97.6	58.5	732.7	3692.8	3692.8	-7504.6
TOTALES	300.4	10257.3	302.5	1650.7	12670.9	12670.9	24454.6	650.9	510.5	4952.1	30770.1	30770.1	16099.2	
VALOR PRESENTE	300.4	10257.3	302.5	1650.7	12670.9	12670.9	24454.6	650.9	510.5	4952.1	30770.1	30770.1	16099.2	
BENEFICIO/COSTO					1.40									
TASA INTERNA DE RETORNO					23.90%									

ANÁLISIS BENEFICIOSO
 TRAMO 2. PENSIONADO ANTO EN VEJE.
 ASOCIACIÓN DEL TRAMO DE LOS PENSIONADOS - ISMAEL TAMARCA.

TASA DE DESCUENTO 0.01

AÑO	COSTOS				BENEFICIOS				BENEFICIO NETO					
	COSTO PRESENCIA	COSTO CUATRO SEMESTRES	COSTO OPERACIONES	COSTO TOTAL PRESENTE	VALOR PASAJEROS	TIEMPO DESEMPEÑO	VALOR MONEDAS COMPRA	BENEFICIO TOTAL PRESENTE						
1991	356.1	12277.7	429.7	0.0	13063.5	15262.5	7725.0	2027.0	143.2	86.9	0.0	2266.9	2266.9	-14791.7
1992	0.0	0.0	0.0	0.0	122.8	122.8	8111.3	1703.9	81.9	53.3	164.2	2731.9	2731.9	2731.9
1993	0.0	0.0	0.0	0.0	135.1	135.1	8514.8	1768.5	83.2	56.0	165.2	2863.0	2863.0	2863.0
1994	0.0	0.0	0.0	0.0	148.4	148.4	8921.7	1838.2	83.0	56.8	165.7	2994.0	2994.0	2994.0
1995	0.0	0.0	0.0	0.0	162.8	162.8	9339.4	1917.9	102.9	61.7	166.2	3126.7	3126.7	3126.7
1996	0.0	0.0	0.0	0.0	178.0	178.0	9759.3	2006.6	104.0	62.6	167.4	3262.6	3262.6	3262.6
1997	0.0	0.0	0.0	0.0	194.7	194.7	10189.9	2102.7	113.1	71.5	167.8	3401.8	3401.8	3401.8
1998	0.0	0.0	0.0	0.0	212.5	212.5	10649.9	2202.7	117.1	75.0	167.8	3544.0	3544.0	3544.0
1999	0.0	0.0	0.0	0.0	231.3	231.3	11143.3	2296.8	121.1	78.0	167.8	3691.3	3691.3	3691.3
2000	0.0	0.0	0.0	0.0	251.2	251.2	11684.0	2384.8	121.3	78.8	167.8	3844.3	3844.3	3844.3
2001	0.0	0.0	0.0	0.0	282.5	282.5	12383.2	2467.5	127.9	82.7	164.5	3991.8	3991.8	3991.8
TOTALES	356.1	12277.7	429.7	0.0	15520.3	15520.3	22652.5	1216.2	759.7	567.0	31266.7	31266.7	14320.4	
VALOR PRESENTE	356.1	12277.7	429.7	0.0	15520.3	15520.3	22652.5	1216.2	759.7	567.0	31266.7	31266.7	14320.4	
RATIO BENEFICIOSO														1.01
TASA INTERNA DE RETORNO														17.24

2.6 Análisis Económico.

Finalmente dentro del estudio de factibilidad se encuentra el "Análisis Económico" que es útil para saber de donde se va a obtener el presupuesto con el que se va a pagar el proyecto en todas sus etapas. En este análisis se determinan el origen de los recursos para que la dependencia pueda asignarlos de acuerdo a un programa de obra.

En el programa se incluyen todos los conceptos y trabajos que intervienen durante la construcción del proyecto además de otros como son: obras inducidas, afectaciones, conceptos extraordinarios e imprevistos.

El análisis es primordial ya que de él depende que exista flujo de dinero para el pago de estimaciones, que se hacen de común acuerdo entre la dependencia y el contratista de la obra ejecutada en un periodo de 15 días aproximadamente, considerando los precios unitarios de los conceptos y el número de unidades ejecutadas, el cual servirá de base para hacer los pagos parciales correspondientes.

De igual manera el análisis considera la inflación en el mercado, la pérdida de poder adquisitivo y la oportunidad de que la dependencia pueda financiar el dinero a lo largo de la obra en proceso y hasta su culminación.

Una vez alcanzada esta etapa de análisis ha sido seleccionada la alternativa de solución a desarrollar y principalmente se ha comprobado que será una adecuada solución de beneficio social y económico, además de ser rentable.

Con base en el programa de actividades y de trabajo para el desarrollo de las obras se realiza el programa de erogaciones, lo cual es convertir la duración de las diferentes actividades en tiempo de asignación de recursos monetarios. El programa de erogaciones permitirá conocer el flujo de dinero que se deberá mantener durante el desarrollo de la obra, así mismo permitirá la adecuada planeación de los recursos financieros.

La construcción del Arco Oriente de Periférico se realizó mediante recursos financieros del Gobierno Federal, el cual fue asignado a la Dirección General de Obras Públicas.

Es importante destacar que la adecuada planeación financiera a

través del análisis económico permite maximizar los rendimientos financieros al conocer el flujo de efectivo a utilizar.

Una vez que se establece que se puede hacer frente al desarrollo de la obra en el aspecto financiero y se cuenta con la documentación del proyecto ejecutivo, se inicia la planeación del comienzo de actividades.

Capítulo 3. Características generales del proyecto.

3.1. Clasificación de la obra.

La obra de Periférico Arco Oriente se clasifica como una "Vía de Acceso Controlado" debido a que cumple con las especificaciones de proyecto geométrico así como las Características operacionales y funcionales.

A continuación enumeraremos cada una de las Características por las que se clasifica como Vía de Acceso Controlado.

1.- La velocidad de proyecto a lo largo de su eje principal es de 70-80 km/hr, en casos de intersecciones a desnivel, el valor mínimo es la mitad de la considerada a lo largo de su eje principal.

2.- La velocidad de operación para la hora de máxima demanda es de 50 km/hr como mínimo y para cualquier otra hora varía la velocidad entre 55 y 80 km/hr.

3.- El número de carriles es una de las Características más importantes para que una vialidad sea considerada como de Acceso Controlado, para los carriles centrales deben variar entre tres y seis carriles de circulación y deben tener carriles laterales, estos últimos deben ser tres como mínimo.

4.- La anchura de los carriles de circulación de igual manera es una característica indispensable, en esta se consideran para los carriles centrales y carril derecho 4.0 metros y para los restantes 3.0 metros como mínimo.

Dentro de las especificaciones para proyecto geométrico que se recomiendan para las vías de acuerdo con la Clasificación descrita dentro de las Características operacionales y geométricas son:

1.- Longitud recomendable que debe de ser mayor de 5 km.

2.- Velocidad de proyecto

a) A lo largo del eje principal

b) En zonas de intersección a desnivel

70-80 km/hr

Como mínimo la
mitad del valor
a lo largo del
eje principal.

3.-	Velocidades de operación		
	a) En las horas de máxima demanda		50 km/hr
	b) A otras horas		55-80 km/hr
4.-	Número de carriles de circulación		
	a) Centrales		4-8 carriles
	b) Laterales		3-6 carriles
5.-	Anchura de los carriles de circulación		
	a) Centrales Carril derecho		3.60 fijo
	Otros carriles		3.50 máximo
			3.30 mínimo
	b) Laterales Carril derecho		3.60 fijo
	Otros carriles		3.50 máximo con estacionamientos.
			3.0 sin estacionamientos.
6.-	Anchura de los carriles para estacionamientos en cordón, en las calles laterales.		2.5 m
7.-	Anchura de la faja separadora central (Camellón Central)		1.50 m mínimo 10.0 m máximo
8.-	Anchura de las fajas separadoras laterales (camellones laterales)		6.0 m mínimo 10.0 m máximo
	En casos especiales por limitaciones del derecho de Vía se dará un mínimo de 4.50 m.		
9.-	Anchura de los carriles de aceleración y desaceleración.		3.50 m fijo
10.-	Anchura de las aceras o banquetas		3.50 m mínimo 5.0 m máximo
11.-	Anchura del derecho de Vía		
	a) En vías de acceso controlado a nivel		
	Carriles centrales	Carriles laterales	
	8	6	93.40 m mínimo
	8	4	66.30 m mínimo
	6	4	80.40 m máximo
	6	4	54.70 m mínimo

	4	4	68.40 m máximo
	4	4	48.10 m mínimo
b) En vías de acceso controlado elevadas			
Con dos sentidos de circulación			
35 m para 4 carriles			
45 m para 6 carriles			
50 m para 8 carriles			
Con un sentido de circulación			
20 m para 2 carriles			
25 m para 3 carriles			
30 m para 4 carriles			
En aquellos lugares donde se proyectan las rampas de entrada o de salida, se deberá incrementar el derecho de Vía anterior.			
12.- Pendiente longitudinal máxima			
a) En tramos largos			4% (longitud máxima 650 m)
b) En tramos cortos (pasos a desnivel)			6% máximo
c) En gasas de intersección a desnivel			6% en casos especiales. 7% en subida y 8% en bajada.
13.- Radios mínimos en las esquinas de calles laterales, con las calles transversales.			
a) Porcentaje mínimo de vehículos pesados que dan vuelta.			4.5-7.5 m
b) Porcentaje elevado de vehículos pesados que dan vuelta.			9.0- 15.0 m
También pueden utilizarse curvas compuestas donde haya espacio suficiente.			
14.- Separación entre vías de acceso controlado y vías principales.			1.6 km
15.- Distancia de visibilidad de parada			
a) Para velocidad de proyecto de 80 km/hr			115 m
b) Para velocidad de proyecto de 70 km/hr			90 m

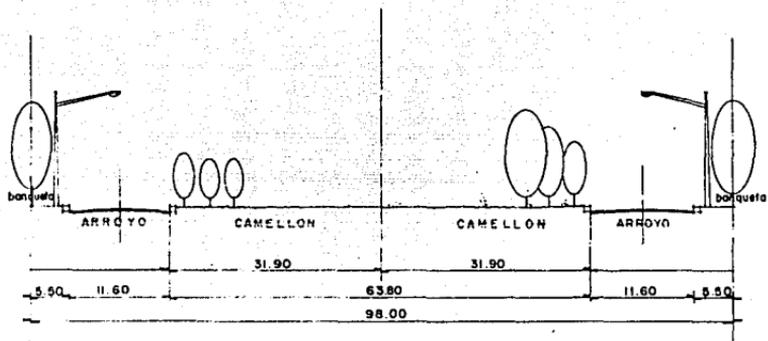
16.- Curvas de transición	Espirales
17.- Radio mínimo de curvatura	
a) Para sobre-elevación máxima de S=0.10 y velocidad de proyecto 80 km/hr	208.4 m
b) Para sobre-elevación máxima de S=0.10 y velocidad de proyecto 70 km/hr	152.8 m
18.- Volúmenes de servicio para una estimación inicial del número de carriles y una velocidad de pro- yecto de 80 km/hr.	500 veh/hr/c
3.2. Dimensiones de la Vialidad.	

Periférico Arco Oriente al ser una de las vialidades de mayor importancia presenta Características que hace que se distinga de las demás por ser una Vía de Acceso Controlado, a su vez sus dimensiones deben cumplir con ciertas especificaciones para que sea considerada como tal.

Es una vialidad cuya longitud total es de 11.2 km, que esta formada por carriles centrales y laterales, en la primera etapa solo se van a construir los carriles laterales en ambos sentidos, es decir de Sur a Norte y de Norte a Sur, en los dos casos las laterales estarán formadas por tres carriles cada una, cuyas dimensiones en lo que es el ancho del arroyo van variando de acuerdo a las condiciones de lo existente, estas dimensiones han variado por afectaciones, árboles de gran diámetro y algunas otras modificaciones que se han tenido que realizar dentro del proceso de la obra.

A continuación se describen las dimensiones de la vialidad en toda su longitud.

De Canal de Chalco a M. Avila Camacho.



SECCION TRANSVERSAL TIPO

De los 98.0 metros del derecho de Vía este se ha dividido en las siguientes dimensiones: 3.0 metros para zonas de banquetas, 2.0 metros para áreas jardinadas, 0.35 metros para cenefas peatonales, 0.15 metros para coronas de guarnición, lo que nos da un total de 5.50 metros que viene a ser del paramento al paño interior de la guarnición.

Lo que es el arroyo de las laterales ocupa 11.60 metros, posteriormente 0.15 metros de la corona de guarnición en el otro hombro, mas 0.35 metros de cenefa peatonal lo cual nos da una suma de 17.6 metros, que multiplicada por los dos arroyos laterales da un total de 35.2 metros, quedando libres para los carriles centrales 62.8 metros los cuales se construirán en la segunda etapa.

Esos 62.8 metros en esta etapa quedaran destinados como camellones centrales y serán utilizados como área jardinada, ambientados con árboles para reforestación y servirán para darle una mejor estética a la vialidad. En este tramo la postería de alumbrado para iluminación nocturna tiene una altura de 9.0 metros y tiene una Separación entre poste y poste de 30.0 metros y va alojada en los hombros Poniente y Oriente de las áreas jardinadas que van pegadas a los paramentos de las casas.

De M. Avila Camacho a Av. Tlahuac.

Se conservan las dimensiones de los arroyos laterales, zonas de banquetas, cenefas peatonales y áreas jardinadas hasta llegar al cadenamiento 4+550 donde se reducen los arroyos laterales a 10.50 metros debido a que en esta zona hay gran concentración de arboles de gran diámetro que están en las orillas y que eran los que formaban Canal de Garay, ahora por donde pasaba el canal se alojaron las laterales hasta llegar a Tlahuac. Así mismo a partir de este cadenamiento comienza la transición del Camellón central que se va reduciendo hasta 1.0 metro en la avenida Tlahuac.

Por lo que respecta al alumbrado público en el cadenamiento 4+650 se cambia al centro del Camellón y los postes llevaran dos brazos para iluminar ambas laterales.

De Av. Tlahuac a Bilbao.

Las secciones de los arroyos cambian nuevamente a 11.60 metros así como las dimensiones de las banquetas reduciendose estas a 1.50

metros debido a que existen afectaciones tanto en la primera como en la segunda etapa, el Camellón central se conserva de 1.0 metros de sección y el alumbrado se conserva en la misma posición hasta llegar al cadenamiento 5+500 donde comienza la transición del Camellón ampliándose a 19.50 metros, en este cadenamiento el alumbrado se va a las áreas jardinadas hasta llegar a la calle de Bilbao donde se tienen las mismas secciones de arroyos, 2.0 metros de banquetas y 25.0 metros de Camellón central esto viene a ser en el cadenamiento 6+120.



De Bilbao a Xicotencatl.

Se conservan las mismas dimensiones tanto en los arroyos como en el Camellón central hasta llegar a avenida las Torres donde la lateral izquierda se ve obligada a reducirse a 10.0 metros de ancho por una torre de alta tensión la cual representa un punto obligado para librar por economía del proyecto, dejando solamente 50 cm entre la base de la torre y el paño exterior de la corona de la guarnición, así mismo hay afectaciones a predios particulares que También obligan a la reducción de la vialidad.

De Xicotencatl a Ermita Iztapalapa.

La vialidad se ve reducida en el Camellón central hasta un metro junto con la banqueteta y el área jardinada debido a que en esta zona hay un buen numero de viviendas en ambos lados de las vialidades que repercuten notablemente en las dimensiones de la misma.

De Ermita Iztapalapa a Luis Méndez.

En esta parte del proyecto solo se realizo una adecuación geométrica, ampliando las vialidades existentes a 10.50 metros de sección, quedando banquetas de 3.0 metros, áreas jardinadas de 2.0 metros y un Camellón central de 50.0 metros de sección.

En esta zona el alumbrado público se alojara en el Camellón central con postes de 7.50 metros de altura que van sobre pedestales en ambos arroyos.



De Luis Méndez a Marcelino Buendía.

No se tuvo problemas para dar la sección de 98.0 metros, la sección se compone de arroyos de 11.60 metros en ambos lados con cenefas peatonales de 0.35 metros, áreas jardinadas de 2.0 metros de ancho, banquetas de 3.0 metros de ancho y quedando los camellones centrales de 63.0 metros de sección donde posteriormente se llevaran a cabo los carriles centrales de Periférico.

Por lo que se refiere al alumbrado público en esta zona se alojara en las áreas jardinadas con postes de 9.0 metros de altura y una Separación interpostal de 30.0 metros.

De Marcelino Buendía a Canal de Tezontle.

Se conservan las secciones tanto de arroyos, áreas jardinadas, banquetas y cenefas peatonales lo que sufre una modificación considerable es el Camellón central con una transición que inicia desde Marcelino Buendía con una sección de 63.0 metros hasta reducirse a 3.0 metros en Canal de Tezontle, esto es debido a que comienzan los predios particulares en esta zona y se reduce la sección disponible.

De Canal de Tezontle a Calz. Ignacio Zaragoza.

La vialidad se reduce en este tramo final a carriles de 10.50 metros, se desaparecen tanto las áreas jardinadas así como cenefas peatonales solo quedando las banquetas de 3.0 metros de ancho a todo lo largo de Canal de San Juan.

En este tramo solo se realizó una adecuación geométrica para dar la secciones de arroyo de 10.50 metros y construyendo las banquetas que tenían dimensiones irregulares para que sean uniformes con un ancho de 3.0 metros.

En lo que se refiere al Camellón central este queda con dimensiones que varían entre 3.0 metros y 3.50 metros, en esta zona desde Canal de Tezontle hasta Calzada Ignacio Zaragoza el alumbrado público se alojara en el Camellón central con la misma distancia interpostal de 30.0 metros.

A lo largo de este tramo es importante mencionar que hay dos avenidas importantes en la zona las cuales quedaran semaforizadas estas son: Av Universidad y Av. Tepalcates en ambas la demanda de tránsito es importante y debido a que confluyen con Periférico se tienen que considerar para su semaforización.

3.3. Restricciones del proyecto.

En todas las etapas del proyecto existen una serie de restricciones que han ocasionado tanto modificaciones en lo que es el proyecto geométrico y han traído como consecuencia modificaciones en el proceso constructivo y a su vez retraso en el programa de la obra.

Las restricciones mas importantes han sido las afectaciones a predios particulares las cuales debido a la filosofía tanto de la dependencia y del gobierno en si, se han tratado de evitar al máximo.

Sin embargo el numero de predios afectados por la obra es de 122 predios de los cuales 54 están considerados para la primera etapa.

Para la negociación de estos predios existe una dependencia del Departamento del Distrito Federal que lleva el nombre de Servicios Metropolitanos (Servimet), la cual designa un equipo integrado por negociadores que generalmente son Abogados, ellos son los encargados de entablar y conciliar con cada uno de los dueños de los predios que son afectados ya sea total o parcialmente por el trazo de la vialidad, para este trabajo los negociadores siguen todo un proceso para que finalmente se llegue a un acuerdo monetario entre los afectados y el Departamento del Distrito Federal.

El mecanismo de negociación es el siguiente:

1.-Proporcionar por parte de la Dirección General de Obras Públicas el trazo definitivo de la vialidad en planos a Servicios Metropolitanos, donde aparezca la lotificación de los predios afectados y la linea de afectación a fin de poder detectar si es una afectación total o parcial, además de que tienen que estar marcadas las medidas de afectación en forma exacta.

2.-Designar por parte de Servimet al equipo de negociadores de acuerdo a la importancia de la obra, el número de predios afectados y la rapidez con que se tenga que realizar esta.

Se calcula en promedio de 15 predios por negociador, para poder finiquitar en un termino de 6 meses como máximo de tiempo para la negociación, es importante que para darle mas rapidez a la negociación, se cuenten con todos los elementos necesarios para este trabajo como son: un módulo o caseta en la obra misma, donde se cuente con una maquina de escribir, secretaria para los trabajos de mecanografía, escritorios, archivos, fotocopidora, luz eléctrica,

teléfono y transporte debido a la magnitud de la obra.

3.-Visitar físicamente cada uno de los predios con el fin de hacer un censo de las condiciones de las condiciones que prevalezcan en cada caso y aprovechar la visita para tomar fotografías a los mismos.

4.-Con la información recopilada en campo solicitar a la dependencia encargada de la obra los levantamientos topográficos de cada predio para tener medidas y áreas exactas para negociar.

5.-Una vez que se tiene la información topográfica se le solicita a la Comisión de Avalúos para Bienes Nacionales (CABIN) los Avalúos de cada predio los cuales varían de acuerdo al tipo de construcción y a los acabados que tenga cada predio, en estos Avalúos se definirá el monto máximo a pagar en cada caso, la función principal de los negociadores es conseguir que cada predio se negocie en inter del 70% y el 80% del avalúo proporcionado.

6.-Cuando se llegue a concretar la negociación con las personas afectadas se elabora un contrato de Compra-Venta en el cual intervienen el Oficial Mayor del Departamento del Distrito Federal y el afectado, definiendo en el mismo, el monto negociado, del cual se pagara el 80% en un plazo de tiempo definido por la dependencia encargada de la obra, en un plazo no mayor a 60 días, este contrato será sometido a la revisión y visto bueno de la Coordinación Jurídica de Departamento del Distrito Federal; después de otorgar su autorización se enviará al Notario designado para la firma de las escrituras, en el acto de firma del mencionado documento se pagara el 20% restante del monto total.

Una vez llevada a cabo toda esta negociación el nuevo dueño de la propiedad es el Departamento del Distrito Federal y se puede proceder a los trabajos de demolición para poder construir la nueva vialidad.

En ocasiones dentro de las negociaciones se estipula alguna cláusula en la que se llega a un acuerdo entre el propietario y el Departamento del Distrito Federal en la que se le permite al afectado recuperar materiales de construcción de la propiedad como lo son herrería, cancelaría, tabiques etc., esto de acuerdo en que tan importante es la propiedad y como condición para que la negociación del predio sea mas rápida.

Dentro de los datos que se tienen por parte de Servicios Metropolitanos en el rubro de predios afectados por la construcción de la vialidad de Periférico Arco Oriente tanto en la primera como en la segunda etapa se encuentran 122 predios de los cuales 54 son totales y 68 en forma parcial, aunque de esos 68 en algunas ocasiones se negociaron como afectación total por conveniencia de los propietarios.



Zona de afectación en Canal de Chalco y Periférico.

Otras de las restricciones del proyecto son las obras inducidas como son tuberías que pertenecen a Petróleos Mexicanos (PEMEX) las cuales interferían con el trazo de la vialidad y significaban un frente de trabajo que no se podía atacar ya que era una tubería de gasolina que llevaba una presión de 80 kg/cm² que se tenía que desviar forzosamente, ya que por su contenido no soporta vibraciones bruscas.

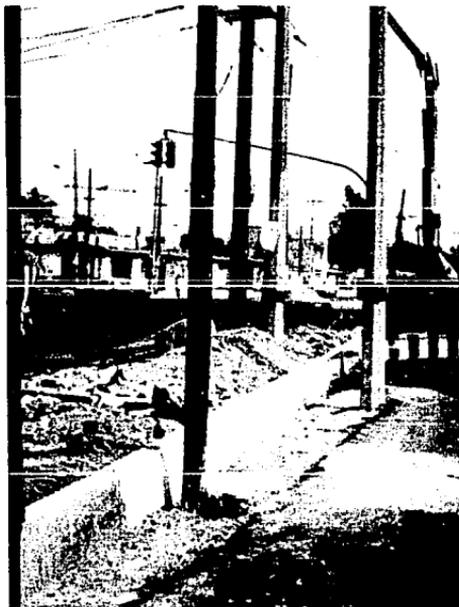
Para la desviación de la tubería en primer lugar se tubo que conciliar con la gente de PEMEX, una vez que se llevo a un acuerdo el costo del desvío se hace con cargos directos a Obras Públicas que es la encargada de la obra vial, y que fue la que necesitaba la modificación de la línea, como consecuencia, estos trabajos repercuten directamente en lo que es el proceso de la obra y el encarecimiento de la misma.

Así mismo durante la construcción de la vialidad se tuvieron que retrasar los trabajos por chocar con tuberías que se estaban colocando por parte de la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (D.G.C.O.H.), y eran de agua tratada con diámetros mayores de 90 cm y que las contratistas encargadas de estos trabajos realizaron sus labores muy lentamente, por tal motivo en una longitud de 800 metros se tuvo que esperar a la conclusión de los trabajos por parte de la otra dependencia ya que no es posible realizarlos en forma paralela.

Finalmente este tramo fue el ultimo en atacarse en toda la primera etapa ya que los trabajos por parte de la D.G.C.O.H. se llevaron casi 6 meses.

Durante la construcción de la vialidad se presento un aspecto muy peculiar ya que dentro del trazo de la misma se encontró a la altura de Tlahuac un puente considerado histórico por parte del Instituto Nacional de Antropología e Historia (I.N.A.H.) y al cual se le llamaba con el nombre del Puente del Vergel, que en primera instancia se desconocían sus antecedentes históricos incluso por la Delegación Iztapalapa, a la que se le pidió la autorización para su demolición, pero que posteriormente significo un problema para Obras Públicas por su demolición ante el I.N.A.H., y que se resolvió finalmente llegando a un arreglo entre las dos entidades en la cual se acordo reubicar el

puente en un lugar donde no afectara los derechos de Vía de Periférico
y el costo correría a cargo de la D.G.O.P..



Restricciones del proyecto.
Obras inducidas.



Muro de contención para protección de tubería de PEMEX.



Galería de concreto armado para tubería de 8" de diámetro en el cruce de Periférico y Xicotencatl.

3.4. Etapas de Construcción.

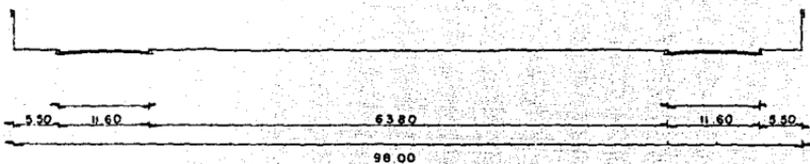
Como ya se menciona anteriormente el proyecto de Periférico Arco Oriente esta contemplado para llevarse a cabo en dos etapas de construcción, en la primera etapa solo se construirán los carriles laterales con tres carriles de circulación cada lateral, en ambos sentidos, con algunos cruceos semaforizados en avenidas importantes, en esta etapa el proyecto va a nivel en toda su longitud.

Para la segunda etapa que se piensa construir en un corto plazo, se están considerando distribuidores importantes junto con la construcción de los carriles centrales, estos distribuidores están contemplados para el cruce de Periférico y Av. Tlahuac así como el distribuidor Ermita al cual se encuentra en el cruce de Periférico y Av. Ermita Iztapalapa.

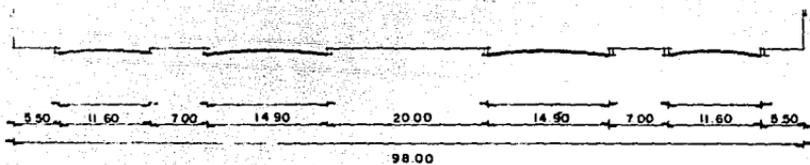
Este ultimo distribuidor se presenta muy interesante ya que se trabajara en conjunto entre dos dependencias como lo son COVITUR y la Dirección General de Obras Públicas ya la primera tiene pronosticado en ese lugar la construcción de la terminal de la línea 8 del metro y que llevara como nombre Constitución de 1917 y a su vez Obras Públicas pretende la construcción de los carriles centrales del Periférico junto con las laterales en un segundo piso, además de que se realizaran trabajos por parte de la Coordinación General del Transporte porque se pretenden hacer terminales de ruta 100 y trolebuses como existe actualmente en Taxqueña.

Esta segunda etapa es necesaria debido a que las laterales están pronosticadas para saturarse en un periodo de 5 años, de acuerdo al Estudio de Factibilidad llevado a cabo por la empresa proyectista, el cual se encuentra en el capítulo 2 del presente documento.

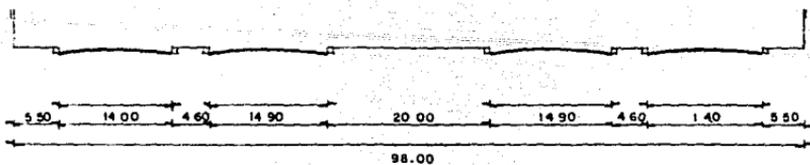
PRIMERA ETAPA "A"



SEGUNDA ETAPA "B"



TERCERA ETAPA "C"



Capitulo 4. Estudio de mecánica de suelos.

Durante el desarrollo del proyecto se llevó a cabo el estudio de mecánica de suelos, que consta de varias etapas las cuales van desde programas de exploración y muestreo, análisis de resultados de los mismos una vez que son realizadas las correspondientes pruebas de laboratorio y finalmente ya que se conocen las características principales del subsuelo se podrá diseñar tanto la estructura de pavimento para lo que es la vialidad, así como el tipo de cimentación para lo que son los puentes tanto peatonales como vehiculares en caso de que estén contemplados dentro del proyecto.

Debido a que el tipo de suelo en el que esta proyectada la vialidad se encuentra en la Zona 3 (arcilloso en su mayoría), se realizaron una serie de estudios para conocer su comportamiento.

Además se emplearon diversas técnicas de exploración y muestreo con el objeto de tener un panorama general y llegar a tener mejores bases para los diseños posteriores y una vez implementados tener comportamientos adecuados.

4.1. Programas de exploración y muestreo.

Se llevarón a cabo una serie de estudios de exploración en lugares de importancia para el proyecto como fueron nodos y cruces importantes, en donde posteriormente se construirá algún tipo de estructura.

Dentro del programa de exploración se seleccionaron básicamente tres tipos de sondeos como son: los sondeos de pozos a cielo abierto, los sondeos de penetración estandar y sondeos de cono eléctrico., así como también la instalación de estaciones piezométricas.

Junto con los programas de exploración se llevarón a cabo sondeos con los que se obtuvieron las variaciones de los estratos, obteniendo las variaciones de los mismos, al igual que la resistencia a diferentes profundidades.

Después de haber obtenido mediante sondeos preliminares las características generales de los materiales del subsuelo, puede ser adecuado un programa mas extenso de sondeo y muestreo, o igual puede resultar mas efectivo investigar la resistencia o compacidad relativa

de las partes mas débiles del depósito, por medio de pruebas de penetración u otros métodos directos que no requieren muestreo. El procedimiento específico debe elegirse tomando en consideración el caracter del depósito del suelo y el tipo de información necesaria para el proyecto o construcción.

Se pueden obtener otros procedimientos menos comunes en condiciones convenientes. Por ejemplo el caracter del subsuelo se investiga ocasionalmente por inspección directa de los materiales que aparecen en las paredes de los pozos a cielo abierto. Si se necesita información general respecto a la localización de fronteras con materiales firmes, tal como seria el caso de la frontera entre mantos de roca y de materiales mas blandos, puede usarse con mucha ventaja los métodos geofísicos.

Dentro de los sondeos realizados se hicieron sondeos con barrenos, la herramienta mas sencilla para hacer un sondeo en el terreno es la barrena. Aunque pueden hacerse sondeos con barrenas de mano a profundidades mayores de treinta metros, solamente añadiendo tramos sucesivos al vástago de la barrena, se usan mas comunmente en conexión, donde es usualmente innecesario explorar a profundidades mayores de aproximadamente cuatro metros. Ademas, hay barrenas portátiles impulsadas mecánicamente en diámetros que varían de 7.5 cm a 30.5 cm. Estas se usan con frecuencia para hacer penetraciones mas profundas en suelos que tengan suficiente cohesión que evite que se derrumben las paredes al extraer el material.

Si las paredes del sondeo no se sostienen solas, puede evitarse el derrumbamiento utilizando el tubo llamado "ademe". El ademe se hinca a una corta distancia en el terreno y se limpia con la barrena. Este rara vez se utiliza con las barrenas de mano, y su uso es incomodo en las barrenas de propulsión mecánica, debido a que la barrena debe sacarse mientras se hinca el ademe. Por lo tanto las barrenas no se usan comunmente en materiales que requieran soporte lateral. Una excepcion es la barrena de vástago hueco que funciona con su propio ademe.

A lo largo del Periférico se realizaron diversos sondeos en nodos considerados importantes como lo es Canal de Garay y Av. Tlahuac, en este punto se realizo una perforación con barrena

rotatoria y el procedimiento fue el siguiente:

Este tipo de perforación es conveniente usarlo en roca o arcilla y aun en arena, es el método mas rápido para penetrar en materiales muy resistentes a menos que el deposito este muy suelto o fisurado. Una broca gira rápidamente, corta o muele el material en el fondo del sondeo hasta reducirlo en pequeñas partículas, las partículas las saca el agua en circulación o el líquido de perforación que se use, de manera semejante a la de los sondeos por lavado. Para obtener una muestra, se quita la broca y se reemplaza por un muestreador. En este tipo de exploración el ademe es casi innecesario, excepto cerca de la superficie del terreno. El colapso de la perforación se evita normalmente, empleando líquido que consiste en una papilla de arcilla y agua a la cual se añade frecuentemente bentonita. Esta recubre y soporta las paredes del barreno y tapa los estratos permeables, los diámetros de los sondeos hechos con este tipo de maquinaria varían entre 5 y 20 cm.

La clase de muestra que deba obtenerse de un sondeo de exploración depende del objeto para que se hace esta. Las muestras obtenidas con las barrenas pueden usarse para identificar los estratos de suelo y para algunas pruebas de clasificación, aunque el estado físico del material este completamente alterado por el proceso de muestreo. Los fragmentos que se extraen con lavados son de poco valor ya que solo indican los cambios de estratificación al perforista. El material que arrastra el lodo de perforación esta contaminado y usualmente ni siquiera sirve para la identificación de suelos. En general los sondeos pueden dar características mineralógicas generales, como pueden ser la presencia de mica o de Carbonato de Calcio. De igual manera los fragmentos de suelo o roca obtenidos como producto secundario del proceso de perforación o barrenación, rara vez son útiles para determinar o aun indicar las características físicas importantes para el diseño de la cimentación.

Para esto es necesario obtener muestras representativas, que contengan todos sus componentes en proporciones exactas, estas muestras son adecuadas tanto para la clasificación visual como para la ejecución de análisis mecánicos, obtener plasticidad, y peso especifico relativo de los sólidos, proporción de materia orgánica

etc., sin embargo las propiedades mecánicas del suelo pueden alterarse mucho por el muestreo. Si se altera esta muestra no sirve para la determinación de las características esfuerzo-deformación o la compacidad relativa de los materiales. Si se quieren obtener estas características deben obtenerse muestras inalteradas, es decir, que sufran una alteración insignificante.

Para muestras inalteradas se usan tubos de pared delgada, por experiencia se ha encontrado que la mayor parte de los suelos blandos o moderadamente firmes cohesivos pueden muestrearse sin alteración excesiva con tubos de pared delgada sin costura, de acero con un diámetro no menor de 5 cm. y una relación de áreas de aproximadamente 10%.

Se usan comunmente tubos de 5 o 7.5 cm. de diámetro en tramos de 60 a 90 cm.

Para usar el muestreador de tubo, se encaja a presión en el terreno y se saca con la muestra adentro. Se tapan los dos extremos del tubo y se envía la muestra al laboratorio.

En el laboratorio se extrae la muestra alterándola lo menor posible, en algunos casos, la alteración se reduce cortando el tubo en tramos pequeños de aproximadamente 15 cm.

Además de los métodos anteriormente mencionados dentro del proceso de muestreo se utilizaron técnicas manuales como lo son Pozos a Cielo Abierto, mediante los cuales es posible obtener muestras prácticamente inalteradas, además de ser relativamente sencillo este tipo de muestreo, su costo es muy bajo por tal motivo en el presente proyecto, esta técnica se ejecuto en toda la longitud obteniendo muestras a cada 500 m.

Estas pruebas inalteradas de Pozos a Cielo Abierto (PCA), sirvieron además para obtener y efectuar los siguientes ensayos:

- Contracción Lineal.
- Peso Volumétrico Seco en Condición Natural.
- Valor Relativo de Soporte en Condición Natural.

En la actualidad se han creado métodos para investigar la consistencia de los depósitos cohesivos o la compacidad relativa de los granulares sin la necesidad de hacer sondeos o extraer muestras.

La mayoría de estos procedimientos se basa en la medida de la

resistencia que ofrece el suelo al avance de un aparato llamado penetrómetro. Si el penetrómetro se empuja uniformemente, el procedimiento se llama de penetración estática. Si se encaja a base de golpes se le llama prueba de penetración dinámica. Como regla general son preferibles las pruebas estáticas en los depósitos cohesivos blandos y las dinámicas en los muy duros.

El penetrómetro mas comunmente usado es el estandard de tubo partido y la prueba mas difundida la de penetración estandard. Esta se realiza dejando caer un martillo que pesa 63.5 kg desde una altura de 76 cm. El número de golpes (N) necesarios para producir una penetración de 30 cm se considera la resistencia a la penetración. Para considerar la falta de apoyo, los golpes de los primeros 15 cm no se consideran, los que se toman en cuenta son los necesarios para producir la penetración de los 15 a los 45 cm que son los que constituyen el valor de N.

Los resultados de la prueba de penetración estandard pueden correlacionarse como se muestran en la tabla IV.1.

Tala IV.1. Correlación entre la resistencia a la Penetración estandard y Propiedades de los suelos. (Ref.4)

Arenas (Bastante segura)		Arcillas (Relativamente segura)	
Número de golpes por 30 cm, N	Compacidad Relativa	Número de golpes por 30 cm, N	Consistencia
0-4	Muy suelta	Menos de 2	Muy blanda
4-10	Suelta	2-4	Blanda
10-30	Media	4-8	Media
30-50	Compacta	15-30	Firme
mas de 50	Muy compacta	Mas de 30	Dura

La Correlación para las arcillas puede considerarse como una aproximación tosca, pero, para las arenas, con frecuencia es lo suficientemente segura.

Con las muestras alteradas obtenidas mediante la prueba de penetración estandard se realizaron pruebas de laboratorio como:

- Contenido natural de agua.
- Límites de consistencia.
- Análisis granulométrico por mallas.
- Densidad de sólidos.

Este procedimiento es entre todos los exploratorios preliminares, quizá el que rinde mejores resultados en la práctica y proporciona más útil información entorno al subsuelo.

Penetrómetro de Cono. (Cono Holandés).

El penetrómetro estático de mayor uso es el cono Holandés. En su forma más sencilla el aparato consiste en un cono de 60g que tiene un área en la base de 10 cm², unida en el extremo de una varilla protegida por un ademe. El cono se empuja con la varilla a razón de 2 cm/seg, la resistencia al cono, es la fuerza necesaria para que el cono avance dividida por el área de la base. En este equipo la resistencia en la punta y la fricción en el exterior puede medirse separadamente.

En lugares donde el cono Holandés ha adquirido mucha experiencia, los valores de resistencia a la penetración se han relacionado con valores como el ángulo de resistencia al corte de la arena (f) o con la consistencia de las arcillas.

Pruebas de Carga.

Algunas veces las características de esfuerzo-deformación de los suelos y de las rocas blandas se investigan mediante pruebas de placa en el campo. Se pone una placa de apoyo cuadrada o circular en el material donde se quiera obtener la deformación, se aplica la carga vertical por incrementos, y se observa el asentamiento. Después de cada aplicación de carga. Los resultados obtenidos se dibujan en una gráfica esfuerzo-deformación como se muestra a continuación.

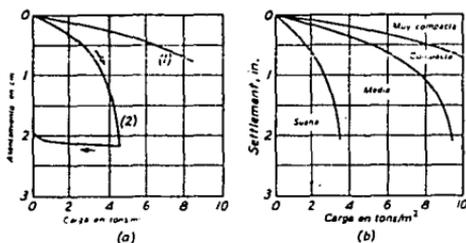


Diagrama de asentamiento para arena limpia y compacta en un punto (1) en el fondo de un hoyo de 12" arena de compactación en el fondo de un hoyo de 15" (2). Diagrama para estimar la compactación relativa de arena seca, tomada como base los resultados de una prueba estándar de carga sobre una placa de apoyo de 30 cm de lado.

Las pruebas de placa pueden representar un método conveniente para determinar la compactación relativa de los depósitos de arena, especialmente para la calibración de los resultados de las pruebas de penetración.

Además de los métodos de exploración enumerados anteriormente dentro del estudio de mecánica de suelos se instalaron estaciones piezométricas para la obtención de los niveles de aguas freáticas, en

los depósitos de materiales granulares permeables puede obtenerse el nivel de aguas freáticas por medio de sondeos, 24 horas posteriores a su terminación. Sin embargo en suelos finos la permeabilidad es tan baja que la posición del nivel de aguas se obtiene instalando piezómetros, estos piezómetros ayudan a obtener la presión de poro.

Se ejecutaron métodos geofísicos que sirvieron para obtener fronteras entre los diferentes elementos del subsuelo. Este procedimiento se basa en las diferencias gravimétricas, magnéticas, eléctricas, radiactivas o elásticas de los diferentes elementos del subsuelo.

Los sondeos de cono eléctrico se realizaron en los cruces importantes de Periférico como son:

- Canal Nacional.
- Canal de Chalco.
- Av. Tlahuac.
- Av. Ermita Iztapalapa.
- Av. Luis Méndez.
- Marcelino Buendía.
- Canal de Tezontle.
- Calz. Ignacio Zaragoza.

Cabe mencionar que en los cruceros anteriores se pretende construir distribuidores vehiculares importantes.

Finalmente una información que fue útil para el programa de exploración son los mapas e informes geológicos que constituyen un informe de datos, los cuales provienen de investigaciones anteriores de los materiales de la zona en cuestión. Este tipo de información es muy útil para trabajos preliminares.

Pruebas de placa en la estructura de pavimento.



Equipo de medición utilizado en la prueba de placa (manómetro).

4.2. Interacción Suelo-Estructura.

La estructuración del diseño de un pavimento en una obra vial en términos generales es el resultado de un análisis detallado del estudio de mecánica de suelos, en el cual intervienen de manera importante los resultados obtenidos a partir de las pruebas de laboratorio.

Es así como definitivamente se establece una correlación entre el suelo y la estructura, en la que la estructura del pavimento servirá de transición entre los vehículos y el subsuelo.

Con los resultados obtenidos en la aplicación de los programas de exploración se obtienen perfiles estratigráficos del terreno, y características del subsuelo, estas posteriormente son utilizadas para la obtención de las propiedades índice y mecánicas, que son las que finalmente rigen el diseño de la vialidad.

Los pasos a seguir para el diseño de una cimentación se muestran en la tabla IV.2.

Tabla IV.2.

DISEÑO	Programas de Exploración.	Pruebas de campo.	Propiedades Índice.	-dispersión -resistencia en estado seco. -dilatancia. -plasticidad.
		Pruebas de laboratorio.	Propiedades mecánicas.	-resistencia al corte. -deformación

De lo anterior podemos decir que los factores que rigen el diseño de una cimentación son: a) Tipo de suelo.

b) Magnitud de las cargas que soportara.

c) Comportamiento de las estructuras para permitir deformaciones.

De las propiedades mecánicas es de donde se obtienen los parámetros de diseño para el pavimento, no obstante de que las

propiedades índice juegan un papel importante, las que rigen el diseño son las propiedades mecánicas.

En la tabla IV.3 y IV.4 se muestran los resultados obtenidos de la estratigrafía definida de los pozos a cielo abierto, así como los resultados de contenido natural de agua, límites de consistencia, granulometrías, densidad de sólidos, Contracción lineal, peso Volumétrico seco en Condición natural y valor relativo de soporte.

Tabla IV.3.

 GEOTECNIA E HIDRAULICA LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS		- Límite líquido (%) - Límite plástico (%) - Índice plástico (%) - Límite de fluencia (%) - Límite de contracción (%) - Límite de expansión (%) - Límite de absorción de agua (%) - Límite de absorción de vapor de agua (%) - Límite de absorción de vapor de agua en estado natural (%) - Límite de absorción de vapor de agua en estado natural (relativo) (%) - Límite de absorción de vapor de agua en estado natural (relativo) (relativo) (%) - Límite de absorción de vapor de agua en estado natural (relativo) (relativo) (relativo) (%)	- Límite líquido (%) - Límite plástico (%) - Índice plástico (%) - Límite de fluencia (%) - Límite de contracción (%) - Límite de expansión (%) - Límite de absorción de agua (%) - Límite de absorción de vapor de agua (%) - Límite de absorción de vapor de agua en estado natural (%) - Límite de absorción de vapor de agua en estado natural (relativo) (%) - Límite de absorción de vapor de agua en estado natural (relativo) (relativo) (%) - Límite de absorción de vapor de agua en estado natural (relativo) (relativo) (relativo) (%)	OBRA No. 011 LOCALIZACION: ALCANTARILLADO - PAVIMENTO TIPO DE SUELO: N.A.P.														
PROF.	DESCRIPCION DEL PROBLEMA	W _L	W _P	IP	U _L	U _C	U _E	U _A	U _V	U _N	U _R	U _{REL}						
0	...																	
0.3	...																	
1	...																	
2	...	95	2	97	26	6.4												
3	...																	
0.1	...																	
1	...																	
2	...	95	2	97	26	6.4												

En la gráfica IV.4 se muestra la ley de resistencia de los materiales, definida como la envolvente de los círculos de Mohr representativos de los estados de esfuerzo desviador máximo, obtenidos de las pruebas de compresión triaxial no consolidada - no drenada.

Gráfica IV.4.



GEOTECNIA E HIDRÁULICA
INGENIEROS CONSULTORES

CIRCULOS DE MOHR COMPRESION TRIAXIAL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PRUEBA	NO CONSOLIDADA NO DRENADA		CONSOLIDADA NO DRENADA		CONSOLIDADA DRENADA		CD	
	C _u %	w _L %	e ₁ %	w _L %	e ₁ %	w _L %	e ₁ %	w _L %
1	229.8				100	15.34	119	
2	237.7				150	16.92	121	
3	241.0				200	22.48	121	
4								
5								

OBRA No OMI-50H
LOCALIZACION CANAL NACIONAL, T. ANILLO
PERIFEREO
TIPO DE SONDEO MARTO SELECTIVO INS-LL
MUESTRA No 17 PROF. 47.0-47.8 m.
DESCRIPCION ANILLA 683 VERDEJO

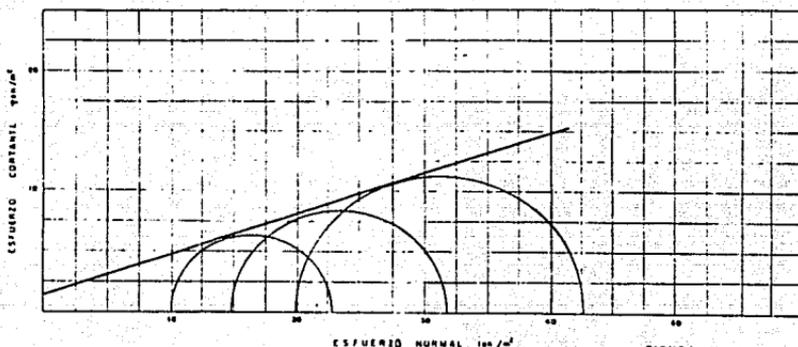
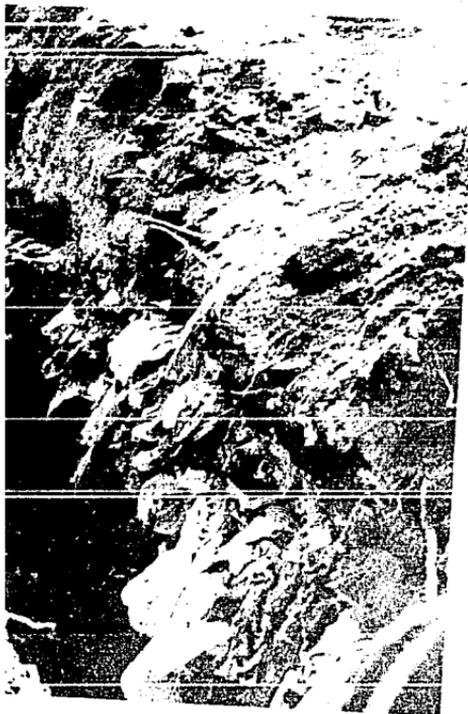


FIGURA No. 30



Material de relleno en estratos profundos.

Estrato compuesto por relleno sanitario.





Composición de los estratos
en el subsuelo de la zona.



Estratigrafía y aparición
del nivel de aguas freáticas.

Una vez que se obtienen las características más importantes del subsuelo, es necesario aplicar algún procedimiento de diseño que relacione el suelo con la nueva estructura de pavimento. En virtud de que no se ha llegado a desarrollar un método científico para el diseño de pavimentos flexibles, los métodos de diseño normalmente empleados son empíricos y están basados en gran parte en la observación cuidadosa de experiencias y fallas, complementados a su vez por las informaciones de pruebas realizadas en caminos y tramos experimentales en los que se usan diversas combinaciones de materiales y espesores de pavimento.

Algunos métodos dependen de pruebas físicas o clasificaciones de suelos que se relacionen con gráficas o fórmulas para determinar los espesores de las capas de pavimento, mas sin embargo no todos toman en cuenta las diferentes propiedades de los materiales que lo componen y como distribuyen las cargas.

La condición primordial que debe cumplir un pavimento bien diseñado es que las cargas inducidas por el tránsito, transmitidas de una capa a otras y a la subrasante, sean tales que produzcan durante la vida útil una deformación que se encuentre dentro de los límites aceptables.

A continuación se mencionan algunos métodos para el diseño de pavimentos:

- Método del índice de grupo.
- Método de la resistencia al esfuerzo cortante.
- Método del estabilómetro de Hveem.
- Método del valor relativo de soporte (C.B.R.).
- Método del Ing. Rodrigo Padrón Llaca (Porter Modificado).

Se describirán brevemente los pasos a seguir para la aplicación de los dos últimos métodos, siendo el que se aplica para la vialidad de Periférico este último.

Método del Valor Relativo de Soporte (C.B.R.).

Tuvo su origen en California y está basado en la capacidad de sustentación o Valor Relativo de Soporte del terreno o subrasante (determinado mediante una prueba de penetración), que se relaciona con el espesor necesario de la estructura de pavimento, mediante una serie de curvas de proyecto correspondientes a diferentes volúmenes de

tránsito.

Estas curvas de proyecto se basan solamente en la experiencia y por consiguiente pueden modificarse periódicamente. Existen algunas variantes en la aplicación del método, ya que algunos criterios dan curvas para obtener los espesores totales del pavimento, otros que determinan espesores de base y carpeta asfáltica, y otros más con los que se obtienen espesores de sub-base y base (Instituto del Asfalto Manual Serie MS-1).

Para desarrollar este método de diseño, será necesario seguir los siguientes pasos:

1.- Determinación del valor relativo de soporte del terreno natural o subrasante.

Las pruebas para la determinación del soporte del terreno se harán en el laboratorio, sobre muestras remoldeadas que presenten características de compactación y humedad muy aproximadas a las que se vayan a tener en la obra.

Normalmente los valores relativos de soporte del terreno o subrasante para el diseño se obtendrán sobre muestras que presenten una compactación del 90% de su Peso Volumétrico Seco Máximo (P.V.S.M.), que es el grado mínimo especificado para terracerías y una humedad igual a la óptima más el 3% para prevenir condiciones de pavimento mal drenados.

2.- De los valores relativos de soporte se saca un promedio y se multiplica por el 90%, o también se puede tomar el valor más desfavorable para estar del lado de la seguridad.

3.- Tipo e intensidad de tránsito.

Para la aplicación del valor relativo de soporte de California el tránsito se toma en cuenta de la siguiente forma.

Se tomarán en cuenta los vehículos de más de tres toneladas de peso y su intensidad diaria por carril en un solo sentido, una vez teniendo este dato, se entra a las gráficas de espesores de pavimento (sub-base más base), con el valor relativo de soporte obtenido en el paso número 2, además de la intensidad de tránsito se obtiene el espesor de pavimento de la gráfica del manual serie MS-1.

Al igual que todos los métodos el método del valor relativo de soporte presenta algunas fallas como son: No toma en cuenta las

variaciones de la tasa de crecimiento del tránsito.

La intensidad del tránsito, en el límite superior es abierto pasando de 3500 vehículos al día en un solo sentido.

A pesar de las observaciones anteriores, se hace notar que el método de diseño de pavimentos actualmente es de los más utilizados en Estados Unidos, Inglaterra y México en virtud de que periódicamente se han realizado modificaciones en las gráficas de diseño.

Finalmente describiremos en forma breve el método del Ing. Padrón Llaca.

Debido a las condiciones que presenta el subsuelo de la ciudad en la mayor parte de la zona Oriente, la empresa encargada de elaborar el proyecto decidió basar la mayor parte de su teoría en el método mexicano del Ing. Padrón (Porter Modificado), dicho análisis se presenta a manera de ejemplo en los siguientes párrafos.

Tramo de Cuemanco a Canal de Chalco.

1.- En primera instancia es necesario obtener el valor relativo de soporte, tanto del cuerpo del terraplén como el de la capa subrasante.

Este se obtiene de las pruebas de laboratorio de muestras remoldeadas, así se tiene:

V.R.S. para el cuerpo del terraplén :.....5%

V.R.S. para la capa de subrasante:.....10%

2.- De los datos obtenidos en los aforos vehiculares, tenemos que el volúmen de vehículos diarios que transitaron en los dos sentidos de circulación fueron los siguientes:

De Cuemanco al Toreo.....39740 veh/día

De Toreo a Cuemanco.....11255 veh/día

Haciendo un total de.....50995 veh/día

Es importante mencionar que estos datos son los reales en el momento de estar ejecutando el proyecto, por lo que será necesario hacer una proyección a futuro, por lo tanto este volumen se corregirá en pasos subsiguientes.

3.- A continuación se elige la cantidad de vehículos que circularan por el carril de diseño, siendo para este caso en particular el 40% del volumen de vehículos diarios.

$$(0.40) * (50995) = 20398 \text{ veh/día}$$

4.- Eligiendo un periodo de diseño de 10 años de acuerdo al estudio de factibilidad del capítulo 2, y una tasa de crecimiento anual de 7%, se procederá a obtener la proyección a futuro del tránsito diario promedio anual (T.D.P.A.).

En primera instancia se debe distribuir el volumen de vehículos según el tipo y por ende el peso y dimensiones de cada medio de transporte, para realizar esta distribución se utiliza la siguiente tabla:

TIPO DE VEHICULOS	DISTRIBUCION DEL TRANSITO (%)	DISTRIBUCION DEL TRANSITO (VEH)	COEFICIENTE DE EQUIVALENCIA.	EJES SEN-CILLOS EQUIV. A 8.2 TON.
Vehiculos hasta 16 ton.	85	17338	0.06	1040
autobuses	5	1020	2.10	2142
camiones (15 a 23 ton)	4	816	2.10	1713
tractor con semi-remolque (25 a 33 ton)	2	408	4.10	1673
camión con remolque (35 a 55 ton)	2	408	6.40	2611
tractor con semi-remolque (65 a 85 ton)	2	408	8.40	3427
totales	100	20396		12606

El factor de proyección a futuro esta dado por la siguiente expresión:

$$C = ((1+r)^n - 1) / r * 365$$

siendo:

C= Factor de proyección a futuro.

r= Tasa anual de crecimiento.

n= Periodo de diseño.

Así se tiene:

$$C = ((1+0.07)^{10} - 1) / 0.07 * 365 = 5043$$

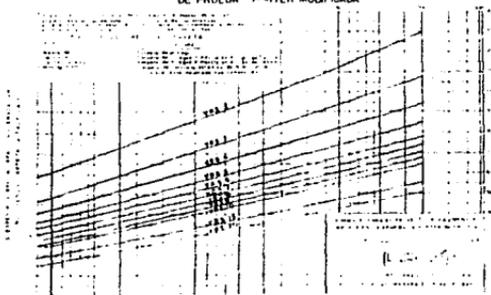
Por lo que la proyección a futuro de vehículos es la siguiente.

$$5043 * 12606 = 63572058$$

Se debe mencionar que el coeficiente de equivalencia es un factor utilizado por el ingeniero Olivera, con el cual se calcula el tránsito equivalente en ejes de 8.2 toneladas, utilizando factores de la A.A.S.H.O. (que prácticamente son los propuestos por la UNAM) esto es debido a los volúmenes tan grandes con los que se cuenta hoy en día. Con las gráficas propuestas por el Ing. Padrón se podrían calcular espesores para volúmenes muy pequeños, por lo que se hizo necesario actualizar estas gráficas utilizando el factor de equivalencia descrito.

Gráfica IV.5. Estructuración de una obra vial en base a V.R.S. obtenido de la prueba Porter modificada.

GRAFICA PARA LA ESTRUCTURACION DE UNA OBRA VIAL EN BASE A VRS OBTENIDO DE PRUEBA PORTER MODIFICADA



ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

6.- Con el resultado de esta Gráfica se obtiene el espesor total sobre la capa considerada (en este caso la subrasante y el cuerpo del terraplén) en cm, incluyendo la carpeta asfáltica. Es Así como se obtienen los siguientes resultados:

Cuerpo del terraplén:

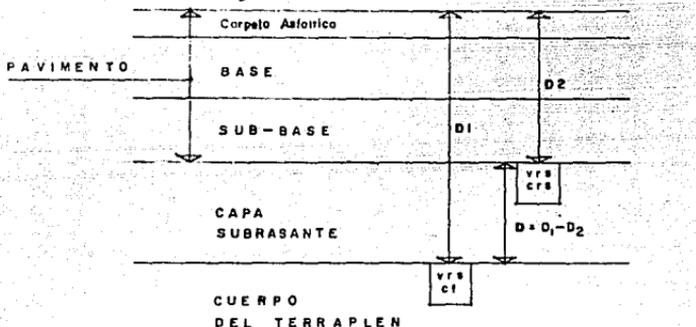
V.R.S.= 5%

suma de ejes acumulados de 8.2 ton= 63.572 millones

Capa subrasante:

V.R.S.=10%

suma de ejes acumulados de 8.2 ton= 63.572 millones



De donde se obtiene que: $D_1 = 76 \text{ cm aprox} = 80 \text{ cm}$
 $D_2 = 58 \text{ cm aprox} = 60 \text{ cm}$

Hasta el momento tenemos calculado con D_1 y D_2 los espesores de pavimento desde el cuerpo del terraplén y desde la capa subrasante respectivamente.

La capa subrasante tendrá entonces un espesor de $80 - 60 = 20 \text{ cm}$

Mas sin embargo debido a las características de esta capa, que puede tener hasta cinco funciones además de la estructural, es necesario que tenga un espesor de 30 cm como mínimo como lo especifican las normas del método.

7.- Para el calculo de la carpeta asfáltica se tendrá que analizar la cantidad de vehículos con peso mayor a las cinco toneladas, se supondrá entonces un porcentaje del 15% según datos de campo arrojándonos el siguiente resultado:

$$0.15 \times 50995 = 77649.25 \text{ aprox. } = 7650 \text{ veh/día.}$$

Con este dato y de la Gráfica IV.5 se obtiene el espesor de la carpeta asfáltica para mas de 3000 vehiculos por día, se recomienda que el espesor de esta se encuentre entre los 8 y 10 cm, tomaremos el mayor, quedando la carpeta asfáltica de 10 cm.

El espesor mínimo de la base según las recomendaciones del autor es de 15 cm, por lo tanto se tomara el valor de 15 cm.

Debido a que en los pavimentos se utilizan materiales estabilizados en forma química o con material asfáltico ya que tienen una mayor resistencia que los materiales naturales, que son los que utilizan en el método porter modificado (materiales naturales o grava), se usa entonces un factor de equivalencia que interviene para dar más capacidad al material, dichos coeficientes se muestran en la tabla IV.6.

Tabla IV.6 Factores de equivalencia.

Tipo de material.	Factor de equivalencia.
Carpeta de concreto asfáltico.	2.0
Base estabilizada con cemento.	1.8
Base estabilizada con cal.	1.5
Material natural.	1.0

8.- Con los factores obtenidos se plantea la siguiente igualdad.

$$D_2 = a_1 \cdot d_1 + a_2 \cdot d_2 + a_3 \cdot d_3$$

siendo:

D_2 = Espesor de grava necesaria en el pavimento.
 a_1, a_2, a_3 = Factores de equivalencia correspondientes a la carpeta, sub-base y base.

d_1, d_2, d_3 = Espesores reales de carpeta, base y sub-base.

Utilizando el mismo factor de conversión para la base y la sub-base, obtenemos sustituyendo en la igualdad.

$$D_2 = 2 \cdot 10 + 1.5 \cdot 15 + 1.5 \cdot B, \text{ como } D_2 = 60 \text{ cm}$$

$$60 = 20 + 22.5 + 1.5 \cdot B$$

$$\text{Despejando obtenemos } B = 11.67 \text{ cm aprox.} = 15 \text{ cm}$$

Para la sub-base.

$$D_1 = 2 \cdot 10 + 1.5 \cdot 15 + 1.5 \cdot SB$$

$$80 = 20 + 22.5 + 1.5 \cdot SB$$

$$\text{Despejando obtenemos } SB = 25 \text{ cm}$$

Por lo que los espesores finales son:

Carpeta asfáltica 10 cm

Base 15 cm

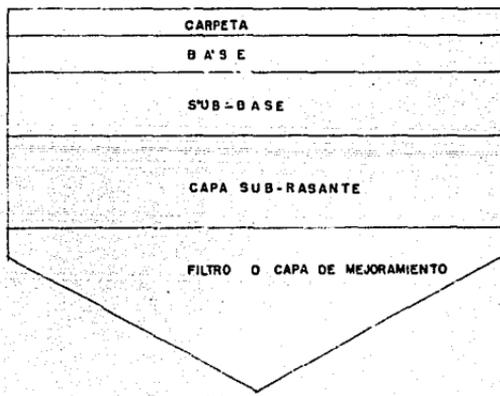
Sub-base 25 cm.

Subrasante 30 cm

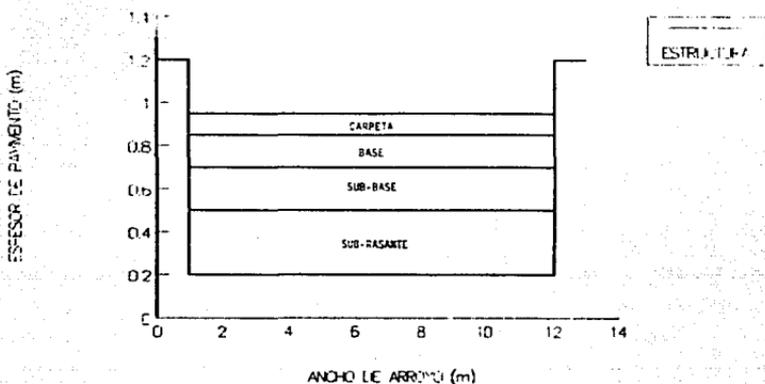
En los siguientes esquemas se presentan los diseños de pavimento, resultado de la interacción suelo-estructura a lo largo del Periférico Arco Oriente.

ESTRUCTURA DE PAVIMENTO

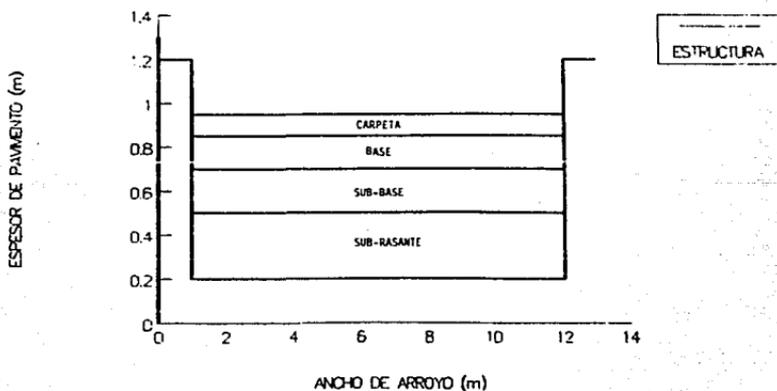
TRAMO CUEMANCO - CHALCO



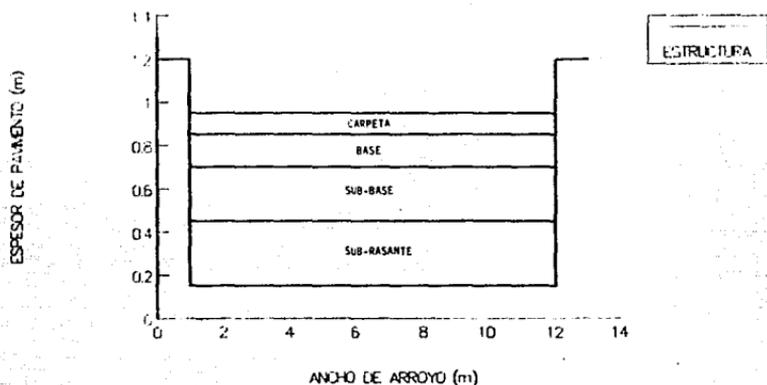
SUBTRAMO I. PERIFERICO ARCO ORIENTE. CHALCO - TLAHUAC.



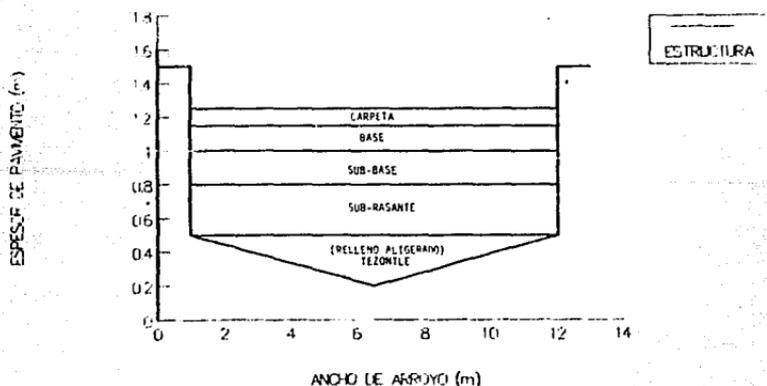
SUBTRAMO II. PERIFERICO ARCO ORIENTE. TLAHUAC - ERMITA



SUBTRAMO III. PERIFERICO ARCO ORIENTE. ERMITA-LMENEZ Y TEZONTLE-ZARAGOZA



SUBTRAMO IV. PERIFERICO ARCO ORIENTE. LMENEZ - MARCELINO BUENDIA



4.3. Selección de la alternativa de solución.

Finalmente se tienen varias alternativas de Solución, considerándose cada una de ellas como Solución Óptima en los aspectos más importantes para la elección de la misma, como lo es el aspecto económico y el aspecto funcional. Es Así como a todo lo largo del proyecto la estructura del pavimento varia considerablemente, debido a los diferentes tipos de suelo por los que cruza la vialidad.

En realidad del proceso llamado interacción Suelo-Estructura es de donde se obtiene la selección de una alternativa, por ejemplo para el primer tramo de Periférico que analizó tomando en cuenta de manera general la clasificación del suelo que contiene el reglamento de construcciones del D.D.F., y aplicando el método del Ingeniero Rodrigo Padrón Llaca o Porter modificado es como se obtiene la Solución de la estructura de pavimento, definiendo espesores de sub-base, base y carpeta asfáltica, según el procedimiento descrito en el subtema anterior. No se debe olvidar que este diseño funcionara de manera conjunta con lo que es el subsuelo, por lo que se deba tomar en cuenta la influencia que tenga la carga de los vehículos para obtener su comportamiento, es Así como nace la alternativa de Solución.

La Selección de las alternativas de solución dependen totalmente del ingeniero proyectista es así como la cantidad de conocimientos y la experiencia que tenga este llevaran a una buena Solución.

Por lo tanto podemos definir la Solución final de la siguiente manera:

A lo largo de todo el tramo el pavimento sera del tipo flexible y se desplantara sobre una capa de mejoramiento, que servirá de sustitución de los materiales de relleno o materiales que por diferentes causas pudieran influir en un comportamiento anómalo de los pavimentos. A su vez esta capa sustituirá a la subrasante.

Sobre la subrasante se construirán las capas de sub-base, base y carpeta asfáltica con los espesores y distribución obtenidos en el método porter modificado.

Previo a la construcción del pavimento deberá prepararse la superficie en que este se alojara. La preparación constara de excavación, escarificación y recompactación de toda el área que ocupe el pavimento.

En el subtramo comprendido entre Marcelino Buendía a Tezontle, las característica del pavimento existente son adecuadas para el trafico de proyecto, por lo que sera necesario únicamente rehabilitar las zonas dañadas (bacheo y reencarpete).

En lo que se refiere a los puentes vehiculares el análisis para obtener la Solución adecuada depende de otras consideraciones, sin embargo se utilizan los mismos estudios de exploración y muestreo para la Solución final.

Capítulo 5. Proceso constructivo de estructuras de pavimento.

En realidad el proceso de construcción de un pavimento puede resultar relativamente fácil, dependiendo del enfoque con el cual se observe, así es como constructivamente la estructura de pavimento de Periférico resulta de importancia debido a la magnitud de la obra vial que constituye, a los tipos de terrenos que cruza y a la aplicación de un geotextil para mejorar el valor relativo de soporte del suelo. Además este proceso se ve complementado con la construcción de dos puentes vehiculares, lo cual hace de esta obra una gran oportunidad para todos los interesados en conocer la amplia rama ingenieril que se puede aplicar en este tipo de construcciones.

5.1 Programa de obra.

En una obra de la magnitud del Periférico, debido a sus características, las decisiones que se tomen y el orden en que se realicen los trabajos son de vital importancia para ejecutar de manera adecuada la construcción. Se debe planear adecuadamente la obra mediante un programa, el cual se conoce como "Programa de Obra", este es elaborado por el contratista. En el se plasma la secuencia de actividades que llevará a cabo para la construcción en este caso de la vialidad, este programa debe ser presentado por el contratista una vez que se realiza el concurso de la obra, además el programa debe coincidir con las fechas de inicio y terminación de obra fijadas en el contrato. En el deben estar bien definidas las actividades y los tiempos de ejecución para cada actividad, a su vez el programa debe ser revisado detenidamente por la dependencia responsable de la obra (D.G.O.P.), así como la supervisión. Una vez que es aceptado y firmado por las tres partes es responsabilidad de todas ellas que se lleva a cabo de acuerdo a las actividades y tiempos que en el se establecen.

Para el caso de esta obra cabe mencionar que debido al orden con el que se planeo la construcción de los 14.2 km de vialidad, esta se dividió en cuatro tramos, marcando para cada tramo un programa de obra y una asignación de recursos monetarios, es decir se realizaron cuatro

concursos, esto con el objeto de que cada concurso y cada tramo tuviera sus recursos independientes.

A continuación se muestra de manera simplificada el programa de obra original para los tres tramos comprendidos entre Canal de Chalco e Ignacio Zaragoza.

PROGRAMA DE OBRAS DE OBRAS DE REPARACIONES, TIPO I. OBRAS DE OBRAS - BILBAO.												
CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
					1	2	3	4	5	6	7	8
100 1. LIMPIEZA, TENDIDO Y REVERCION.	1	M ²	241,15	17.479,709.00								
					17.479,709.00							
100 2. ESCANDES.	77.146,74	M ²	11,878,69	916.760,814.00								
					102,750,755,74	704,561,111,06	208,501,111,28	256,126,163,64				42.400,586,43
100 3. PAVIMENTOS.												
100 3.1. FILTRO	29.422,56	M ²	29,262,15	859.561,361.10								
					122,071,676,79	122,071,676,79		165,071,729,37				46.010,044,15
100 3.2. BARRERA	16.266,37	M ²	25,672,29	417.207,620.60								
					77,904,999,61	155,817,978,83		196,772,679,53				155,817,978,83
100 3.3. BARRERA	12.716,28	M ²	40,863,21	519.752,289,50								
								192,537,729,36			178,117,176,82	
100 3.4. CAPOTA	75.421,15	M ²	29,362,60	2.215.059,762.00								
								257,897,868,82			596,162,877,49	
100 4. BARRICADAS Y BARRERAS.	40.219,76	M ²	17,918,30	720.747,927,70								
					9,765,818,26	217,062,245,04		273,879,061,32				217,062,265,04
100 5. DEMOLICION.	2.465,28	M ²	120,216,63	296.407,045.00								
								202,754,767,49			421,475,959,62	
100 6. ALMOYADO PAVIMENTO.	6.820,96	M ²	125,536,06	856.089,704.00								
								294,581,908,92			275,566,15	
100 7. SERRALLANES.	1.200,00	M ²	177,777,76	213.333,312.00								
											156,666,666,50	
100 8. JARDINES.	16.752,00	M ²	22,000,00	368.664,000.00								
											123,671,750,00	
TOTALES.				17.252.644.557,90	122.890.614,74	671.117.813,06	1.775.789.879,35	2.474.199.553,66			2.261.544.702,09	

PRESUPUESTO DE GASTOS POR FONDO DE PENSIONES, FONDO 2, 01.040 - L. HONOLULU												
CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P.O.	IMPORTE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
					1	2	3	4	5	6	7	8
0101 1. LOWEY, TONZON Y ASOCIADOS	52,744.00	K2	426.17	36,756,441.00								
					36,756,441.00							
0101 2. ECONOMISTAS	67,645.70	K2	23,443.26	17,547,167,193.00								
					17,547,167,193.00							
0101 3. FUNDACIONES												
0101 3.1. FILTH	16,107.26	K2	23,361.14	543,311,744.00								
					543,311,744.00							
0101 3.2. SMO-SMO	15,291.06	K2	11,542.53	7,543,413,344.00								
					7,543,413,344.00							
0101 3.3. SMO	13,211.57	K2	56,231.12	646,675,072.00								
					646,675,072.00							
0101 3.4. COMPTON	119,111.76	K2	17,619.26	13,576,325,327.00								
					13,576,325,327.00							
0101 4. REQUISICIONES Y SERVICIOS	42,237.70	K2	29,273.04	1,833,211,176.00								
					1,833,211,176.00							
0101 5. SERVICIOS	9,250.11	K1	177,040.53	1,172,247,154.00								
					1,172,247,154.00							
0101 6. PLANIFICACION PUBLICA	5,437.13	F20	1421,178.12	645,136,167.00								
					645,136,167.00							
0101 7. SERVICIOS	9,100.00	F20	177,773.16	333,333,333.00								
					333,333,333.00							
0101 8. SERVICIOS	16,782.06	K2	22,048.16	216,363,711.00								
					216,363,711.00							
0101 9. OTRAS REQUISICIONES				66,416,295.00								
					66,416,295.00							
TOTALES				16,357,306,643.00	237,154,306.87	1,062,626,041.37	2,211,369,226.78	3,615,659,751.25	2,255,246,479.63			

Como se observa dentro del programa de obra se tienen que contemplar además de las actividades propias de la construcción las obras inducidas debido a que juegan un papel muy importante en el desarrollo del mismo. Así es como cualquier interferencia con el trazo de la vialidad como puede ser un colector, acueducto, o tubería de cualquier índole, hace que las holguras se reduzcan considerablemente ocasionando en la mayoría de las veces atrasos importantes a la obra.

El seguimiento del programa tiene que tener un cuidado especial tanto por la contratista como por la supervisión ya que en la medida en que se cumpla con este, las actividades llevarán una secuencia lógica beneficiando el desarrollo de la construcción.

5.2 Obras inducidas.

Una de las principales fuentes de atrasos en las obras públicas la constituyen las obras inducidas, representadas por las siguientes Instituciones principalmente: Petróleos Mexicanos (PEMEX), Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), Teléfonos de México (TELMEX), Compañía de Luz y Fuerza, Sistemas de Transportes Eléctricos y la Dirección General de Operación y Construcción Hidráulica (DGCORH).

Los intereses de cada una de estas instituciones se ven fundamentados en no deteriorar las actuales instalaciones que interfieren con el trazo de la vialidad, para lo cual con frecuencia cada una de estas instituciones se encarga de supervisar sus propias instalaciones durante la construcción de la obra.

Debido a esto para que exista comunicación entre instituciones, al inicio de la obra la empresa proyectista debe de entregar un juego completo de todas las posibles obras inducidas que intervengan con el trazo de la vialidad. De tal manera que en caso de que alguna de ellas tenga que sufrir alguna modificación como puede ser: reubicación, desviación, renivelación etc., se le notifique a la institución indicada para que realice estos trabajos.

Es importante hacer notar que cualquier trabajo de obra inducida que se realice por la construcción de la vialidad el monto monetario a que asciendan estos trabajos son cargados directamente a la Dirección General de Obras Públicas, por tal motivo es importante considerar dentro del presupuesto de obra así como dentro del programa los mismos.

Además de contar con los planos correspondientes es necesario ejecutar una serie de sondeos durante la construcción de la vialidad, ya que con frecuencia existen instalaciones municipales que no se tienen ubicadas en los planos y es por los vecinos que conocen la zona que uno se entera de que existen estas instalaciones.

Una vez que se han realizado los sondeos es necesario que se cuente con un registro de todas las instalaciones detectadas en campo, este registro se puede llevar a cabo de la siguiente manera:

REGISTRO DE OBRAS INDUCIDAS			
CROQUIS DE LOCALIZACION	DESCRIPCION Y UBICACION DE LA INSTALACION.	DEPENDENCIA A LA QUE PERTENECE.	PERSONAL AUTORIZADO DE LA DEPENDENCIA.
	TUBERIA DE AGUA POTABLE DE ASBESTO CEMENTO DE 16" DE DIAMETRO A 0.80 m DE PROFUNDIDAD. LOCALIZADA EN CAMPO POR TOPOGRAFIA.	SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS.	COMUNICARSE DIRECTAMENTE A LA DEPENDENCIA.
CANAL DE CHALCO Y PERIFERICO.			
	TUBERIA DE CONDUCCION DE GAS DE 12" DE DIAMETRO A 1.60 m DE PROFUNDIDAD LOCALIZADA EN CAMPO POR LA DEPENDENCIA (PEMEX).	PETROLEOS MEXICANOS.	COMUNICARSE DIRECTAMENTE A LA DEPENDENCIA (PEMEX).
AV. JUAREZ Y PERIFERICO.			

Un aspecto peculiar de esta obra es que además de este tipo de obras inducidas existen algunas otras interferencias que se pueden considerar como motivo de atraso para el desarrollo de la obra, estas son las afectaciones a predios particulares, de las que ya se habló como motivo de restricción para la implementación del proyecto en el capítulo 3.

5.3 Clasificación de los pavimentos.

Las cargas y velocidades de tránsito con las que circulan los automóviles en los pavimentos que conforman la red vial de la ciudad de México, han provocado que conforme al aumento y evolución del número de vehículos, capacidad de carga, y número de ejes se tenga también la necesidad de que los ingenieros amplíen sus conocimientos en cuanto a las técnicas de diseño y construcción de pavimentos.

De ahora en adelante se definirá como pavimento al conjunto de capas comprendidas entre la subrasante y la superficie de rodamiento de una obra vial y cuya finalidad es la de proporcionar una superficie de rodamiento uniforme, resistente al tránsito de vehículos, al intemperismo producido por los agentes naturales o cualquier otro agente perjudicial (**), logrando tener además la rugosidad necesaria para asegurar que los vehículos puedan desarrollar una mayor velocidad.

Actualmente se pueden distinguir dos tipos de pavimentos:

- a) Los pavimentos flexibles de concreto asfáltico.
 - b) Los pavimentos rígidos de concreto hidráulico.
- a) Pavimentos flexibles.

Están formados por una carpeta de concreto asfáltico apoyada generalmente sobre dos capas de material no rígidas llamadas base y sub-base, así mismo cuando las condiciones del terreno natural no son favorables se aloja en la actualidad una tercera capa de material llamada capa de mejoramiento que tiene sus funciones específicas, ya que incrementa la capacidad de carga del pavimento y mecánicamente hace de esta una estructura totalmente compensada mejorando además la interacción suelo-estructura.

- b) Pavimentos rígidos.

Este tipo de pavimentos, como su nombre lo indica, Están formados por una superficie de rodamiento que es rígida, compuesta de concreto hidráulico de resistencia variable entre los 200 y 350 kg/cm² a los 28 días.

En México la tradición y la economía juegan un papel importante en la elección del tipo de pavimento a utilizar, por tal motivo el

(**) Juárez Badillo y Rico Rodríguez, Mecánica de Suelos Tomo I.

concreto hidráulico es un material poco utilizado, a diferencia de los pavimentos flexibles que son mas comunmente empleados y que se reconocen como la solución mas adecuada en las obras viales.

5.3.1. Trazo y Nivelación.

Una vez que se tiene desarrollado en su totalidad el proyecto a nivel ejecutivo, la proyectista tiene la responsabilidad de materializar en campo los puntos que definen la geometría de la vialidad, como son los puntos obligados (P.O.) y los puntos de referencia del trazo de la vialidad. Estos puntos son de vital importancia ya que son el comienzo de la obra.

Una vez que se ha elegido a través de un concurso de Obra Pública a las empresas encargadas de la construcción, es necesario que la topografía de la empresa de proyecto entregue físicamente el trazo de la vialidad, tanto a la topografía de la constructora, como a la Dependencia encargada de llevarlo a cabo.

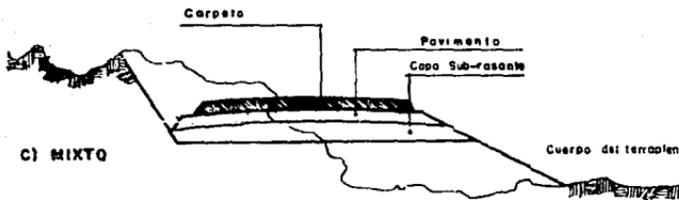
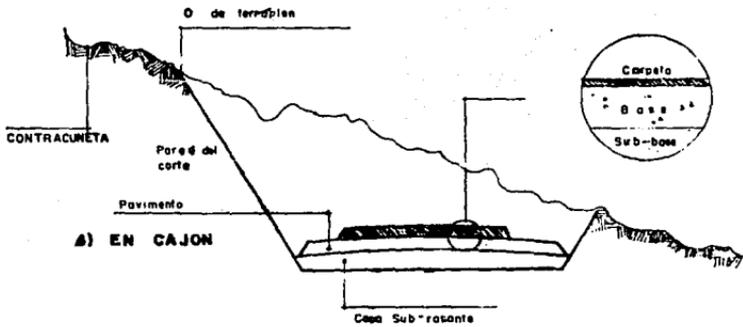
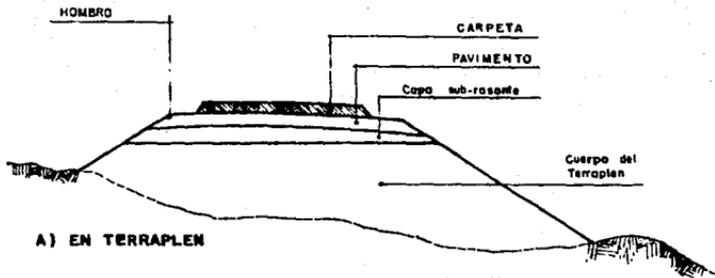
En lo que es la entrega del trazo se revisan cadenamientos, bancos de nivel (B.N.), P.O., P.I., P.T. etcétera, los cuales son los puntos fundamentales para posteriormente obtener secciones, perfiles, y todo lo necesario referente al trazo y nivelación de la zona de trabajo.

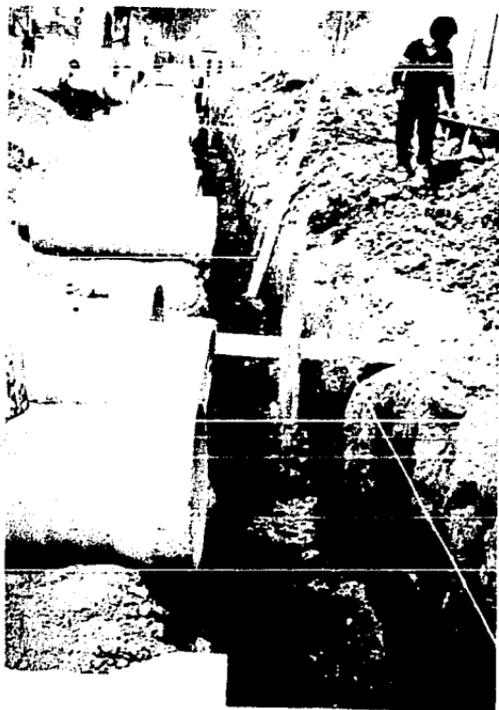
Mediante el trazo de la vialidad se pueden identificar las obras inducidas superficiales, tales como la postería de Telmex, Compañía de Luz, Sistemas de Transportes Eléctricos y otras, así como las obras inducidas subterráneas que se pueden detectar mediante una serie de sondeos enfocados a lo que es la vialidad.

A la par del trazo de la vialidad se lleva a cabo una nivelación por medio de secciones transversales, en las cuales se establecen los niveles de proyecto sobre el eje de la vialidad y sobre la guarnición tomando en cuenta el bombeo transversal.

En las secciones transversales se utilizan estacas, las cuales indican espesores de corte o relleno y los niveles de cada una de las capas de pavimento. Así mismo estas secciones son de gran utilidad en la obra ya que a partir de estas se pueden determinar fácilmente los volúmenes de obra, sirviendo además como guía a los operadores de la maquinaria para llevar a cabo los trabajos indicados en el proyecto.

Las secciones transversales típicas en vialidades pueden ser de tres tipos: 1) En terraplén, 2) En cajón y 3) En balcón o mixta.





Trazo y Nivelación
de zona de trabajo.

Cada una de estas secciones dependen básicamente del proyecto ya que según los niveles especificados se llevara a cabo una excavación en cajón, una excavación mixta o definitivamente un terraplén.

A lo largo de la construcción de Periférico Arco Oriente se pueden distinguir únicamente las primeras dos secciones transversales, ya que a lo largo de la vialidad se tienen puntos de nivel obligados que hacen imposible una estructura en terraplén.

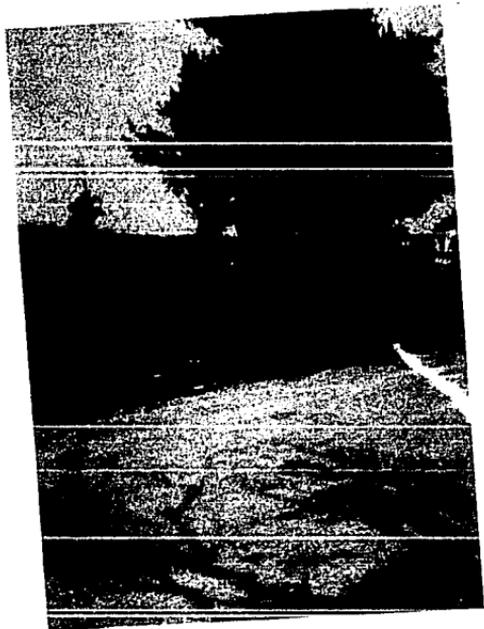
El concepto de trazo y nivelación debe de ocupar en el programa de obra una barra que abarque en tiempo desde el inicio hasta la culminación del mismo, ya que constantemente se tiene que estar verificando las secciones y nivelaciones de cada uno de los trabajos que se realizan dentro del proceso constructivo.

5.3.2. Excavación en caja.

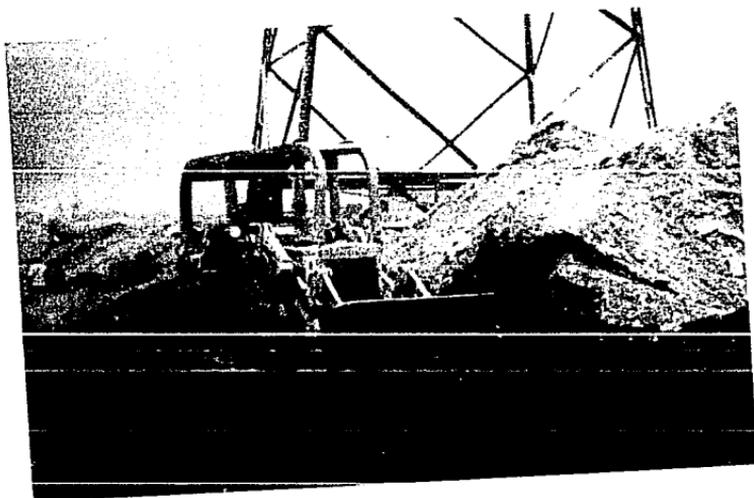
Una vez que se ha llevado a cabo el trazo y la nivelación es necesario mejorar el soporte relativo del terreno, a fin de aumentar su capacidad de carga. Para poder llevar a cabo este mejoramiento es necesario excavar el terreno natural a una profundidad tal que permita el alojamiento de las capas de pavimento que se van a introducir.

Debido a que los volúmenes por excavar en el tiempo dispuesto por el programa de obra son considerables, la empresa constructora tiene previsto en su precio unitario el movimiento de tierras con maquinaria pesada, para lo cual se han utilizado tractores D9, D6 y traxcabos D55-L.

Una vez excavado el terreno natural se llevan a cabo tres actividades importantes antes de comenzar a colocar las capas de nuestra estructura de pavimento, estas actividades son el escarificado a una profundidad de 15 cm, la conformación de toda el área excavada y la compactación del terreno natural al 85% de la prueba proctor estándar. El afine de la sección de pavimento resulta importante puesto que una vez realizadas estas actividades los niveles deben coincidir en su totalidad con los del proyecto.



Trazo en la vialidad de
Periférico.



Excavación en caja con maquinaria
pesada (traxcabo).

Maquinaria pesada para
excavación (tractor D6).



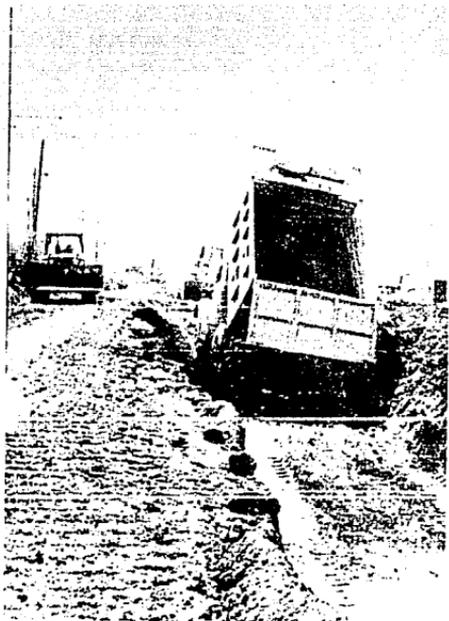
Excavación en caja con tractor D9.

5.3.3. Filtro o capa de mejoramiento.

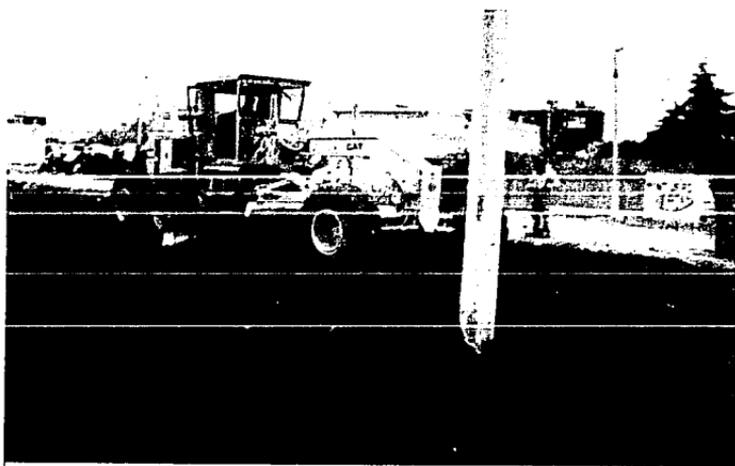
Posterior a la confinación de la caja, se colocara la capa de mejoramiento constituida por tezontle, esta deberá colocarse en espesores de 20cm como máximo hasta alcanzar el nivel de proyecto y con una densidad relativa de 75% (mínimo), el tamaño máximo del agregado es de 4", ya que así lo marca la especificación del Departamento del Distrito Federal. Superficialmente esta capa deberá tener un aspecto cerrado y uniforme que se lograra utilizando el equipo adecuado de conformación y compactación, ademas se evaluara la incrustación del filtro en el terreno natural, en caso de que esta sea muy abundante se evaluara el uso de una membrana geotextil tipo pavitex 350 o similar que se colocará entre el tezontle y el terreno natural así como entre el tezontle y la capa de subrasante (ya sea tepetate o grava controlada).

Hasta este nivel se constituye la subrasante del pavimento , cabe mencionarse que en la zona virgen del lago de Xochimilco la subrasante se formaba hasta la capa de tepetate, antes de colocarse la sub-base, por lo que no siempre la subrasante a todo lo largo de Periférico esta constituida por las mismas capas de materiales.

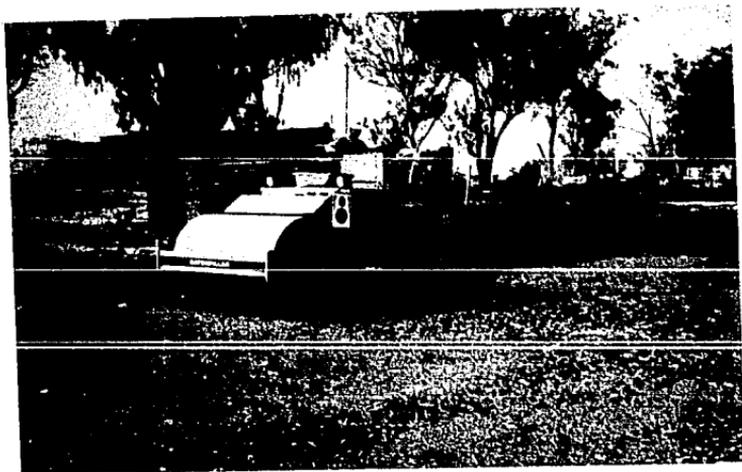
Estructural y mecánicamente esta capa juega un papel muy importante ya que en zonas donde el nivel freático se encuentra muy superficial el filtro rompe la capilaridad del agua y evita la lixiviación de los materiales que se encuentran por encima de el, además estructuralmente tiene la función de aligerar el pavimento para que este sea totalmente compensado evitando mayores espesores de sub-base, base y carpeta asfáltica. La cercanía de la obtención de este material resulto de mucha ayuda, ya que desde la ejecución del proyecto se tomo en cuenta este aspecto para reducir los costos en la construcción en el rango del suministro de este material.



Suministro de material de
mejoramiento (Tezontle).



Conformación del material de filtro.



Equipo de compactación en tan-dem. Rodillo liso.

5.3.4. Aplicación de la membrana geotextil.

En algunos casos como las especificaciones lo indican, el colocar una membrana geotextil (pavitex 350) entre la capa de mejoramiento y la subrasante así como la sub-base, hace posible que la distribución de cargas sea mas uniforme aumentando el valor relativo de soporte del suelo, ademas de ayudar a que los materiales finos no se mezclen con el filtro evitando la perdida importante de este material y por consiguiente dando mayor vida útil a el pavimento.

En México, aunque todavía este tipo de técnicas de construcción se encuentra muy atrasado, la vialidad de Zaragoza y la de Periférico Arco Oriente son las únicas dos estructuras de pavimento que han utilizado este tipo de membrana para soportar mejor las cargas. En seguida se trata de describir las características principales de esta membrana así como la forma correcta de utilizarse en los caminos.

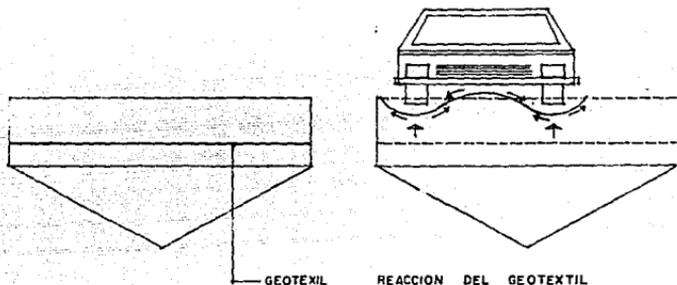
El geotextil llamado Pavitex 350 es un producto textil permeable, no biodegradable, 100% poliéster que sustituye en su totalidad y con mucha ventaja a los filtros pétreos, por sus características de continuidad (no se disgrega al colocarse como los filtros comunes de arena y grava), flexibilidad y resistencia en su plano. Durante su fabricación son impartidas sus características filtrantes al colocarse miles de fibras en forma irregular entrelazadas por un efecto de punzonamiento con agujas. Geotécnicamente el mecanismo de aplicación de Pavitex 350 es definido por una interacción entre el suelo que se desea proteger y el geotextil, la alta permeabilidad de este material permite la liberación de presiones hidrostáticas.

Pavitex 350 posee una relativa facilidad de movimiento lo cual permite al geotextil adaptarse y conformarse a superficies irregulares sin romperse teniendo una muy alta capacidad de elongación que le permite mantener su integridad, ante la imposición de sollicitaciones mecánicas en forma de tensiones y alargamientos.

Dentro de las aplicaciones, este material se puede combinar con todo tipo de estructuras construidas para evitar la erosión de suelos, como son los enrocamientos, placas de concreto precoladas, gaviones rectangulares y de colchoneta, y otro tipo de estructuras marítimas y fluviales. También se puede emplear para proteger taludes y cortes, protecciones marginales, conos de derrame en puentes, rellenos

hidráulicos, muros de contención, etc.

Una de las características principales de este geotextil es la capacidad de poder deformarse, siendo esto de gran ayuda para las vialidades, debido a que aumenta considerablemente la capacidad de carga, como se muestra en el siguiente esquema:



Así al tratar de deformarse el geotextil la reacción del pavimento se descompone en dos sentidos (en el plano), formándose a parte del soporte vertical del pavimento un soporte tangencial (característica de la membrana) que hace que la capacidad de carga aumente significativamente.

El procedimiento de colocación de este geotextil resulta poco complicado, atendiendo a las siguientes indicaciones:

1.- Para dar continuidad al geotextil se dejará un traslape de 0.20 m mínimo, fijando el geotextil con montones de tepetate a cada 3.0 m. Como alternativa se podran eliminar estos traslapes uniendo los rollos con costura doble y con hilo de polipropileno de 1,050 denier o poliester 12/4.

2.- Se colocara el tepetate en una sola capa de 0.30 m tendido con tractor para proteger el geotextil de posibles perforaciones. Los camiones de volteo deberán depositar al tepetate precisamente en los traslapes, para de esa manera fijarlos y evitar su desplazamiento o que el tepetate penetre por debajo del traslape. El tendido y bandeo deberá efectuarse con cuidado de manera tal que nunca exista contacto directo entre las orugas del tractor y la membrana geotextil.

Además del Pavitex 350 se colocará en la losa de aproximación de los puentes vehiculares un geotextil llamado Typar cuya característica principal es la de tener una fuerte resistencia a las deformaciones, por lo que resulta de gran ayuda para tensar la losa de aproximación a los cajones de cimentación.

5.3.5. Formación de la subrasante y de la sub-base.

En caso de que la sección de pavimento así lo requiera, se colocará una capa de tepetate del espesor indicado según el proyecto, esta no deberá tenderse en capas mayores de 15 cm y compactadas al 95% (mínimo) de la prueba proctor estándar, con un valor relativo mínimo de soporte del 15% y una expansión máxima de 5%.

Al comenzar la colocación de este material deben estar puestas todas las preparaciones proyectadas, tales como: Drenaje, cruce de acometidas, ductos para semáforos, pendientes de proyecto, etc.

Una vez formada la subrasante se formará la capa de sub-base que debe cumplir con los espesores marcados en la estructura de pavimento de la zona correspondiente, esta sera formada en capas cuyo espesor máximo sera de 15cm debiendo compactar la primera capa con neumático, con la finalidad de que la compactación sea uniforme, dado que este permite obtener estos resultados. El grado de compactación de esta capa sera de 95% con respecto a la prueba proctor modificada, la granulometría deberá quedar en la zona 2 de la gráfica (V.1.) con un valor relativo de soporte de 50% mínimo, equivalente de arena de 20% (mínimo) y valor cementante de 3kg/cm², además la fracción que pase la malla No 40 deberá cumplir con un límite líquido de 30% (máximo), con un índice plástico del 6% y una contracción lineal de 3.5% máximo. No se debe olvidar que las especificaciones de pavimento exigen que el nivel de piso de la sub-base no deberá variar en mas de 1.0 cm con

respecto a los niveles de proyecto.



Tendido y conformación
de material de sub-base.

Compactación de la estructura de
pavimento a nivel de sub-base.





Estabilización del material
al de sub-base con cal.

Movimiento y conformación
para estabilizar el mate-
rial de sub-base.



5.3.6. Formación de la base y de la carpeta asfáltica.

La base de grava controlada y cementada se formará en capas no mayores de 15 cm, la compactación sera al 100 % de la prueba proctor modificada con la granulometría preferente en la zona 2 de la gráfica (V.3.1) tamaño máximo del agregado de 1 1/2 " con un contenido de finos no mayor al 25%, un valor relativo de soporte del 100%, un equivalente de arena de 50 % y un valor cementante de 3 kg/cm2 mínimo.

La variación de esta capa será cuando mucho de 1.0 cm según lo marcan las especificaciones.

Una vez alcanzado el grado de compactación de la base, se deberá dejar secar la superficie de esta durante varios días, se barrera y se dejará la superficie libre de polvo y partículas sueltas, es entonces cuando se aplicará el riego de impregnación a base de producto asfáltico tipo FM-1 en una proporción de 1.5 lt/m², con una penetración de 3 mm. mínimo y una absorción total de 24 horas máximo. De preferencia esta actividad deberá realizarse en las horas más calurosas del día, retirándose las partes en donde haya quedado exceso de asfalto, una vez realizada esta actividad se cerrará al tráfico durante 48 horas mínimo para asegurar la penetración del riego y la solvencia de algunas emulsiones asfálticas.

Quando se han realizado las anteriores actividades se procederá a la colocación del riego de liga con producto asfáltico tipo FR-3 y a razón de 0.7 lt/m². Antes de colocar sobre este riego la carpeta asfáltica se procede a realizar la actividad llamada manto en la cual una capa muy delgada de asfalto es extendida manualmente y cuya función es la de evitar que la maquinaria y los camiones cargados con asfalto desprendan el riego además de evitar que patinen estos.

Transcurridos treinta minutos de la aplicación del riego de liga se colocará la carpeta asfáltica cuyos espesores están marcados en las secciones de pavimento (10 cm), la compactación Marshall de esta será al 100% (mínimo 95%), la temperatura de colocación deberá ser de 120 grados centígrados mínimo y la de carpeta terminada de 70 grados centígrados mínimo, compactandola al 90%. Esta carpeta se colocará en una sola capa y las características del material pétreo, cemento asfáltico y mezcla asfáltica deberán cumplir con las siguientes especificaciones:

1. Material triturado cuya curva granulométrica se ubique en la zona 1.
 2. Contracción lineal----- 2% (máximo)
 3. Desgaste-----40% (máximo)
 4. Partículas de forma alargada----- 5% (máximo)
 5. Equivalente de arena-----55% (mínimo)
 6. Cemento asfáltico-----No. 6
 7. Desprendimiento por fricción-----25% (máximo)
 8. Cubrimiento con asfalto-----90% (mínimo)
 9. Pérdida por estabilidad por inmersión al agua---25% (máximo)
- Además la mezcla asfáltica deberá cumplir con los siguientes

requisitos:

1. Estabilidad-----700 kg (mínimo)
2. Flujo-----2-4.5 mm
3. Porcentaje de vacíos (VAM)-----13% (mínimo)
(En el agregado con respecto al volumen de la mezcla)

Para el cemento asfáltico las pruebas son las siguientes:

1. Penetración-----100 g, 5 seg
25 C, 90-100 °C
2. Viscosidad SAYLBOLT-FUROL-----135 C, 85 seg.
3. Punto de inflamación-----copa abierta
de 232 °C min.
Cleveland
4. Punto de reblandecimiento-----45-52 °C
5. Ductibilidad-----25-100cm (min)
6. Solubilidad en tetracloruro de carbono-----99.5% (min)

Cuando la carpeta asfáltica presente una permeabilidad mayor al 10% se aplicará un riego de sello a base de una lechada de cemento en proporción de 0.75 kg/m² o 1.0 lt/m².

En seguida se muestra la secuencia por medio de fotografías del proceso para la Formación de la base y de la carpeta asfáltica.

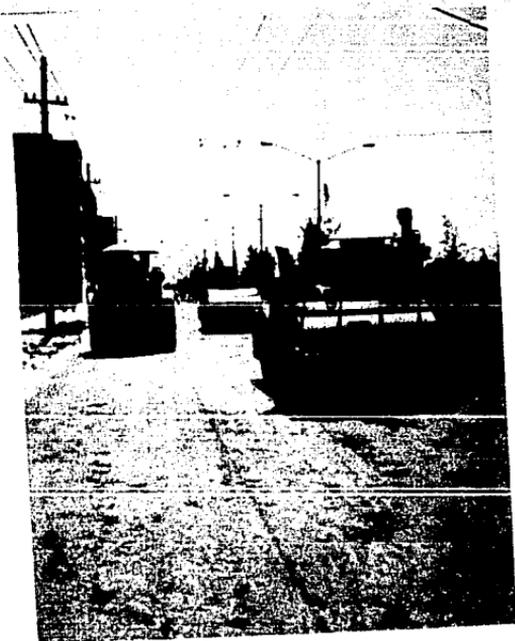
Tendido y conformación de
la grava cementada y con-
trolada.



Suministro de agua a la
terracería antes de efec-
tuar la compactación.



Equipo de compactación en
base hidráulica. Rodillos
en tan-dem y en triciclo.



Prueba de compactación a nivel de base.

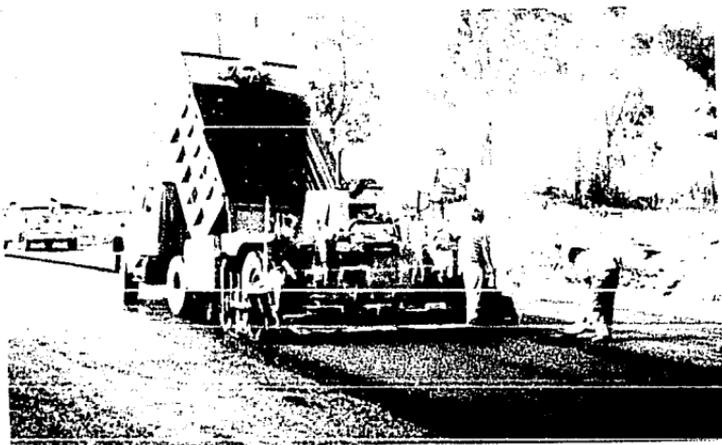
Aplicación del riego de im-
pregnación con petrolizadora .

Exposición a la intemperie
del riego de impregnación
(tiempo mínimo 48 hr).





Aplicación del riego de liga sobre la base impregnada.



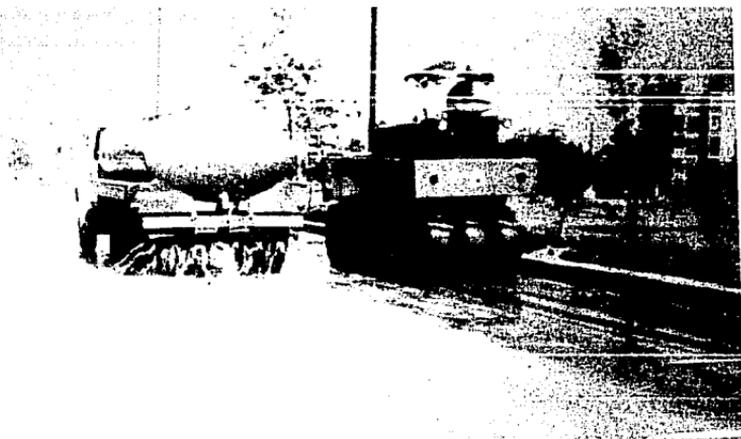
Tendido de carpeta asfáltica con el equipo apropiado (Finisher sobre neumáticos).

Compactación de la carpe-
ta asfáltica con rodillo
liso.



Colocación de cemento para
la aplicación del sello.





Aplicación de agua para el sello con cemento y compactación de la carpeta asfáltica con neumático liso.



Carpeta asfáltica después de la aplicación del sello con cemento.

Capítulo 6. Proceso constructivo de estructuras de concreto en vialidades.

En las grandes obras viales que se realizan en la ciudad de México es necesario construir estructuras especiales que tienen el objetivo fundamental de dar continuidad al parque vehicular.

Una de las estructuras especiales mas utilizadas en las vialidades son los puentes vehiculares, con los cuales la movilidad del tránsito en las intersecciones importantes se hace mas fluida contribuyendo de manera importante a reducir los tiempos de espera, ahorrar combustible y en la actualidad a producir menos contaminantes.

Además de evitar el uso de semáforos que en determinado momento se vuelven un obstáculo y complican la fluidez de la circulación.

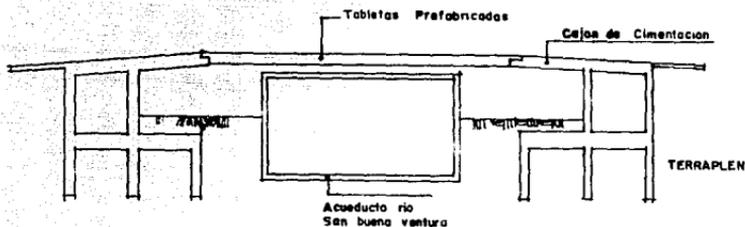
6.1. Construcción de Puentes.

La necesidad de construir dos puentes vehiculares en la primera etapa de la vialidad de Periférico se ve asediada en primera instancia para cruzar el río San Buenaventura y el Canal de Chalco. Sin embargo, debido al desarrollo que se esta dando en toda esta zona con la Construcción del parque ecológico de Xochimilco, la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (D.G.C.O.H.) decide encauzar este río en un acueducto.

Es así como se requiere de construir dos puentes vehiculares para mantener independiente a la vialidad del acueducto.

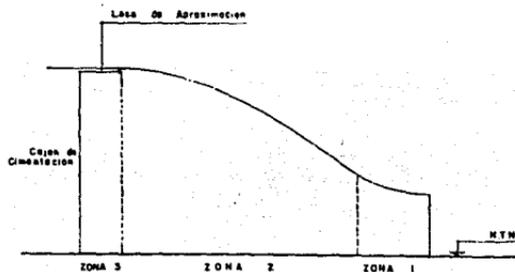
Desde el inicio la Construcción del puente comienza en dos frentes simultáneos de trabajo, con lo cual se pretende reducir el tiempo en el programa de obra. Se distinguen entonces tres partes importantes en la Construcción de estos puentes, la primera de ellas es la llamada rampa de accesos, la segunda parte la constituyen los cajones de cimentación y la tercera las tabletas prefabricadas junto con el firme de compresión.

Esquemáticamente la importancia de estas tres partes se muestran en la figura VI.1.



A su vez la rampa de acceso se ha dividido en tres zonas importantes como se muestra en la figura VI.2.

Figura VI.2. Zonas componentes de la rampa de acceso.



La zona uno es la llamada zona de transición y comprende el tramo de la rampa a partir del cual la rasante de proyecto va de 0.80 a 1.50 metros sobre el nivel de terreno natural.

La zona dos comprende el tramo donde la rasante de proyecto es mayor a 1.50 metros sobre el nivel de terreno natural, y la zona tres, llamada también zona de junta, es donde el terraplén se empalma con el estribo del puente.

Con la Construcción de estas tres partes se consigue el objetivo fundamental de librar el claro por donde pasara el rio San Buenaventura.



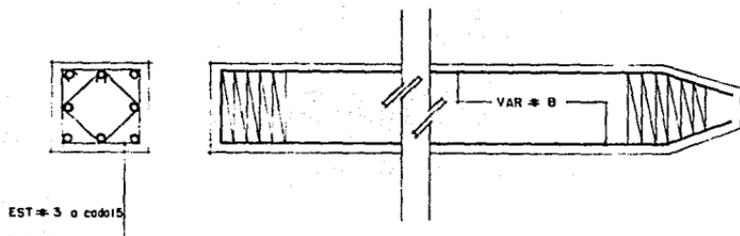
Muro de retención, cajón de cimentación y tabletas prefabricadas en el puente de Canal Nacional.

6.1.1. Construcción e hincado de Pilotes.

Como se estableció en el capítulo cuarto la capacidad de carga del suelo en esta zona es casi nula, por lo que se optó por la solución de una cimentación parcialmente compensada. Para lograr tal objetivo fue necesario que los cajones de cimentación se soportaran parcialmente con pilotes de fricción, estos últimos presentaban una sección cuadrada de cuarenta centímetros por lado y un armado de acero con estribos del número 3 a cada 15 centímetros y acero longitudinal de una pulgada tal y como se muestra en la figura VI.3.

Se debe mencionar que tanto en la punta como en la cabeza del pilote se presenta un armado especial adicional, ya que son las partes del pilote que estarán sometidas a mayores esfuerzos durante su hincado. Dicho armado se muestra en la figura VI.4.

Figura VI.4. Armado especial en pilotes.



Para la Construcción de los pilotes se realizaron dos pasos importantes que generalmente son utilizados en el proceso constructivo, estos son el armado y el colado de los pilotes.

En el armado se suministra y habilita todo el acero necesario, es así como la mayoría de los pilotes deben estar armados para cuando se inicie el colado, ya que el suministro de concreto debe realizarse en breve tiempo. Debe cuidarse la calidad del acero tomando muestras y probándolas en el laboratorio para verificar su resistencia. Este acero deberá colocarse en la posición que especifica el proyecto,

cuidando al máximo los recubrimientos, separaciones, longitudes y sobre todo el diámetro de las varillas.

Una vez concluido el armado se procede a colocar la cimbra que soportará el concreto. El colado se efectúa alternadamente con la finalidad de utilizar posteriormente a los mismos pilotes como cimbra. Estos deberán colarse en posición horizontal y monolíticamente de manera continua.

El control de calidad de estos elementos debe ser estricto por lo que se tomaran muestras alternadas para verificar la resistencia del concreto a los 7, 14 y 28 días. Las muestras se seleccionaran aleatoriamente con la finalidad de que sean representativas. El concreto deberá de vibrarse como cualquier estructura a fin de eliminar al máximo el aire contenido en el mismo.

Previo al hincado de pilotes se necesita llevar a cabo algunas actividades que son importantes para facilitar el proceso constructivo, dichas actividades son las siguientes:

Perforación previa.

En esta actividad se deberá ubicar con precisión la posición de cada uno de los pilotes, el proceso de fijación se lleva a cabo con estacas en campo, la ubicación no deberá de variar en mas de dos centímetros con respecto a la de proyecto.

Con la finalidad de facilitar de manera importante el hincado, se lleva a cabo una Perforación guía, hasta atravesar los estratos arenosos. Esta Perforación en el caso de los puentes de Canal Nacional se efectuó a una profundidad de 15 metros, mientras que en las alcantarillas de Canal de Chalco fue de 6 metros. La longitud de los pilotes es de 24 y 15 metros respectivamente.

Se debe mencionar que los pilotes de los puentes de Canal Nacional fueron construidos en dos partes de 12 metros, colocándoles una placa intermedia para unirlos en la junta formando un elemento.

La Perforación se realizó sin la extracción del material, por lo que únicamente se remoldeó el suelo mediante rotación con broca espiral o similar. El área de la Perforación previa hasta seis metros de profundidad no deberá exceder el 75% del área transversal del pilote. Esta Perforación se llevo a cabo de los pilotes centrales hacia los de la periferia por recomendaciones del proyectista.

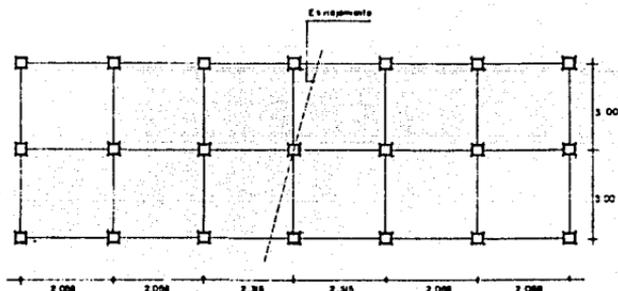
Hincado de pilotes.

Antes de realizar el hincado de los pilotes se revisa que estos estén completamente limpios, libres de agrietamientos y además se les coloca una marca a cada metro a fin de llevar el registro del número de golpes por metro a la hora del hincado. Una vez que los pilotes alcanzan el 75% de la resistencia del proyecto se puede realizar el manejo de estos mediante los ganchos de izaje, así el pilote se puede colocar verticalmente en la zona de la Perforación guía orientando las caras del mismo de manera que queden paralelas a las del cajón de cimentación.

Posteriormente se acopla la cabeza del pilote al gorro del martillo piloteador, colocando entre estos una cama de madera o similar. Es de gran importancia verificar durante el hincado la verticalidad del pilote mediante plomadas colocadas de forma perpendicular a las caras del pilote, ya que la desviación máxima admisible del pilote es del 2% del total de la longitud del mismo.

El peso del martillo piloteador no debe de exceder del 50% del peso del pilote, debiendo ser de baja velocidad de impacto. Si por algún motivo se llegará a dañar algún pilote este debe retirarse y sustituirse por otro que se encuentre en buen estado. Como una medida preventiva se debe decir que una vez iniciado el hincado este no debe suspenderse hasta alcanzar la profundidad de proyecto.

Se muestra a continuación la planta de hincado de pilotes en Canal Nacional:





Hincado de pilotes de fricción en el puente de
Canal de Chalco.



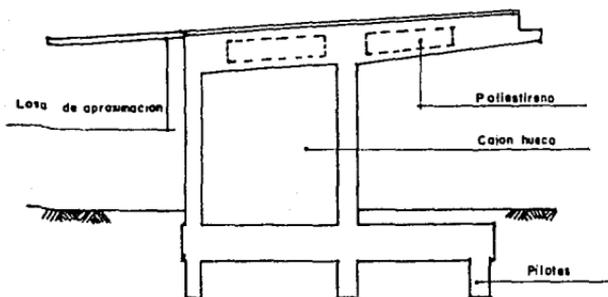
Descabece de pilotes en Canal de Chalco.

6.1.2. Cajones de cimentación.

Una vez cumplidas las especificaciones y terminado el sembrado de los pilotes se lleva a cabo una etapa mas en la Construcción de los puentes, que consiste en la excavación, para posteriormente proceder al desplante de los cajones de cimentación y muros de retención conforme a la geometría y dimensiones especificadas en el proyecto.

En caso de que se necesiten rellenos en esta zona, deberá retirarse y sustituirse en su totalidad el material existente por otro material, en este caso debe ser un material ligero, que sirva para aligerar la estructura, por tal motivo se empleo el tezontle como material de relleno.

A manera de esquema se muestra la geometría de los cajones de cimentación.



Es necesario tomar en cuenta que los cajones estarán soportados parcialmente por los pilotes de fricción, por lo que al iniciar la excavación para llegar al nivel de desplante, esta se deberá realizar en una sola etapa, pudiendo tener taludes verticales o con relación 1:1 en caso de que se presenten grietas en la pared de la excavación. Una vez que se tiene afinado el terreno en el área que va a ocupar el cajón se procederá a colocar una plantilla de concreto pobre de 100 kg/cm², de 5.0 cm de espesor, quedando únicamente interrumpida el área que corresponde a la sección transversal de los pilotes.

Llevados a cabo los trabajos anteriores, se procederá a la llamada demolición o descabece de los pilotes, en la longitud que marque el proyecto, con la finalidad de que exista un buen anclaje entre los pilotes y cajones de cimentación.

La demolición de los pilotes puede llevarse a cabo por medios mecánicos o manuales, es decir mediante martillos rompedores o cuña y marro, tratando de lastimar lo menos posible a el tramo del pilote que va a soportar la carga. Queda rigurosamente prohibida la demolición de estos elementos por medios explosivos, ya que puede alterarse el comportamiento de los mismos.

Posteriormente se procede al retiro del material producto de excavación de toda el área de trabajo, con el objeto de eliminar cualquier material ajeno a la propia cimentación.

Para lo que es la configuración de los cajones de cimentación en primera instancia se procede a colocar el acero de refuerzo en las dimensiones, cantidades y características que marca el proyecto. La primera etapa de Construcción la constituyen las losas inferiores cuyo peralte es de 85 cm y están armadas con acero de refuerzo de $D=1$ plg en ambas direcciones, con estribos del numero 4, se debe tener estricto control con los recubrimientos, ya que por el tipo de material en que esta cimentado el puente, el nivel de aguas freáticas se encuentra muy superficial y puede provocar que el acero este en contacto directo con el agua y que se afecte su comportamiento.

Es importante dejar bien hechas todas las preparaciones en lo que se refiere a la primera etapa para poder comenzar con la colocación de la cimbra y posteriormente continuar con el colado del concreto.

Ya revisado todo el armado de acero se procede a colocar una cimbra perimetral que sea la que soporte el concreto. Esta debe tener la capacidad de resistir la carga lateral que provocara el concreto, además de estar colocada de manera que cumpla con los recubrimientos que pide el proyecto.

El colado de esta losa se llevará a cabo con concreto premezclado, de manera continua y monolíticamente con el objeto de evitar al máximo una junta fría y por consiguiente un comportamiento inadecuado de la estructura. Durante la colocación del concreto debe de tenerse por parte de la contratista un vibrador con el objeto de

reducir los vacíos que se forman en el concreto.

Después de haber colocado el concreto, este adquiere lentamente sus características principales como son resistencia a la compresión impermeabilidad etc., pero para esto es necesario llevar a cabo otros procesos de tratamiento como lo es el curado. El curado es un proceso mediante el cual se mantiene un contenido de humedad satisfactorio y una temperatura favorable en el concreto durante la hidratación de los materiales intrínsecos cementantes, de manera que puedan desarrollarse las propiedades requeridas para su buen comportamiento.

El método de curado que se recomienda por considerarse uno de los mas completos, consiste en la inmersión total en agua de la unidad de concreto terminada, sin embargo para agilizar de alguna manera los trabajos se utilizo el curacreto, que ayuda a la reducción del tiempo de curado.

Posterior al colado de la losa inferior se continua con la Construcción de los muros perimetrales, en primer lugar se procede con el armado del acero de refuerzo, de acuerdo al trazo y nivelación dado por la topografía, una vez terminado el armado se continua con la verificación del mismo cuidando separaciones, diámetros, amarres etc., con el objeto de que el esviajamiento contenido en el proyecto sea respetado al máximo, ya que posteriormente se colocaran las trabes prefabricadas y puede resultar un problema su colocación si no están de acuerdo a lo que marca el proyecto.

Una vez armados los muros perimetrales se procederá al cimbrado, colocando una faja también perimetral de P.V.C. para evitar que el agua se infiltre hacia el interior de los cajones, esta faja deberá colocarse desde el momento en que se dejó la preparación para los muros perimetrales, todos estos trabajos deben realizarse de acuerdo a un proceso constructivo ya que cualquier error cometido sera casi imposible corregirlo después de colar cualquier elemento.

El curado y vibrado de los muros debe llevarse a cabo al igual que como se especifico para la losa inferior.

Al igual que para los muros perimetrales se debe dejar una preparación de armado para la losa superior. Esta losa superior tendrá dos partes huecas principalmente y será solo losa maciza en lo que es la ménsula y las vigas reticulares, que cumplen con la función

de soportar los elementos mecánicos como son momento, cortante, torsión y la carga axial que actúa en cantilever.

Debido a las dimensiones y a la cantidad de acero con las que cuenta esta losa se optó por hacer la losa hueca, estos huecos durante el proceso de colado requieren de un cuidado especial, ya que el polietileno debe de estar bien sujeto al armado, además de estar colocado en el nivel indicado, ya que durante el suministro del concreto es fácil que se desplace este material cambiando la posición hueca de la losa, con lo que la excentricidad de este elemento se ve modificada.

6.1.3. Muros de retención.

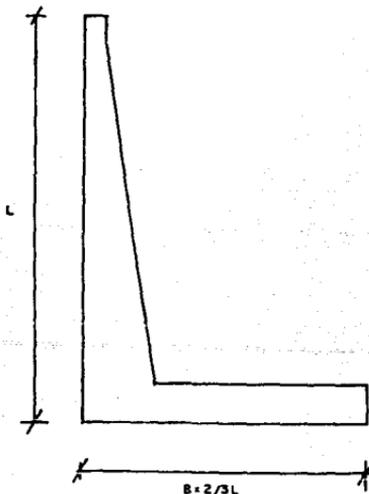
Para poder alcanzar los niveles de los cajones de cimentación es necesario que se construya un terraplén, tratando de contener el material sano y evitando que este se mezcle con los materiales contaminados, es por esa razón que se lleva a cabo la Construcción de los muros de retención.

Por lo tanto con la finalidad de confinar y obtener un buen comportamiento del terraplén, es otra de las causas que llevan a la Construcción de los muros antes mencionados.

Deberán desplantarse sobre la membrana geotextil para que exista continuidad con lo que es la estructura de pavimento, la Construcción de los muros se lleva a cabo en varias etapas de modo que la altura máxima de muro colado sea de 2.0 metros, con el objetivo de no crear una excentricidad, y por consiguiente el desplome del mismo.

La sección transversal de los muros de contención aparece en la figura VI.5.

Figura VI.5. Muros de contención.

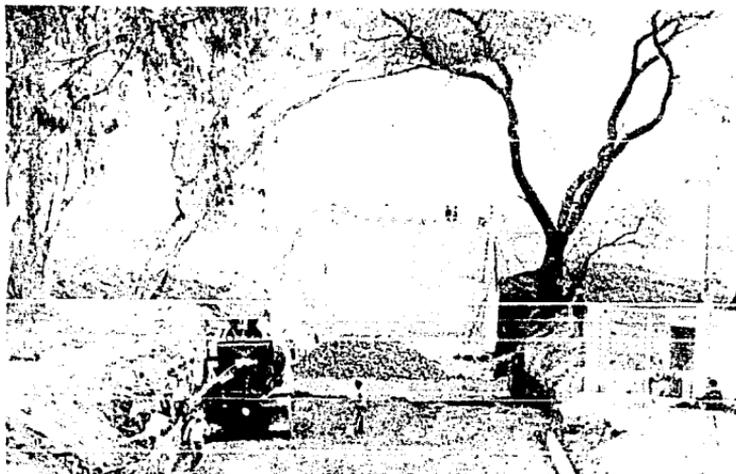


Los muros de retención llevan un armado tipo, y con la regla de variación de el ancho de la base con respecto a la altura del muro se podra realizar la Construcción de estos.

Para evitar un posible desplome del elemento, es necesario que una vez que ha sido colado y descimbrado, se rellene con material inerte la parte exterior del muro en capas no mayores de 20 cm y compactadas al 85% de la prueba proctor estándar. Interiormente se rellenara con material ligero (tezontle).

Todos estos trabajos tienen la finalidad de estabilizar el muro, por lo que su realización en el tiempo indicado por las especificaciones de proyecto es necesario respetarlas.

En la Construcción de los muros de retención es necesario que permanentemente se cuente con una brigada de topografía, ya que debido al esviajamiento que se maneja es necesario dar una contrapendiente adecuada de acuerdo a el movimiento del eje de trazo, lo que afectará de manera definitiva la sobre-elevación en los muros de contención.



Muros de retención en el puente de Canal Nacional.

6.1.4. Preeforzados.

Para que el trazo de la vialidad de Periférico no sea afectado se tiene que librar el cruce con el río San Buenaventura para lo cual es necesario utilizar elementos preeforzados.

Estos elementos sirven básicamente para unir un claro en nuestro caso, la unión de los cajones de cimentación por medio de tabletas preeforzadas.

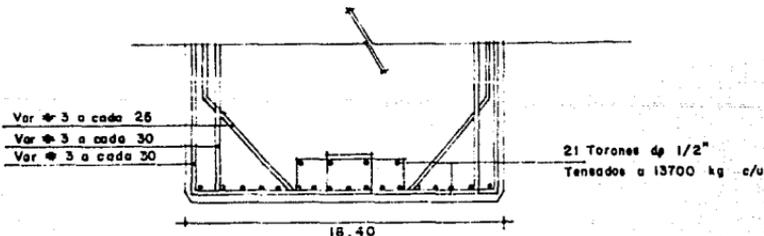
En la actualidad la mayoría de las estructuras en nuestro país están condicionadas al empleo del concreto y el acero, siendo este ultimo el que tiende a utilizarse exclusivamente para cubrir claros importantes, sin embargo las actuales técnicas y métodos constructivos hacen posible la utilización de concreto armado con el fin de que cumplan con la misma función que hasta la fecha venia realizando el acero.

Para los puentes de Canal Nacional se utilizaron tabletas preeforzadas, tipo cajón, que disminuyen considerablemente la carga muerta de los elementos que lo constituyen, además de tener la misma capacidad para soportar las cargas en movimiento.

En términos generales para la Construcción de este tipo de elementos el proyecto esta basado en la utilización de torones de acero preeforzados y en el tipo de apoyos a los que va a estar sujeto la viga.

Las tabletas están apoyadas libremente en sus extremos, y como el momento máximo se presenta al centro del claro el acero preeforzado se coloco en la parte inferior de la tableta como se muestra en la figura VI.6.

Figura VI.6 Distribución del acero principal en la tableta.



Una vez analizados los elementos mecánicos a los que va a estar sometida nuestra pieza prefabricada, es necesario llevar a cabo un riguroso control de materiales, ya que tanto el concreto como el acero tienen un papel definitivo en la constitución de estos.

La viga tiene un hueco central en toda su longitud, esto con el fin de aligerar la estructura.

Con el objeto de que los elementos prefabricados no actúen de manera independiente, se dejaron una serie de preparaciones en las caras laterales a lo largo de la tableta, para ligarse posteriormente mediante un firme de compresión. Además de esto, las tabletas muestran un pequeño saque hacia el extremo superior indicado en la sección transversal, dicha preparación recibe el nombre de llave de cortante, esta llave debe quedar totalmente rellena de concreto para ayudar al firme de compresión.

Una vez que se han fabricado las vigas en la planta, es necesario suministrarlas a la obra, para su transportación se utilizan trailers especiales equipados con "Dolí", debido a la longitud de la pieza.

A la par del transporte de las piezas y para cumplir con el programa de obra, se tienen que llevar dos grúas con la capacidad adecuada para maniobrar con la pieza.

Existen una serie de actividades preliminares al montaje de las trabes, estas son fundamentalmente:

- a) Trazo y nivelación para la colocación de las piezas.
- b) Verificación del trazo y nivelación de los cajones de cimentación.
- c) Revisión de la longitud del claro por cubrir.
- d) Marcaje de piezas y su identificación en obra.
- e) Tener un plan detallado de los accesos y áreas de maniobra para las grúas.

Aunque la mayoría de los aspectos comentados en el párrafo anterior son muy importantes, se debe hacer mención especial en la verificación del claro por cubrir y en el marcaje de las piezas, ya que en muchas ocasiones el avance de las obras es de tal importancia que la colocación de las mismas se realiza antes de poder conocer nuestros resultados de control de calidad, por lo anterior sería

fácilmente detectable cualesquiera de las piezas que resulten con baja resistencia en el concreto.

Una vez cumplidas al máximo nuestras actividades preliminares se comienza a realizar un proceso algunas veces espectacular y que llama la atención por la forma y el equipo con el que se realizan los trabajos, esta actividad es el montaje de nuestros prefabricados.

En la Construcción podemos decir que la actividad llamada montaje consiste en la elevación vertical de las cargas, en la ubicación de las mismas y en la sujeción de cada una de las piezas hasta que esta es colocada en forma segura para que pueda soltarse. Mas sin embargo la elevación de las piezas debe realizarse con mucho cuidado y en forma controlada de manera tal de crear lo menos posible excentricidades, manteniendola la mayor parte del tiempo en la posición horizontal.

Para poder llevar cabo la Operación del montaje, existen varios equipos, que se agrupan generalmente en dos categorías, las grúas ordinarias y los mástiles de elevación. Para las operaciones que se realizaron en los puentes de Canal Nacional se ocuparon únicamente dos grúas de diferentes capacidades. Estas grúas son equipos móviles para montaje.

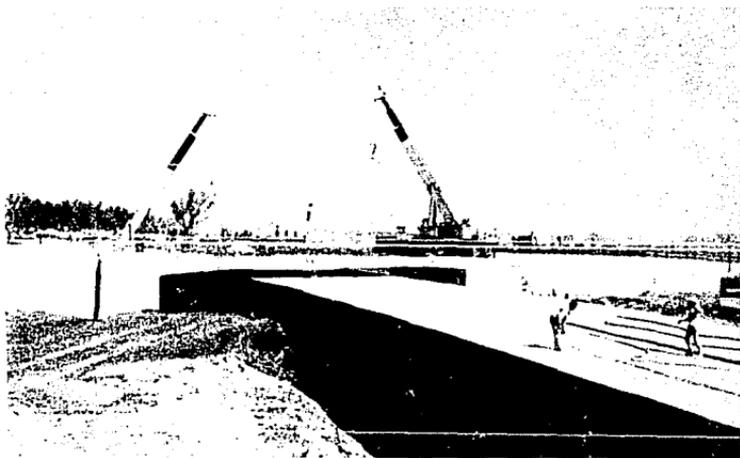
Una de las partes mas importantes en este tipo de grúas la constituye la pluma como miembro principal de soporte para levantar las cargas.

En las alcantarillas de Canal Nacional el proceso de montaje resulto especialmente difícil debido a las características del subsuelo, ya que el peso propio de las grúas hacia imposible el acceso de estas hacia el área de trabajo. Por tal razón se definieron desde un principio los accesos, colocando una capa de tezontle con un espesor continuo de 20 cm., de manera tal de formar una plataforma en el recorrido y apoyo de las grúas.

La Operación de montaje se hacia complicada debido a que el alcance de las grúas no era el apropiado, se decidió entonces desplazar una grúa de mayor capacidad hacia el lugar de la obra atacando de manera diferente el problema suscitado y reduciendo los tiempos del proceso.

El equipo seleccionado para la colocación de las tabletas

prefabricadas consistió en dos grúas móviles sobre neumáticos y con cabina del tipo giratorio para facilitar las maniobras en la colocación de los elementos prefabricados.



Montaje de tabletas prefabricadas sobre la ménsula de los cajones de cimentación.

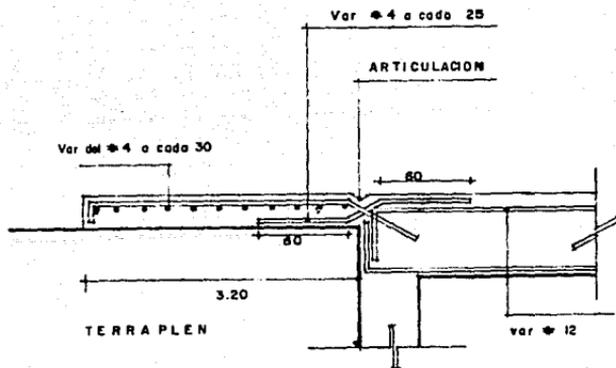
6.1.5. Firme de compresión y losa de aproximación.

Con la finalidad de lograr un comportamiento adecuado entre la terracería formada por el terraplén y la estructura de concreto formada por los cajones de cimentación y las vigas prefabricadas, es necesario construir un elemento de liga que sirva como transición entre uno y otro mejorando el comportamiento del puente, dichos elementos son la losa de aproximación y el firme de compresión.

La losa de aproximación es un elemento de concreto armado ligado al cajón de cimentación mediante un apoyo articulado y apoyado libremente sobre el terraplén.

Para la Construcción de este elemento se dejaron las preparaciones adecuadas (barbas) en la losa superior del cajón de cimentación de manera tal de que posteriormente se pueda formar el apoyo articulado. Dicho apoyo se muestra Esquemáticamente en la figura VI.7.

Figuras VI.7. Detalle de la losa de aproximación.



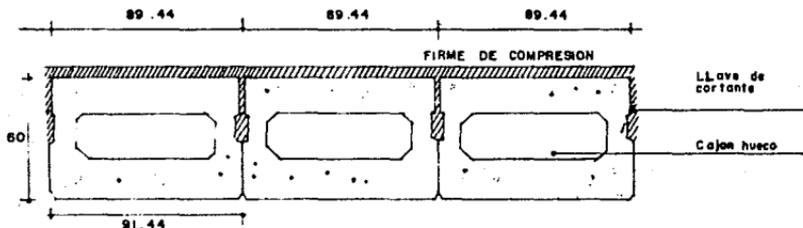
Es así como en el momento en que se presenten los hundimientos diferenciales entre el terraplén y el cajón de cimentación la losa de aproximación comienza a funcionar estructuralmente formando una transición entre estos dos elementos.

Conjuntamente con la losa de aproximación existe otro elemento estructural que colabora en el buen comportamiento de la totalidad del puente, dicho elemento es el firme de compresión.

El firme de compresión tiene como función estructural la de unir a los cajones de cimentación con las tabletas prefabricadas, conjuntando a su vez a las tabletas.

Existe entre viga y viga un efecto independiente llamado efecto de teclas, que consiste en el trabajo independiente de cada uno de estos elementos, este efecto se ejemplifica en la figura VI.8.

Figura VI.8. Corte transversal de las vigas prefabricadas.



Tanto el firme de compresión como la llave de cortante colaboran definitivamente a rigidizar el conjunto de traveses, eliminando en su totalidad el efecto antes mencionado.

El firme está compuesto por una capa de concreto estructural de resistencia $f'c=250$ Kg/cm² de 8 cm de espesor continuo, armado con una parrilla de acero con varillas longitudinales de 3/8" colocadas a cada 10 cm, y varillas transversales de 1/2" colocadas a la misma separación.

A manera de asegurar una mejor adherencia entre el concreto del firme de compresión y la carpeta asfáltica, el acabado del primero deberá ser rugoso, formando así una mejor traba entre estos materiales.



Firme de compresión en los puentes de Canal de Chalco.

6.1.6. Formación de terraplén en puentes.

Como se menciona en el sub-tema anterior, la rampa de acceso (que constituye el terraplén) esta formada por tres partes principales llamadas respectivamente, zona de transición, zona de rampa y zona de junta.

En la zona de transición se colocará el terraplén aligerado con tezontle conforme a los niveles indicados en las secciones transversales de proyecto. En esta zona deberá evaluarse la colocación de una membrana geotextil tipo Pavitex 350 o equivalente, a manera de tratar de eliminar la incrustación y además incrementar el V.R.S. del suelo.

La membrana a utilizarse se unirá mediante tres costuras en el sentido longitudinal quedando paralela a los muros de retención.

La costura y las longitudes de traslapo serán las indicadas en las especificaciones del fabricante y de ninguna manera deben variar las características de la membrana ya colocada con respecto a la nueva membrana en cuanto a espesor, resistencia y modulo de elongación.

Una vez que se ha terminado de colocar la membrana geotextil a lo largo y ancho de la zona de terraplén se procedió al relleno para la Formación del mismo.

El relleno aligerado con material de tezontle se acamellono al centro de los muros de retención en un ancho tal que el empuje hacia los muros era nulo. El relleno se coloco de manera uniforme sin ocasionar desplome en los muros.

Durante la colocación de este relleno se llevo a cabo un registro de hundimientos en el área de alojamiento del terraplén y un registro de desplomes en los muros, todo esto con objeto de verificar topográficamente el momento en el que el muro pudiese variar con respecto a la ubicación de proyecto.

El relleno se efectuó en capas sucesivas y de la misma manera en las tres zonas de la rampa.

En la misma zona I y sobre el material de aligeramiento, se coloco una capa subrasante de espesor variable, de manera tal que este disminuye gradualmente hasta eliminar esta capa sustituyendose en su totalidad por el relleno aligerado.

Realizándose las anteriores actividades, la zona II y la zona III

quedaron formadas en su totalidad por rellenos con material ligero, con el propósito fundamental de formar una cimentación totalmente compensada que no genere sobrecargas en el terreno natural.

En cuanto se termino con la Formación del terraplén se colocó inmediatamente como lo marca el proyecto la estructura de pavimento formada por sub-base, base y carpeta, dichos elementos están regidos por las características mencionadas en el capítulo V del presente documento.

Es conveniente que en todas las actividades referidas al terraplén se lleve a cabo con periodicidad un chequeo de nivelaciones.

Para la Formación del terraplén se utilizó un equipo formado por dos tractores D6 los cuales tenían la función de extender de manera uniforme el material de aligeramiento que se acamellono al centro de los muros. Una vez alcanzados los niveles de proyecto el equipo a utilizar se modificó, empleándose una motoconformadora y el equipo para tendido de asfalto.



Formación de terrapién en el puente de Canal Nacional.



Panorama general del puente de Canal Nacional.

6.1.7. Distribuidores y puentes peatonales.

El volúmen de tránsito que maneja actualmente la vialidad de Periférico hace necesario que desde el inicio se tengan idealizados una serie de nodos conflictivos que posteriormente verán su término en el momento de la Construcción de los puentes peatonales y de los distribuidores vehiculares.

Como se pudo observar en los estudios de factibilidad existen una serie de nodos importantes en donde es recomendable la Construcción de distribuidores vehiculares y puentes peatonales, siendo que los mas próximos a construirse por su importancia son los tres siguientes:

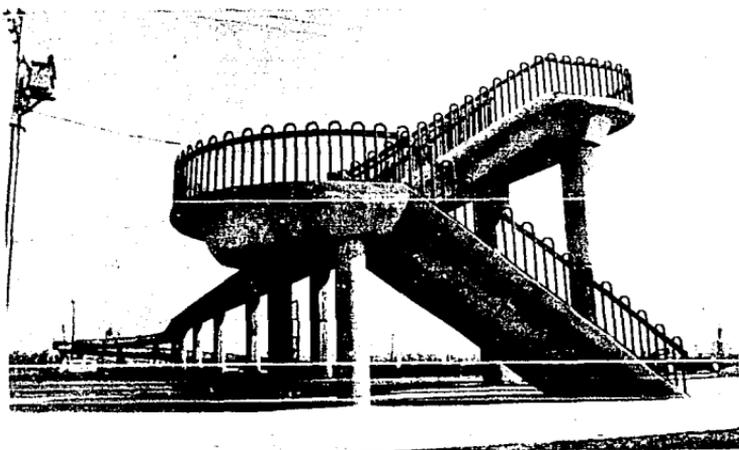
- 1.- Periférico-Av. Tlahuac.
- 2.- Periférico-Av. Ermita Iztapalapa.
- 3.- Periférico-Calzada Ignacio Zaragoza.

Probablemente de los tres distribuidores, el mas importante es el que se encuentra localizado en el Periférico y Avenida Ermita Iztapalapa, en donde ademas de los trabajos del distribuidor, se

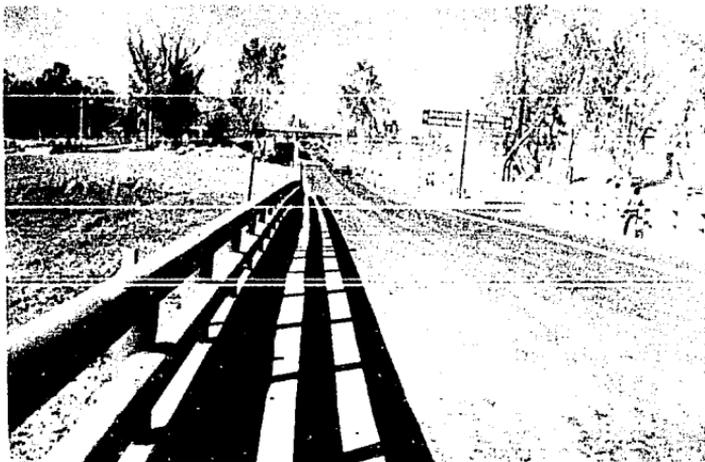
coordinara el proyecto con otras dependencias, debido a que en este punto se construirá en un futuro una estación del sistema de transporte colectivo (metro), que funcionará en conjunto con la vialidad del Periférico, así como paraderos de autobuses de R-100 y de servicios colectivos.

Actualmente se han construido tres puentes peatonales ubicados en el primer subtramo de la vialidad (Cuemanco-Canal de Chalco), dichos puentes forman parte de la Construcción del Parque Ecológico de Xochimilco, por lo que el diseño de estos mereció un tratamiento especial en lo referente al aspecto arquitectónico.

Con el desarrollo que se esta dando en la infraestructura de la zona oriente de la ciudad, la Construcción de puentes peatonales se hace cada vez mas indispensable por lo que se tiene considerado por la Dirección General de Obras Públicas su implementación en zonas estratégicas en la segunda etapa de Periférico.



Construcción de puentes peatonales en Periférico. Tramo Cuemanco-Canal de Chalco.



Barandal de contención vehicular en los puentes de Canal Nacional.

Capítulo 7 Obras complementarias en la construcción de vialidades.

Junto con el proyecto y dentro del desarrollo del mismo existen una serie de obras complementarias que son necesarias para mejor operación y funcionamiento de la vialidad. Los trabajos necesarios para llevar a cabo estas obras pueden desarrollarse en conjunto con los trabajos de terracerías o al término de los mismos como son los de Alumbrado Público y Señalamiento Definitivo.

7.1 Drenaje Pluvial.

El drenaje pluvial es una de las obras que tienen un papel importante y por lo tanto se tienen que llevar a cabo dentro del proceso constructivo de una vialidad, una buena parte del tiempo que abarca el programa de obra esta destinado a los trabajos de drenaje pluvial como lo son pozos de visita, coladeras pluviales, boca tormentas, registros, hincado de tubería etc..

El drenaje es diseñado de acuerdo a las condiciones que regirán la vialidad una vez que sea concluida.

Para su diseño se utiliza el Método Racional Americano el cual toma en cuenta un coeficiente de escurrimiento urbano en la zona, una intensidad de lluvia que se obtiene de acuerdo a las estadísticas recopiladas durante una serie de años para cada zona y finalmente lo que va variando durante toda la longitud del proyecto es el área tributaria que solo considera la cantidad de lluvia que va a escurrir en la vialidad durante una avenida.

La fórmula que utiliza el Método es: $Q=2.778 \cdot C \cdot I \cdot A$

en donde: Q = Gasto en (lt/s).

C = Coeficiente de escurrimiento urbano.

I = Intensidad de lluvia en (mm/hr)

A = Área en (ha)

Como la vialidad es prácticamente recta tanto en sentido vertical como horizontal, el sentido de escurrimiento esta dado por una parte de acuerdo a la topografía del terreno así como por los niveles de proyecto que quedaran una vez que se termine con los trabajos de pavimentación.

Para este proyecto se consideraron bombas transversales y longitudinales en algunos casos a dos aguas y en otros en un solo sentido con pendientes que oscilan entre 2% y 3%, la tubería se colocó sobre el arroyo a 1.20 metros de distancia de la guarnición en un solo lado tratando siempre de economizar al máximo el uso de tubo de concreto simple.

Los arreglos de coladeras se instalaron sobre las guarniciones regularmente a cada 30 metros de un solo lado o en arreglos a tres bolillo, compuestas por desarenadores de 38 cm de diámetro.

Una vez que es elaborado el proyecto de drenaje pluvial este se tiene que conciliar con la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (D.G.C.O.H.), para que esa dependencia lo apruebe y de el visto bueno y se pueda implementar una vez que cumple con todas las normas y especificaciones que juzga el reglamento de operación Hidráulica y construcciones.

A todo lo largo del proyecto el drenaje se construyó en conjunto con los demás trabajos, solo en el tramo de Ermita a Luis Méndez y de Canal de San Juan a Calz. Ignacio Zaragoza se rehabilitó el existente para ponerlo en funcionamiento.

En todo el proyecto se manejaron colchones mínimos de 90 cm que es el que dicta la norma, para diámetros de 30 cm, debido a que si fuera menor la profundidad del colchón la capacidad de carga del tubo no resistiría el peso y las cargas de los vehículos que transitarán la vialidad.

La pendiente mínima que se utilizó en la tubería para diámetros de 30 cm fue de 3 milésimas, ya que es la pendiente mínima para que exista escurrimiento y que el agua que drene alcance la velocidad necesaria para que no exista azolvamiento en la tubería.

El proceso de construcción para el drenaje pluvial es el siguiente:

Una vez que se han realizado los trabajos de terracerías como son conformación y compactación de filtro y sub-base y colado de guarniciones se hace una excavación en cepa a una distancia de 1.2 metros de la guarnición (no es regla general), dentro de los arroyos con un ancho de 80 cm, este ancho es debido a que es la dimensión que tiene el cucharón de la retroexcavadora, y con una profundidad de 95

cm en donde hay un pozo cabecero, posteriormente conforme se va avanzando la profundidad se va incrementando la excavación debido a la pendiente para que exista escurrimiento. Ya que se ha realizado la excavación se construye una plantilla de 10 cm de espesor con tezonle que sirve para acostillar la tubería de concreto, se referencian los pozos de visita los cuales generalmente tienen una separación de 60 metros y se van construyendo estos comenzando con una plantilla de concreto en la parte inferior posteriormente se comienza a levantar las paredes del pozo en forma de cilindro cónico con diámetro inferior de 1.20 metros el cual va disminuyendo conforme se va acercando al diámetro superior que es de 60 centímetros.

La transición de las paredes se realiza a base de tabique rojo recocido junteado con mortero cemento-arena.

Al mismo tiempo se va tendiendo la tubería de concreto simple y se va junteando la hembra y macho de cada tubo a base de mortero cemento-arena. Cuando se termina de tender la tubería se van colocando las descargas de coladeras a la tubería por medio de tubo de 20 cm de diámetro en forma de slant hacia el tubo de 30 cm de diámetro.

La colocación de las coladeras depende tanto del bombeo longitudinal como transversal ya que pueden ir de un solo lado del arroyo o de ambos lados sobre las guarniciones, separadas una distancia entre 25 y 30 metros como máximo.

El material con que están fabricadas las coladeras es de fierro fundido esto debido a que ayuda a que exista menor corrosión causada por el agua y la tierra.

Posteriormente una vez que esta hincado el tubo se procede a rellenar la cepa con tepetate en capas de 20 cm compactadas al 90% proctor; esta compactación se realiza con un rodillo muy ligero o en su defecto con una bailarina manual.

Todo el drenaje generalmente tiene su descarga final a un sistema colector existente en la zona si es que lo hay físicamente, con un diámetro no menor a 76cm, el cual es el encargado de recolectar las aguas pluviales de toda la zona.

Finalmente se colocan los brocales de piso una vez que quedan concluidos los trabajos de pavimentos, estos brocales deben quedar al

ras de lo que es la carpeta asfáltica ya que si no es así se tienen que renivelar los pozos de visita sobre el arroyo para evitar problemas posteriores a los usuarios de la vialidad.

TABLA DE CARGAS DEL
ALCANTARILLADO PLUVIAL DE PERIFERICO ARCO ORIENTE.

PER. DE REGIMO 5 AÑOS
DURACION 60 min.
INTENSIDAD 32.00 mm/hora

CORF. E.C. URBANO 0,750
CORF. DE BARRIO 0,913

ARCHO DE ZARZA
PARA D=30 cm.; B= 80 cm.

TRAMO	LARGO (m)	ÁREA		D PLUVIAL		PENC.	DIAMETRO		TUBO LLENO		COTAS		PROF.		VOLUMEN		VOLUMENES					
		PROP. ADJ. (m ²)	ADJ. (m ²)	(mm)	(lit/m ²)		(mm)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1												33,05	31,85		1,30							
2	60,00	0,0795	0,2795	4,9473	3,30	0,30	52,97	0,75	33,15	31,67	1,58	86,12	4,80	4,24	60,20							
3	60,00	0,0825	0,1625	10,0000	3,00	0,30	52,97	0,75	33,20	31,67	1,61	81,34	4,80	4,24	72,30							
4	60,00	0,0780	0,2400	14,3543	3,00	0,30	52,97	0,75	33,30	31,61	2,00	95,60	4,80	4,24	84,54							
5	60,00	0,0780	0,3180	19,7882	3,00	0,30	52,97	0,75	33,30	31,13	2,27	104,84	4,80	4,24	95,60							
6	60,00	0,0810	0,3990	24,8287	3,00	0,30	52,97	0,75	33,31	30,95	2,44	114,30	4,80	4,24	104,90							
7	60,00	0,0810	0,4800	29,5691	3,00	0,30	52,97	0,75	33,20	30,77	2,53	120,24	4,80	4,24	113,20							
8	60,00	0,0940	0,5740	35,7184	3,00	0,30	52,97	0,75	33,07	30,59	2,58	122,84	4,80	4,24	113,60							
9	20,00	0,0370	0,6110	38,0208	3,00	0,30	52,97	0,75	33,35	30,53	2,92	44,00	1,40	1,41	40,99							
10									15,00	31,80	1,30											
10	60,00	0,0700	0,0700	4,3519	5,00	0,30	68,38	0,97	32,75	31,53	1,30	62,40	4,80	4,24	53,54							
11	60,00	0,0630	0,1530	9,3208	4,00	0,30	61,16	0,87	32,55	31,31	1,34	63,54	4,80	4,24	54,32							
12	60,00	0,0750	0,2280	14,1878	3,00	0,30	52,97	0,75	32,5	31,13	1,47	67,54	4,80	4,24	58,40							
13	6,00	0,0255	0,2335	14,5301	3,00	0,30	52,97	0,75	32,53	31,11	1,57	7,17	0,44	0,42	6,27							

LONGITUD DE TUBO 626,00

VOLUMEN DE EXCAVACION

949,97 m³

VOLUMEN DE PLASTILLA

50,08 m³

VOLUMEN DE ACARRO

44,25 m³

VOLUMEN DE RELLENO

855,64 m³



Excavación en cepa para tubería de drenaje.

Tendido de tubería para drenaje.





Relleno compactado en
cepas de drenaje.

Construcción de pozos
de visita.





Pozo de visita para instalaciones de drenaje.

7.2 Señalamiento Provisional y Definitivo.

El propósito fundamental de los dispositivos para el control del tránsito, así como las justificaciones para sus diferentes usos, es ayudar a preservar la seguridad, procurar el ordenamiento de los movimientos predecibles de todo el tránsito, a través del sistema nacional de comunicaciones, proporcionar información y prevención a los usuarios para garantizar su seguridad y una operación fluida en la corriente del tránsito.

Los dispositivos de control, para ser efectivos deben reunir cinco requisitos básicos:

- 1.- Proporcionar seguridad.
- 2.- Llamar la atención del usuario.
- 3.- Transmitir un mensaje sencillo y claro.
- 4.- Imponer respeto a los usuarios de la vía pública.
- 5.- Estar ubicados de tal modo que permitan al usuario recibir el mensaje.
- 6.- Estar localizados de manera que el usuario pueda contar con el tiempo adecuado, para tener una reacción apropiada y tomar una decisión oportuna.

El proyecto de los dispositivos para el control del tránsito, debe asegurar que sus característica de tamaños, contrastes, colores, formas, composición e iluminación o efecto reflejante, donde se precise, se combinen para llamar la atención del usuario. Que el diseño, forma, tamaño, colores y simplicidad del mensaje se combinen para proporcionar un significado comprensible. Que la legibilidad y el tamaño se complementen con su localización; a fin de que exista el tiempo suficiente para una reacción correcta.

El dispositivo debe de estar ubicado dentro de los límites del cono visual del usuario, para llamar su atención y que pueda captar su significado.

La conservación de los dispositivos debe ser de la más alta calidad para asegurar su legibilidad y visibilidad. El mantenerlos limpios, legibles y montados apropiadamente trae como consecuencia el respeto de los operadores de vehículos y de los peatones.

La decisión de usar un determinado dispositivo, en un lugar particular, deberá tomarse tras un estudio de ingeniería en dicho

lugar.

Es necesario contar con ingenieros calificados, para la toma de decisiones ingenieriles en cuestiones de dispositivos para el control del tránsito, es tan importante contar con estudios de ingeniería de tránsito, que puede significar el éxito económico de un proyecto vial para la ciudad.

Por todo lo anterior podemos decir que las señales se usaran, únicamente, en donde estén apoyadas por hechos y estudios de campo y son esenciales en donde se apliquen restricciones especiales para lugares específicos, para lapsos de tiempo determinados donde los peligros no sean evidentes por si solos.

En cuanto a su función, las señales se clasifican en:

- a) Preventivas.
- b) Restrictivas.
- c) Informativas.

Los requerimientos básicos de una señal de tránsito son:

- a) Que sea legible para aquellos para quien esta pensada
- b) Que pueda ser entendida a tiempo para permitir una respuesta apropiada.

Los colores que deberán usarse en las señales tipo serán los siguientes:

Amarillo: Se usara para el fondo de las "señales preventivas".

Anaranjado: Se usara para el fondo de las "señales preventivas" que se instalen para protección de obras. Además este color se usara en todos los demás dispositivos utilizados para la protección en obras, como conos, barriles, barreras, indicadores de peligro etc..

Rojo: Se usara para el fondo de la señal de ALTO, y en el perímetro de la señal de CEDA EL PASO, para el símbolo de la señal informativa de PRIMEROS AUXILIOS y en el círculo y la faja transversal de las "señales restrictivas".

Azul: Se empleara para el fondo de las "señales informativas" de servicios turísticos y diagramáticas.

Verde: Servirá para el fondo de las "señales informativas" de destino.

Blanco: Se usara como fondo de las "señales restrictivas" y también para el fondo de las "señales informativas" de identificación,

las de recomendación y las de información general.

En el caso de señales para protección de obras, el "blanco" Servirá para el indicador de peligro, barreras, conos, y señales informativas para guiar a los usuarios.

Negro: Se usara para símbolos, filetes y leyendas de "señales preventivas y restrictivas".

Señalamiento Provisional.

A lo largo de la construcción de la obra se utilizan dispositivos para protección en obra, como son las señales y otros medios que se usan para controlar y guiar al tránsito, a través de calles y carreteras en construcción o conservación.

Estos dispositivos se usan para proteger a los usuarios y trabajadores en las áreas en donde se llevan a cabo estos trabajos que tienen carácter de transitorio.

Los motivos que obligan al uso de estos dispositivos son entre otros: desyerbe, desrame de árboles, desmonte, desazolve de cunetas, derrumbes, reparación de pavimento, marca en el pavimento, reducción y ampliación del número de carriles, desviación por excavaciones para diferentes instalaciones, reparación de parapetos o del separador central, conservación de señales etc.

La longitud que se debe cubrir con los dispositivos de protección dependerá del tipo de carretera y característica de la obra, y será de 150 m como mínimo y de 100 m como máximo, antes de la zona de trabajo. En zonas urbanas varía de 50 a 100 metros, según el trabajo que se este realizando.

Los dispositivos necesarios para la protección de las obras, deberán ser colocados con anticipación a la iniciación de los trabajos de cualquier obra y ser retirados después de haberse terminado.

La responsabilidad en la colocación y retiro de los dispositivos para el control del tránsito en obras, antes y después del inicio y terminación de los trabajos de construcción de calles o carreteras será responsabilidad de las dependencias gubernamentales y/o de las compañías contratistas, encargadas de ejecutar las obras.

Todos estos dispositivos formaran parte de las especificaciones de todos los contratos para la ejecución de las obras.

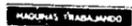
Señales para Protección de Obras



PO-1



PO-7



PO-10



PO-10



PO-10



PO-11.1



PO-2



PO-8



PO-3



PO-10



PO-10



PO-10



PO-10



PO-10



PO-11



PO-4



PO-10



PO-10



PO-10



PO-10



PO-11



PO-5



R-14

Los responsables de estos dispositivos transitorios, tendrán las siguientes obligaciones.

a) No iniciar ninguna reparación o construcción de una calle sin antes colocar las señales y dispositivos necesarios que se indique en el proyecto aprobado.

b) Conservar adecuadamente las señales durante la ejecución de la obra.

c) Verificar que el avance de la obra no obstruya la visibilidad de las señales.

d) Retirar los dispositivos empleados, tan pronto se hayan terminado las obras.

Los dispositivos para protección en las obras de construcción se clasifican en:

1.- Señales.

a.- Preventivas.

b.- Restrictivas.

c.- Informativas.

2.- Canalizadoras.

a.- Barreras.

b.- Conos.

c.- Indicadores de alineamiento.

d.- Marcas en el pavimento.

e.- Dispositivos luminosos.

f.- Indicadores de obstáculos.

g.- Tambos.

h.- Banderines.

3.- Dispositivos Manuales.

a.- Banderas

b.- Lámparas.

4.- Equipo individual de protección.

a.- Casco.

b.- Chaleco.

Señales Preventivas.- Tendrán por objeto prevenir a los usuarios sobre la existencia de una situación peligrosa y la naturaleza de esta, motivada por la construcción o conservación de una calle o carretera, así como proteger a peatones, trabajadores y equipo de

posibles accidentes.

Señales Restrictivas.- Serán empleadas en las áreas de obra en construcción y conservación de calles y carreteras, tienen por objeto indicar a los conductores ciertas restricciones y prohibiciones que regulan el uso de las vías de comunicación.

Señales Informativas.- Las señales informativas que se usan para protección en las áreas de construcción tendrán por objeto guiar a los conductores en forma ordenada y segura.

Dispositivos Canalizadores.

Son dispositivos que se emplean para encauzar a los conductores de vehículos y a los peatones a lo largo de un tramo en construcción, para indicar cierres, estrechamientos y cambios de Dirección de la ruta con motivo de las obras.

Los dispositivos canalizadores deben estar protegidos a su vez, con señales informativas previas en el día y dispositivos luminosos por la noche.

Cuando se cierre total o parcialmente una calle o avenida de mucho tránsito, podrán necesitarse algunos cambios en la operación para mantener el movimiento a lo largo del área de trabajo.

En estas condiciones se necesitaran señales preventivas y restrictivas para controlar el tránsito, tales como REDUCCION DE CARRILES y NO ESTACIONARSE. Cuando la calle se clausure, pero se permita el paso hacia las propiedades inmediatas se colocara en la barrera, junto con la flecha de desviación, la señal con leyenda SOLO TRANSITO LOCAL.

Las señales preventivas se colocaran a una distancia de 50 a 100 metros antes del peligro que este anunciado. La distancia exacta se fijara en el lugar, de acuerdo con la velocidad, volúmenes de tránsito, condiciones visuales y el grado de peligrosidad de la obstrucción.

Todas estas son las característica más relevantes de los dispositivos que se utilizan dentro del Señalamiento provisional en la construcción de una vialidad y en el caso específico de la vialidad de Periférico.

Señalamiento Definitivo.

Dentro de los dispositivos del control del tránsito existe otro

tipo de Señalamiento que formara parte integral y permanente en el funcionamiento de la vialidad. Al igual que el Señalamiento provisional dentro del Señalamiento definitivo existen señales restrictivas, preventivas, informativas las cuales están formadas con mensajes de palabras y símbolos que tienen la intención de transmitir significados específicos.

Las señales deben de tener dimensiones específicas y serán las dimensiones tipo para su aplicación en caminos y calles abiertas al tránsito de vehículos y peatones.

Para vías rápidas y autopistas se prescriben diseños especiales o señales grandes. En estas se deberán mantener las formas y colores tipo. La autoridad competente deberá vigilar que en su jurisdicción se instalen las señales tipo con sus formas, colores y dimensiones.

Los símbolos que se apliquen en las señales, deberán ser iguales en su forma y proporciones a los que se presentan en las normas y especificaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (S.C.T.).

Ya que el uso uniforme de estos símbolos facilita su interpretación y reforzara en una mayor seguridad, y ayudara a agilizar los movimientos de tránsito en general.

Los mensajes que porten las señales deben ser breves, y el tamaño de la letra suficiente para permitir su lectura a cierta distancia.

Las abreviaturas deberán mantenerse al mínimo como Av; Blvd; Nte; Sur; Ote; Pte; Fc; Sta; Ma; etc; así mismo las leyendas de las señales deberán confeccionarse con letras Mayúsculas.

Las letras minúsculas y números se usaran para describir, destinos debiendo llevar la letra inicial mayúscula de cada frase o palabra aislada, excepto la abreviatura de unidades métricas.

Las señales restrictivas y preventivas deberán ser mate o reflejantes, de acuerdo con un estudio de ingeniería de tránsito, para mostrar la misma forma y color durante el día y la noche.

Todas las señales informativas instaladas en puente sobre los carriles y los elevados deberán ser reflejantes.

Normalmente las señales deben erigirse en forma individual en postes separados o montajes, excepto cuando una señal complementa a otra o cuando deban agruparse señales direccionales con números de

ruta.

Las señales deben colocarse de tal forma que no impidan la visibilidad unas de otras, o que estén ocultas por otros objetos del camino.

Los espaciamientos entre señales deben determinarse de acuerdo con la velocidad esperada de aproximación de los vehículos.

La altura que tengan las señales es un aspecto importante, en zonas comerciales, de negocios y residenciales, donde circulen peatones y existen movimientos de estacionamientos o en donde haya otras obstrucciones a la visibilidad, la altura debe ser de por lo menos 2.0 metros. Las señales que se instalen sobre los caminos deberán tener una altura libre de no menos de 5.0 metros, en toda la anchura del pavimento y los acotamientos. En el caso especial de estructuras de puentes o tuneles, esta distancia vertical de las señales deberá estar estrechamente relacionada con el proyecto en general.

La distancia lateral deberá ser la máxima distancia desde la orilla de la calzada para la seguridad de los usuarios que pudieran salirse del camino y golpear los soportes de las mismas.

Normalmente las señales no deben estar a menos de 2.0 metros de la orilla exterior del acotamiento o si no hay, entonces a 3.60 metros de la orilla de la carpeta.

En áreas urbanas pueden usarse distancias más cortas si es necesario. A pesar de todo, se recomienda una distancia mínima de 0.30 metros en zonas urbanas.

Para señales montadas a un lado de las vías rápidas, ya sea a la derecha o a la izquierda, la distancia lateral libre será de 1.50 metros desde lo que es la guarnición. Los apoyos de señales informativas elevadas o de puente, deberán estar mas lejos, de preferencia a 0.90 metros de la orilla del carril más próximo.

Cuando el separador central de una vía rápida tenga 1.50 metros de anchura o menos, se deberá considerar la posibilidad de construir la estructura sin un apoyo central. Se deberá evitar la instalación de señales de bandera o doble bandera en isletas u otros lugares expuestos al movimiento de los vehículos.

Señales Preventivas.

Se usaran cuando se juzgue necesario prevenir a los usuarios de condiciones peligrosas existentes o potenciales, sobre o a un lado del camino o calle.

Este tipo de señal en si provoca que el conductor adopte medidas de precaución, y llame su atención para efectuar una maniobra con el interés de su propia seguridad o la del otro vehículo o peatón.

Los avisos para una prevención adecuada son una gran ayuda para los conductores de vehículos, y son muy valiosos para conservar la seguridad y mantener expedito el tránsito. El uso de señales preventivas debe mantenerse al mínimo, pues de lo contrario, al tratar de prevenir condiciones que son aparentes, los usuarios pueden perder el respeto a todas las señales.

Aun en las más modernas vías rápidas, pueden darse algunas condiciones que se deben avisar al conductor, por medio de señales preventivas. Estas condiciones son, en cierto grado, comunes a todos los caminos, así es que las condiciones tipo existentes para señales preventivas, generalmente son aplicables a las vías rápidas, tal es el caso de la vialidad de Periférico Arco Oriente.

Algunas de las condiciones que pueden justificar el uso de señales preventivas son:

- 1) Cambios en el alineamiento horizontal.
- 2) Intersecciones de caminos o calles.
- 3) Aviso anticipado de dispositivos de control por obras en el camino.
- 4) Reducción o aumento del numero de carriles.
- 5) Cruce escolar.
- 6) Paso de peatones.
- 7) Proximidad de un semáforo.
- 8) Proximidad de un crucero en donde se tiene que hacer alto por seguridad.

Generalmente todas las señales preventivas son de forma cuadrada y deben colocarse con una diagonal en sentido vertical.

Todas las señales que tengan algún significado durante la noche deben tener el fondo amarillo reflejante.

Dos de los factores que intervienen para la distancia de

colocación de este tipo de señales son: la velocidad de acceso y las condiciones ambientales predominantes. Estos dos factores influyen directamente en el tiempo disponible para que el conductor comprenda y reaccione al mensaje, y tenga el tiempo suficiente para realizar cualquier maniobra.

Las señales preventivas se colocan antes del riesgo que se trate de señalar, a una distancia que depende de la velocidad de aproximación, de acuerdo a la siguiente tabla:

DISTANCIA DE RIESGO.

Velocidad (km/h)	Distancia (m)
30	30
40	40
50	55
60	75
70	90
80	115
90	135
100	155
110	175

- Notas: -En carreteras se utilizara la velocidad de proyecto.
-Cuando se desconozca este dato, se utilizara la velocidad de marcha.
-En calles se utilizará la velocidad establecida por las autoridades correspondientes.

Finalmente se muestran algunas de las señales preventivas:

Señales Preventivas



Señales Restrictivas.

Tienen el propósito de informar a los usuarios de la existencia de reglamentaciones que rigen el tránsito de vehículos y peatones.

Las señales restrictivas se colocaran en el lugar donde exista alguna limitación o prohibición. El mensaje de la señal deberá indicar claramente, los requerimientos impuestos por la restricción, y sera visible y legible para el conductor del vehículo o peatón.

Las señales restrictivas se clasifican según su uso en:

- 1.- Serie de derecho de paso.
 - a) Alto.
 - b) Ceda el paso.
- 2.- Serie de velocidad.
 - a) Máxima.
- 3.- Serie de inspección.
 - a) Aduanal.
 - b) Sanitaria.
 - c) Bascula.
 - d) Policía.
 - e) Militar.
 - f) Forestal.
 - g) Ganadera.
- 4.- Serie de movimientos.
 - a) Circulación.
 - b) Solo izquierda o derecha.
 - c) Conserva su derecha.
 - d) Vuelta continua.
- 5.- Serie de mandato.
 - a) Peso máximo.
 - b) No rebase.
 - c) Parada suprimida.
 - d) Prohibido retorno.
 - e) Prohibido seguir de frente.
 - f) Prohibido el paso de vehículos tirados por animales.
 - g) Prohibido el paso de maquinaria agrícola.
 - h) Prohibido el paso de bicicletas.
 - i) Prohibido el paso de vehículos pesados.

- j) Prohibido el uso de señales acústicas.
 - k) Prohibido vuelta izquierda.
 - l) Prohibido vuelta derecha.
- 6.- Serie de estacionamiento.
- a) Prohibido estacionarse.
 - b) Prohibido estacionarse a ciertas horas.
 - c) Estacionamiento permitido una hora.
 - d) Principia prohibición de estacionamiento.
 - e) Termina prohibición de estacionamiento.
- 7.- Serie para peatones.
- a) Prohibido el paso de peatones.
 - b) Use el paso de peatones.
 - c) Peatones a su izquierda.

Todas estas señales deberán quedar siempre en posición vertical y a 90 grados con respecto al eje del camino o calle.

Las placas de las señales restrictivas serán en forma cuadrada excepto la de ALTO y la de CEDA EL PASO.

La señal de ALTO sera de forma octagonal y la de CEDA EL PASO tendrá forma de triángulo equilátero, colocándose con vértice hacia abajo.

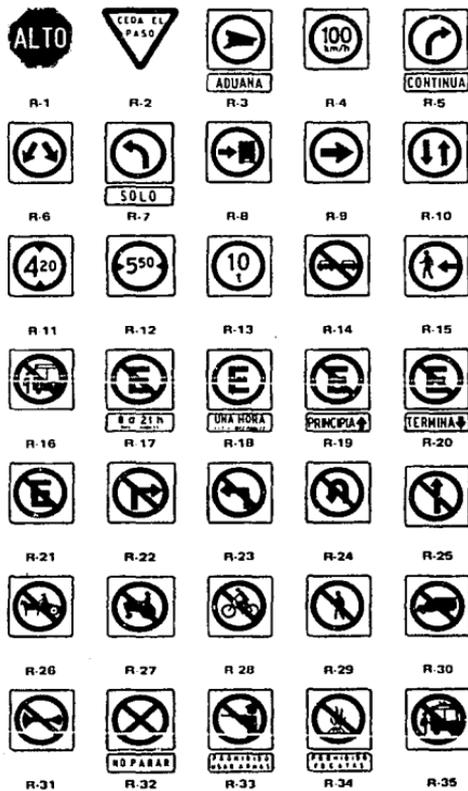
Todas las señales restrictivas tienen el fondo blanco; el anillo y la franja diagonal en rojo, el filete, letras y símbolos en negro.

Las excepciones a esta regla son: la señal de ALTO en fondo rojo, con letras y filete en blanco; la de CEDA EL PASO, que llevara fondo en blanco, franja perimetral roja y leyenda en negro.

El color del fondo de estas señales es acabado reflejante o mate, de acuerdo con un estudio de ingeniería de tránsito, excepto las correspondientes a los caminos con corona menor a 6.0 metros, en los cuales no es necesario el reflejante, o en zona urbana con iluminación.

Las señales restrictivas son las siguientes:

Señales Restrictivas



Señales Informativas.

Son laminas fijas en postes o estructuras, con leyendas y/o símbolos y/o números que tienen por objeto proporcionar información al usuario sobre nombres, distancias y direcciones de ciudades, poblados u otros destinos, así como identificar parques, lugares históricos, servicios, zonas arqueológicas, kilometrajes etc., suministrando información útil en calles y carreteras de una forma sencilla y directa.

Las señales informativas se clasifican en cinco grupos:

- 1.- De identificación.
- 2.- De destino.
- 3.- De recomendación.
- 4.- De información general.
- 5.- De servicios.

El color del fondo de las señales de identificación es blanco reflejante, de acuerdo con un estudio de ingeniería de tránsito, letras y números, flechas y filete en negro.

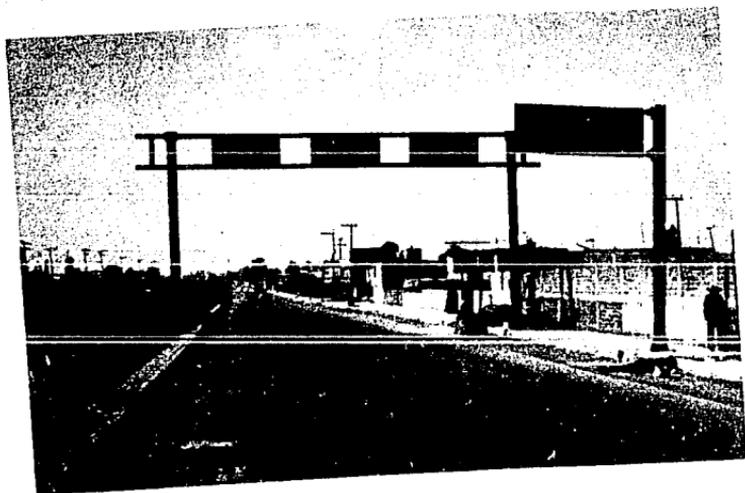
El color del fondo de la señal de kilometraje es blanco reflejante con letras, números y contorno en negro, excepto en los caminos con corona menor de 6.0 metros en donde el material reflejante no es necesario.

Todas las señales llevarán el poste y el reverso pintado en color gris mate.

Algunas de las señales informativas son las siguientes:

Señales Informativas





Implementación de señalamiento vertical.

Además del Señalamiento vertical existe el Señalamiento horizontal el cual Servirá para dar indicaciones que se aplican sobre la superficie de rodamiento, guarniciones y estructuras, dentro de o adyacentes a las vías de Circulación, a base de pintura, materiales termoplásticos o vialetas de diferentes tipos.

La pintura u otros materiales que se usen para marcas en el pavimento, deben ser antiderrapantes y no sobresalir mas de 3 mm en relación a la rasante de la calzada.

Cuando se utilicen vialetas o dispositivos análogos, no deben sobresalir mas de 2.5 cm con relación a la rasante de la calzada, excepto para marcar los carriles de contraflujo, separándolos de los carriles para el tránsito en general. Su empleo deberá responder a las necesidades de seguridad de la Circulación. En este caso tendrán 5.0 cm de altura como máximo.

Las marcas en el pavimento, tienen por objeto el delimitar claramente las partes de la calzada reservadas a las diferentes vías de Circulación, o a cierto tipo de vehículos así como indicar los movimientos a ejecutar. Son el complemento necesario del proyecto geométrico en general.

Las marcas se clasifican como siguen:

A.- Marcas en el pavimento.

- M1.- Raya central separadora de sentidos de Circulación.
- M2.- Raya adicional a la central continua para prohibir el rebase.
- M3.- Raya central doble continua.
- M4.- Raya separadora de carriles.
- M5.- Rayas en la orilla de la calzada para delimitar la superficie de rodamiento.
- M6.- Rayas canalizadoras.
- M7.- Rayas de parada.
- M8.- Rayas para cruce de peatonos.
- M9.- Rayas para estacionamiento.
- M10.- Rayas, símbolos y letras para cruceros de ferrocarril.
- M11.- Leyendas y símbolos para regular el uso de los carriles.
- M12.- Rayas con espaciamiento logarítmico.
- M13.- Raya doble para delimitar el carril del contraflujo.

B.- Marcas en guarniciones.

M14.- Marcas en guarniciones para prohibición de estacionamiento.

C.- Marcas en obstáculos.

M15.- Marcas en obstáculos adyacentes a la superficie de rodamiento.

- a) Para indicar guarniciones.
- b) Para indicar parapetos.
- c) Para indicar aleros.
- d) Para indicar pilas y estribos.
- e) Para indicar postes.
- f) Para indicar cabezales.
- g) Para indicar defensas.
- h) Para indicar muros de contención.
- i) Para indicar árboles.

Los colores que se utilizan para las marcas de pavimento son: blanco o color amarillo.

1.- Marcas de color amarillo.

- a) Las isletas.
- b) La delimitación de la orilla izquierda en un camino con calzadas separadas.
- c) Separación con doble raya de vías de doble sentido de Circulación.
- d) Las guarniciones en los lugares de estacionamiento prohibido.
- e) Helipuertos.
- f) Adicional a la central para prohibir el rebase en zonas suburbanas.

2.- Marcas en blanco.

- a) Delimitación de carriles de una calzada.
- b) Establecer la zona de no rebase en zona urbana.
- c) Lugares de estacionamiento.
- d) Flechas.
- e) Letreros.
- f) Precisar los lugares en donde los vehículos deben hacer ALTO.

- g) Raya doble para delimitar el carril de contrasentido.
- h) Los pasos peatonales.

3.- Negro.

El uso del negro sera permitido en combinación con el color amarillo y el blanco cuando el propio pavimento no proporcione por si mismo el suficiente contraste. El uso del negro no se establece como una norma para marcas en pavimentos, sirviendo solamente como guía para lograr un contraste en pavimento de color claro.

4.- Pavimento de color.

Cuando se utilicen para regular y controlar el tránsito, los pavimentos de color contrastante se consideran dispositivos de control. Al presentarse estas situaciones los pavimentos de color contrastante complementaran los demás dispositivos. Se deberán utilizar solamente cuando su contraste sea significativo con las áreas pavimentadas anexas. Cuando se usen los pavimentos de color contrastante, su significado de control y guía respetado.

Raya central continua o discontinua. La raya central continua o discontinua sirve para separar los dos sentidos del tránsito en un camino de dos carriles, uno por sentido; se deberá situar siempre al centro del camino. Sera una faja de 10 cm de ancho, como mínimo, pintada o adherida al pavimento, en blanco mate o reflejante cuando un estudio de ingeniería de tránsito lo justifique y puede ser continua o discontinua, según se prohíba o no la maniobra de rebase.

La raya discontinua se colocara en segmentos de 5.0 m separados entre si, 10.0 metros para carretera, y de 2.5 metros con separación de 5.0 metros para zonas urbanas.

En los casos que se considere conveniente, la raya central continua o discontinua, puede complementarse con dispositivos tales como vialetas.

Rayas canalizadoras. Las rayas canalizadoras son las que sirven para encauzar el transito en ciertas direcciones, o también para formar isletas y canalizar el transito en las entradas y salidas de carreteras rurales o vías rápidas urbanas, así como separar apropiadamente los sentidos de Circulación en los extremos de la faja

separadora central.

Las rayas que delimiten el encauzamiento de los vehículos serán continuas. Estarán pintadas de blanco y tendrán 10 cm de ancho; en todos los casos formarán una isleta o faja separadora. Esta zona neutral deberá marcarse con rayas diagonales, con una inclinación de 45 grados, de manera que el conductor al tratar de invadir esta zona, encuentre la raya perpendicular a su movimiento, así se tendrá que cuando la zona neutral sirva para los dos sentidos del tránsito, las rayas serán de una sola inclinación, y cuando sirvan para trayectorias en un doble sentido, tendrán dos inclinaciones formandose una marca en forma de "galón".

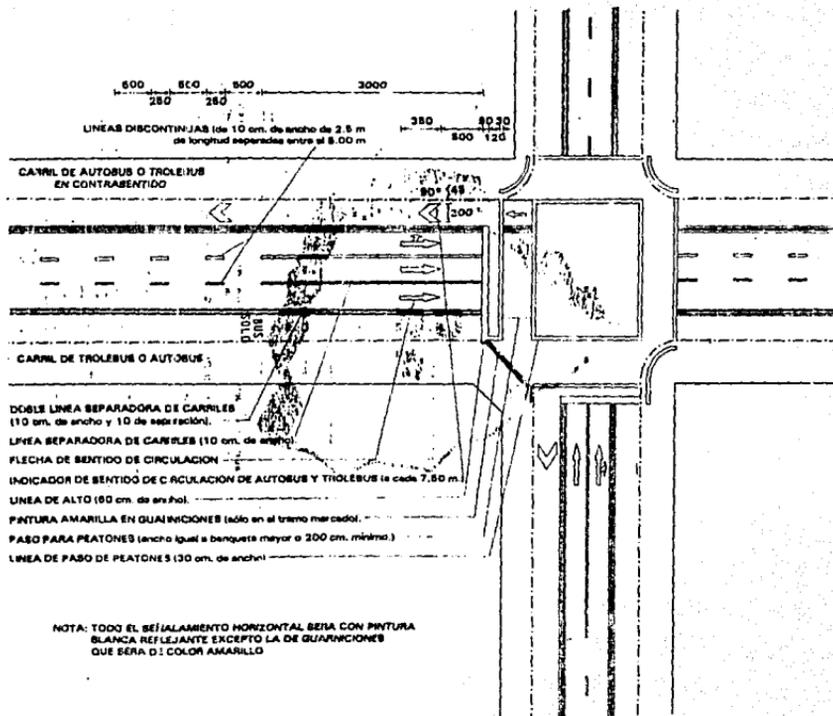
Las rayas inclinadas colocadas en la zona neutral o de protección, serán continuas, blanco, con ancho de 20 cm y Estarán separadas entre sí por 1.0 m cuando menos. La longitud de la zona neutral en la aproximación a los extremos de fajas separadoras o isletas centrales, sera el que marque el proyecto.

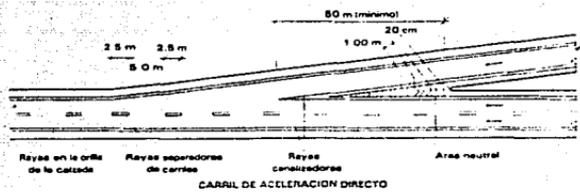
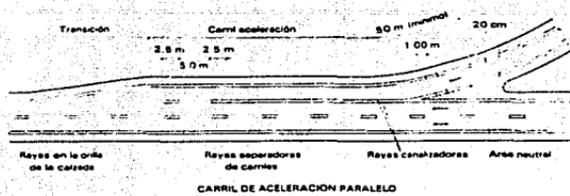
Rayas de paradas. Las rayas de paradas deben ser continuas, blancas y su ancho sera de 60 cm en las calles, carreteras y vías rápidas urbanas. Deberán trazarse cruzando todos los carriles que tengan tránsito en el mismo sentido.

Se emplearan donde sea importante indicar el lugar en que se requiera se detengan los vehículos de acuerdo con una señal de ALTO o semáforos. Las rayas de parada, se trazarán paralelamente a las de cruce de peatones mas próximas y a una distancia de 1.20 m antes de las mismas.

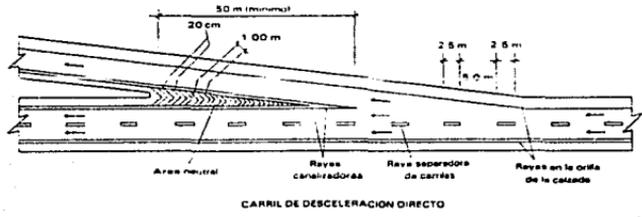
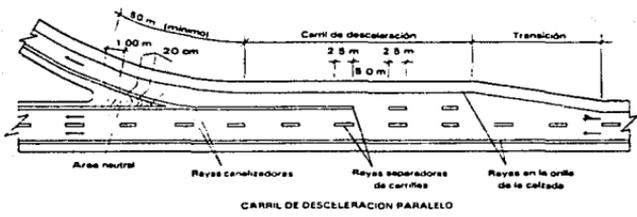
Rayas para cruce de peatones. Consistirán en dos rayas continuas paralelas transversales a la vía de Circulación con un ancho de 30 cm blancas, trazadas a una separación que se determinara, generalmente por el ancho de la acera entre las que se encuentren situadas, pero en ningún caso de una longitud menor de 2.0 metros ni mayor de 4.50 metros.

Para efectos educacionales, el paso de peatones en cruces con bajo volúmen peatonal, se podrá complementar con una raya divisoria central intermitentes, y flechas que indiquen la Circulación del peatón a la derecha.

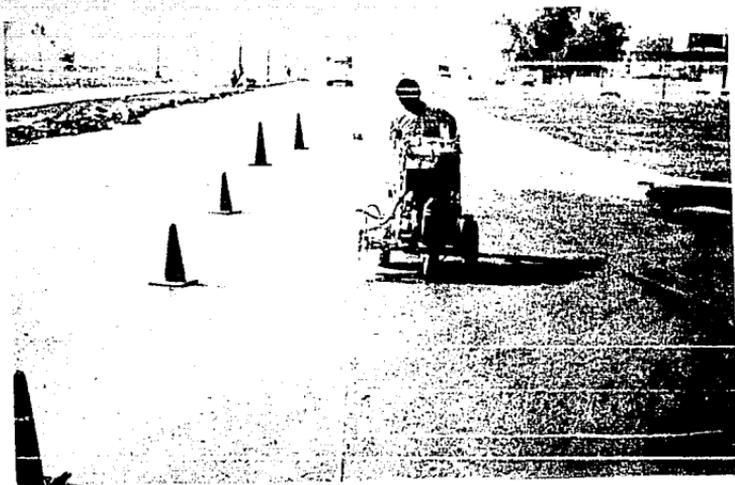




Marcas típicas en rampas de entrada



Marcas típicas en rampas de salida



Aplicación de pintura blanca
en pavimentos.



Implementación de señalamiento
horizontal en Periférico.

Semáforos para el control del tránsito de vehículos.

Son dispositivos que controlan el tránsito por medio de luces de color verde, amarillo y rojo, fijando principalmente el derecho de paso de vehículos en calles, avenidas y caminos.

La función de los semáforos en los cruces es:

1.- Interrumpir periódicamente el tránsito intenso en una vía, para permitir el paso de vehículos y peatones en la otra.

2.- Regular el tránsito en una ruta determinada y, en ciertos casos, aumentar la capacidad de los carriles de Circulación.

3.- Disminuir la frecuencia de cierto tipo de accidentes especialmente en ángulo recto.

4.- Mantener la Circulación continua o casi continua a una velocidad determinada, en una ruta específica. Además la mayoría de los casos, los semáforos representan una economía considerable respecto de indicaciones manuales. Sin embargo, no son la solución de todos los problemas de tránsito.

Visibilidad y Ubicación de los semáforos.

Como mínimo habrá dos semáforos para cada acceso, uno primario y un secundario, que en ocasiones se complementaran con semáforos peatonales ubicados en cada extremo de los pasos peatonales.

El doble semáforo permite ver la indicación, aunque uno de los semáforos sea tapado momentáneamente por camiones y autobuses, y representa un factor de seguridad en casos de luz excesiva de anuncios luminosos, de resplandor del sol o cuando se funda alguna lámpara.

La necesidad de instalar más de dos semáforos, dependerá de las condiciones locales especiales, tales como números de carriles, las indicaciones direccionales si las hay, la geometría del cruce etc.

La consideración más importante para la colocación de las caras del semáforo, deberá ser la visibilidad. Los conductores que se aproximen a una intersección o a zonas provistas de semáforos, como en el caso de un cruce para peatones a mitad de una cuadra, deben disponer de una indicación clara e inequívoca de la asignación del derecho de paso que les corresponda.

Debe analizarse la geometría de cada intersección, donde se pretenda instalar semáforos, incluyendo la curva vertical y las curvas horizontales para ubicar la cara del semáforo.

Los semáforos deben ser visibles continuamente, por lo menos desde un punto situado en las distancias que se indican a continuación, antes de y con respecto a la línea de ALTO, a menos que exista una obstrucción física de su visibilidad.

85% de la velocidad (km/h).	Distancia de visibilidad mínima (metros).
30	30
40	55
50	75
55	100
65	120
70	145
80	170
90	190
95	215

La altura libre mínima de un semáforo es de:

Para semáforos en poste:

- Altura mínima 2.40 m
- Altura máxima 4.50 m

Las alturas se miden desde el nivel de la guarnición, o en su defecto del centro de la vía.

Para semáforos suspendidos, colgantes en ménsula de látigo de U.S.M.

- Altura mínima 4.50 m
- Altura máxima 5.70 m

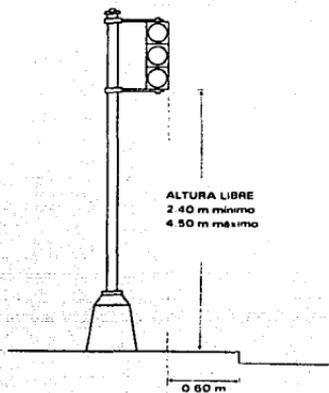
La altura se mide desde el eje del camino.

Las condiciones determinantes para fijar la altura: máxima visibilidad y altura libre adecuada, aunque también las caras de los semáforos deberán cubrirse con viseras, aletas o persianas verticales, a fin de que el conductor que se aproxima solo vea la indicación que le corresponde.

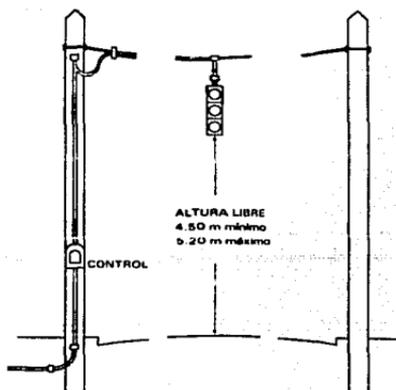
Los soportes para semáforos son:

- a) Ubicados a un lado del camino.
 - 1.- Postes.

2.- Ménsulas cortas.

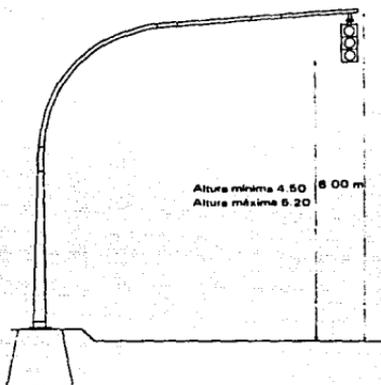


Semáforo montado en poste con ménsula corta

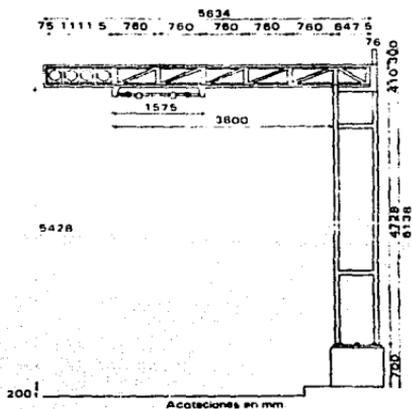


Semáforo colgante

- b) Suspendidos sobre el camino.
- 1.- Ménsulas largas en postes laterales.
 - 2.- Suspensión de cables.
 - 3.- Postes o pedestales en isletas.



Semáforo suspendido en ménsula larga (Látigo)



Semáforo instalado en U.S.M.

7.3. Alumbrado Público.

Otra de las obras complementarias dentro de la vialidad y que tiene una tarea primordial es el Alumbrado Público, cuya función es permitir tener una mejor visibilidad a partir de cierta hora del día para brindar mayor seguridad tanto a los conductores como los peatones que circulan por la vialidad. El proyecto de Alumbrado atraviesa por varias etapas ya que una vez que es elaborado por la empresa proyectista es necesario que la dependencia correspondiente de su aprobación, esta dependencia es la Dirección General de Servicios Urbanos (D.G.S.U.), la cual revisa el proyecto y en caso de que este de acuerdo con las especificaciones que ellos piden se da su aprobación y se puede implementar el mismo.

Ahora bien en el caso de Periférico Arco Oriente el proyecto de Alumbrado tuvo un costo aproximado a 1090 millones de pesos, en todo lo referente a la obra electromecánica, ya que la obra civil como son registros, cimientos para alumbrado y ductería de concreto simple de 10 centímetros de diámetro con recubrimiento asfáltico de 3 mm fue ejecutado por la empresa encargada de la construcción de la vialidad.

EL proceso de construcción del Alumbrado Público es el siguiente: Una vez que ya esta definida el área de banquetas y camellones se ubica de acuerdo a los planos de proyecto el lugar donde quedaran alojados los cimientos para postes de alumbrado, que tienen forma trapezoidal de un metro de base mayor, 0.60 metros de base menor y altura de un metro.

Una vez colocadas y niveladas se realiza el tendido de la tubería de concreto simple que sirve para colocar el cable entre poste y poste además de aislarlo de la intemperie.

Es importante que la tubería quede guiada con alambre para posteriormente facilitar la introducción del cable. Así mismo la tubería tiene que juntarse con mortero en lo que son las conexiones entre tubo y tubo así como la conexión entre tubo y base.

El recubrimiento asfáltico adherido al tubo de concreto en su interior tiene dos funciones específicas, la primera de ellas es evitar la penetración de la humedad y la segunda es evitar la fricción entre el cable y el tubo para no deteriorar el aislante del conductor.

Junto con los trabajos anteriores se van colocando los registros

que servirán para dar mantenimiento a los circuito de alumbrado, estos registros tienen una dimensión de 0.60*0.80*1.24 m de profundidad, en algunas partes es necesario hacer cruces de ductos sobre los arroyos para la conexión de la acometida o de los circuitos, las conexiones se hacen a una profundidad de un métro del nivel de la rasante a el lomo del tubo, para evitar que haya rupturas del mismo posteriormente, con las cargas vivas que soportara la vialidad, y se realizan con tubos de P.V.C. de alta resistencia, generalmente en arreglos de 4*4, con cama de arena y acostillados con concreto, con estos trabajos se concluye la obra civil del alumbrado, junto con los cruces de tubería se ponen registros de concreto auxiliares que son especiales para este tipo de instalaciones..

Ahora bien en lo que es la parte electromecánica, en particular en esta obra se llevo a cabo por una empresa diferente a la que ejecuto la obra civil, esta empresa realizo el trabajo de suministro y colocación tanto de cable, posteria, brazos, luminarias y contactoras.

Una vez concluida la obra civil se procede a la instalación de postes de alumbrado de acero rolado en frío, con una altura de 9.0 m que es la especificada para vialidades laterales de acceso controlado.

Al mismo tiempo que se colocaron los postes, se viene instalando el cable, se debe tener cuidado en que el calibre especificado en el proyecto sea el que se esta colocando. Una vez instalado el poste se procede a colocar el brazo con una longitud de 2.40 metros junto con la luminaria, la cual queda a una altura de 9.40 metros debido al ángulo que forma el brazo con respecto a la vertical del poste.

La lampara que se utilizo cumple con las especificaciones de Alumbrado Público la cual tiene una potencia de 250 watts de vapor de sodio de alta presión, materiales como son la carcaza, portacubiertas y culata, además de cumplir con las curvas isolux para el porcentaje de iluminación en lúmenes.

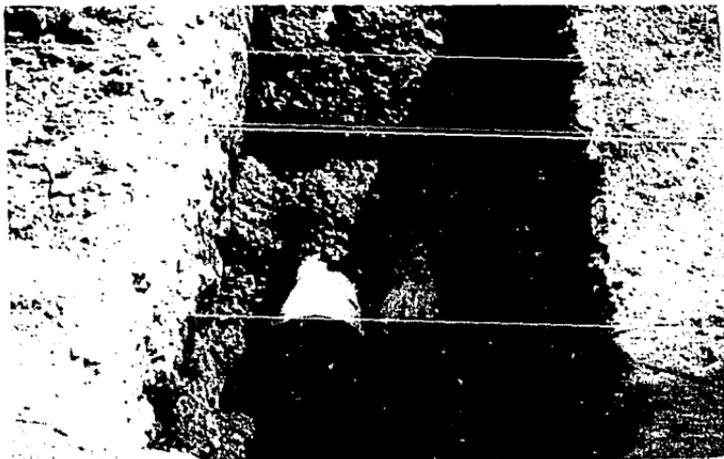
Debido a la geometría de la vialidad, en algunos tramos las luminarias se colocaron sobre el camellón central, reduciendo el costo debido a que solo se utilizo un poste con doble brazo.

Donde la sección geométrica tenia camellones muy anchos la posteria se colocó sobre las áreas jardinadas y banquetas.

La distancia interpostal es de 30 metros en general, es

importante mencionar que solo hubo un tramo aproximadamente de un kilómetro en donde se rehabilito el Alumbrado Público existente, en lo que viene a ser el tramo entre avenida Ermita Iztapalapa y Luis Méndez (Eje 6 Sur), tanto en la lateral derecha como en la lateral izquierda.

Una vez que se concluyen los trabajos de alumbrado se firma el acta de recepción en la cual esta presente un representante de la constructora, un representante de Obras Públicas y el representante de la Dirección General de Servicios Urbanos, el cual da el visto bueno y se encargara de darle mantenimiento durante su vida útil.

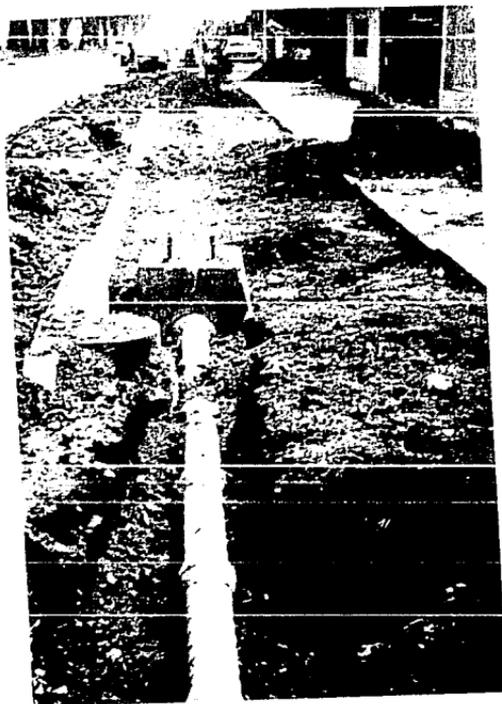


Canalización para alumbrado público en cruces con arroyo.

Base para arbotante de
alumbrado público.



Tendido de ducto para alumbrado
público.





Colocación de arbotantes para alumbrado
con grúa telescópica (HIAB).

Capítulo 8. Recomendaciones.

Dentro de la planeación de un proyecto se debe tomar en cuenta el entorno en el que se va a desarrollar, es entonces necesario realizar un estudio detallado de las condiciones que prevalecen en el sitio, así como considerar el impacto social que traerá como consecuencia la implementación del mismo.

Dentro de la etapa de planeación se deben evaluar alternativas que puedan llevarse a cabo, que sean coherentes y sobre todo en una obra pública que cumplan con los beneficios que se pretenden en el ámbito social.

Debe de existir continuidad en todas las etapas por las que atraviese el proyecto, es necesario que las autoridades encomendadas a llevarlo a cabo tomen en cuenta los alcances que se pretenden cumplir y compararlos con los que se pueden realizar de acuerdo a los recursos disponibles.

Trabajar en forma interdisciplinaria con las diferentes dependencias, empresas o instituciones que intervengan en el desarrollo del proyecto es un aspecto que no se puede descuidar, que exista comunicación y facilidad de información es indispensable para la implementación del mismo.

No enfocarse solamente al aspecto técnico y administrativo si no también tomar en cuenta la cuestión legal que se presente en el caso de que existan afectaciones a predios particulares.

Darle facilidad a los negociadores encargados de las afectaciones, con el objeto de que ellos puedan realizar sus funciones en forma fluida, que se les proporcione la información requerida en forma oportuna es importante, ellos por su parte tienen la responsabilidad de entablar buenas relaciones con los propietarios para que la conciliación sea ágil y se realice en el tiempo programado.

Las autoridades encargadas de los pagos deben de cumplir con las fechas límites que se estipulen en los convenios firmados, ya que si no es así, comienzan las estipulaciones y se llegan a manejar situaciones que perjudican la negociación y por ende el avance de la

obra.

Tratar de evitar al máximo las afectaciones a predios particulares, así como procurar no afectar áreas verdes de consideración ya que esto provoca trámites burocráticos que entorpecen y provocan retrasos en el programa de obra.

Es necesario que se cumpla con el programa de obra original, que la contratista presente en el momento de adjudicarle la obra, así mismo es responsabilidad de la supervisión que este se lleve a cabo.

En todo el desarrollo de la obra debe haber una brigada de topografía tanto por parte de la contratista como por parte de la supervisión con la finalidad de que se cumpla con lo estipulado en el proyecto en lo referente a trazo y nivelación de los componentes de la vialidad.

Llevar un control de calidad en todos los trabajos que se realicen es necesario, por lo que debe existir una brigada de laboratorio en forma permanente, con el objeto de obtener muestras de materiales utilizados para la construcción de la vialidad, estos a su vez deben cumplir con las normas y especificaciones emitidas por la dependencia encargada de realizar la obra.

Verificación de los rendimientos en campo comparándolos con los que aparecen en el concurso es responsabilidad de la supervisión para asegurar que los trabajos se terminaran en el periodo especificado.

Tener actualizado un concentrado de estimaciones donde aparezcan los volúmenes de obra marcados en el proyecto y los ejecutados en obra, además de avances físicos y financieros semanales y mensuales.

Debido a la magnitud de la obra es recomendable que una vez a la semana o dos veces por mes se realicen juntas de trabajo donde se expongan los puntos importantes con la construcción de la obra, así como ver el aspecto administrativo en el pago de estimaciones.

En una vialidad de esta magnitud la seguridad debe estar garantizada para toda la comunidad que haga uso de ella, se deben contemplar andadores peatonales, semáforos peatonales así como puentes peatonales estratégicamente ubicados, de tal manera que cumplan con las demandas en las zonas donde existan concentraciones importantes de gentes, como lo puede ser en un centro comercial, mercado, iglesia o unidad habitacional. De igual manera es necesario

que para el inicio de la obra la contratista cuente con señalamiento de protección de obra, de lo contrario la supervisión tendrá la responsabilidad de evitar que se comience con el proceso constructivo.

La dependencia encargada de la obra deberá dar aviso de inicio de obra, tanto a la delegación o municipio correspondiente como a los usuarios, con el fin de que se haga uso de vías alternas durante la etapa de construcción de la obra.

Se deben de emitir boletines por el Departamento del Distrito Federal en las áreas circunvecinas a la comunidad correspondiente en los que aparezcan vías alternas recomendadas, manejando diferentes alternativas para evitar congestionamientos viales.

En obras del sector público de gran magnitud es recomendable que los participantes en los concursos sean empresas con gran solvencia económica, ya que en ocasiones los pagos de estimaciones se retrasan hasta 60 días, pudiendo provocar en una empresa pequeña trastornos económicos que conlleven al paro total de los trabajos, decisión que encarecerá más la obra.

Capítulo 9. Conclusiones.

Se tomaron en cuenta para la elaboración del presente factores que intervienen en la ejecución de una obra vial, como son la investigación, información recopilada y experiencias propias que se conjuntaron para tratar de dar un panorama claro y general del proceso constructivo de la obra vial del Periférico Arco Oriente.

Para el estudio y proyecto de una vialidad se debe contar con la información necesaria para la elaboración de los esquemas de solución que constituyen elementos de juicio. Las alternativas de solución a que se lleguen se verán afectadas en forma determinante por las condiciones físicas de la zona así como las características funcionales de la misma.

Una recopilación insuficiente de datos se traduce en errores en el proyecto, dando como resultado que la obra ya construida no satisfaga las demandas para las que fue creada, creando condiciones inadecuadas para los usuarios.

El conocimiento de la situación física actual donde se encuentra alojada la vialidad que se pretende analizar, es de los elementos de juicio mas importantes para el proyectista, pues le permite ubicar los obstáculos y dificultades que se presentaran en las diferentes alternativas que se elaboren.

Finalmente después de 22 años de interrupción en la construcción del anillo Periférico, se termina con la discontinuidad que existía en la red vial de la ciudad de México comunicando la zona Oriente de la ciudad comprendida entre las delegaciones Xochimilco, Iztapalapa e Iztacalco, con lo cual se cumple uno de los objetivos de la Dirección General de Obras Publicas que es el de fortalecer la infraestructura vial de la ciudad.

Este programa forma parte de los esfuerzos del Gobierno del Departamento del Distrito Federal para dar soluciones a los conflictos viales creados por el desarrollo social.

Capítulo 10. Referencias Bibliográficas.

- 1.- Anuario de transporte y vialidad de la ciudad de México.
Coordinación General del Transporte (D.D.F.).
1987.
- 2.- Memoria técnica de los ejes viales en la ciudad de México.
Departamento del Distrito Federal.
- 3.- Plan rector de vialidad y transporte del Distrito Federal.
Comisión de vialidad y transporte urbano.
Covitur (D.D.F.). 1987.
- 4.- La ingeniería de suelos en las vías terrestres vol. II.
Alfonso Rico y Hermilo del Castillo.
Editorial Limusa.
- 5.- Mecánica de Suelos tomo II.
Juárez Badillo y Rico Rodríguez.
Editorial Limusa.
- 6.- Evaluación económica del proyecto de mejoramiento de la
vialidad Avenida Primero de Mayo.
Felipe Ochoa y Asociados S.C.
1968.
- 7.- Informe preliminar de la vialidad piloto de la vía Morelos.
COTREM Estado de México.
Sogelerg.
- 8.- Estimación de costos de operación vehículos modelo H.D.M.
Valle Cuautitlan-Texcoco.
Felipe Ochoa y Asociados S.C. 1989.
- 9.- Primer proyecto de transporte urbano del Estado de México:
Estudios de planeación.
COTREM Estado de México.
Sogelerg. 1990.
- 10.- Manual de proyecto geométrico de carreteras.
Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas.
México 1977.

- 11.- **Especificaciones generales de construcción en el ramo de Obras Viales.**
Departamento del Distrito Federal, Dirección General de Obras Publicas, Subdirección de Obras Viales.
- 12.- **Estructuración de vías terrestres.**
Fernando Olivera Bustamante.
Editorial C.E.C.S.A.
- 13.- **Memoria descriptiva del estudio de factibilidad.**
Grupo RIOBOO.
- 14.- **Ingeniería de cimentaciones.**
Ralph B. Peck, Walter E. Hanson, Thomas H. Thornburn.
Editorial Limusa.
- 15.- **Estudio de Mecánica de suelos en Canal Nacional y Anillo Periférico.**
G.H.I. S.C. Ingenieros Consultores.
1990.
- 16.- **Tecnología del concreto.**
IMCYC.
- 17.- **Manual de dispositivos para el control de tránsito en zonas urbanas y suburbanas.**
Coordinación General del Transporte. D.D.F.