



300615  
UNIVERSIDAD LA SALLE 9

ESCUELA DE INGENIERIA 20

Con Estudios Incorporados a la U. N. A. M.

"Alternativas, Procedimientos Constructivos y  
Costos de la Solución Vial de Acceso a  
la Ciudad de México, Autopista  
México-Pachuca Hacia la Avenida  
Insurgentes Norte"

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

TESIS PROFESIONAL  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO CIVIL  
P R E S E N T A  
*Manuel Angel Lama Pérez*

Director de Tesis:  
INGENIERO JORGE AGUILAR BENITEZ

México, D. F.

Junio de 1991



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco especialmente a mis padres por toda la ayuda y apoyo que me han dado, ya que sin ellos no sería posible lo que en mi vida he logrado.

A mi hermana y demás familiares, así como también amigos y en general todas las personas que de una forma desinteresada me ayudaron a lograr mis objetivos.

Quiero agradecer a los profesores de la Universidad La Salle y en sí a la misma Institución por las enseñanzas que me otorgaron y la formación profesional y personal que me han brindado.

Agradezco también al director de esta Tesis ya que sin su colaboración, enseñanzas y apoyo, no hubiera sido posible la realización de la misma y de igual manera a todas las empresas contratistas que de alguna forma colaboraron conmigo.

GRACIAS.

## C O N T E N I D O

INTRODUCCION: ANTECEDENTES Y NECESIDADES DE LA CIUDAD.....	Pag.	1
I. - OBJETIVO Y ANALISIS DE FACTIBILIDAD.....	Pag.	5
I.1. - OBJETIVO.....	Pag.	5
I.2. - ANALISIS DE FACTIBILIDAD, SOLUCION VIAL MICRO.....	Pag.	8
I.3. - ANALISIS DE FACTIBILIDAD, SOLUCION VIAL MACRO.....	Pag.	23
II. - PLANEACION Y DESARROLLO.....	Pag.	34
II.1. - AMPLIACION DE CARRILES EN LA AVENIDA INSURGENTES NORTE, TRAMO ACUEDUCTO DE GUADALUPE-FRANCISCO J. MACIN.....	Pag.	34
III. - PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS DE ALTERNATIVAS.....	Pag.	66
III.1. - SOLUCION VIAL MICRO.....	Pag.	66
III.2. - SOLUCION VIAL MACRO DEL TIPO CONCESIONADO.....	Pag.	75
IV. - EVALUACION DE COSTOS DE ALTERNATIVAS.....	Pag.	111
IV.1. - PRESUPUESTACIONES.....	Pag.	111
IV.1.1. - SOLUCION VIAL MICRO.....	Pag.	111
IV.1.2. - SOLUCION VIAL MACRO.....	Pag.	114
IV.2. - COSTOS DE CONCEPTOS PRINCIPALES.....	Pag.	115
IV.2.1. - SOLUCION VIAL MICRO.....	Pag.	115
IV.2.2. - SOLUCION VIAL MACRO.....	Pag.	131
CONCLUSIONES.....	Pag.	135
BIBLIOGRAFIA.....	Pag.	140
INDICE DE ANEXOS, DIAGRAMAS, CUADROS, TABLAS Y FIGURAS.....	Pag.	143

# INTRODUCCION

ANTECEDENTES Y NECESIDADES  
DE LA CIUDAD

## INTRODUCCION: ANTECEDENTES Y NECESIDADES DE LA CIUDAD.

En los últimos años se ha suscitado un alarmante crecimiento demográfico en la Ciudad de México, originándose una gigantesca migración del campo a la Ciudad de familias enteras en busca de empleo y educación, no siendo una solución esta migración para ellas, ya que padecemos un fuerte desempleo y subempleo en los centros urbanos y marginación de los grandes grupos sociales, que han cambiado la pobreza rural por la miseria urbana.

Este desplazamiento masivo hacia la Ciudad, conlleva una creciente demanda de espacio para circular y el crecimiento explosivo de vehículos de combustión interna, llegando a más de 3 millones de vehículos actualmente y que durante todo el año se encuentran en incesante movimiento entre los diferentes puntos de la Ciudad, usando en la actualidad el siguiente esquema vial a grandes rasgos:

**LAS VIAS ANULARES.** - El anillo periférico y el Circuito Interior.

**LOS VIADUCTOS.** - Avenida Miguel Alemán y de Ixtapalapa.

**VIAS RADIALES.** - Av. Ignacio Zaragoza, Lázaro Cárdenas y Río San Joaquín.

**LOS EJES VIALES.** - Que reticulan a todo lo largo y lo ancho de la Ciudad, considerados como vías de circulación continua de extremo a extremo de la urbe con semáforos

sincronizados y carriles para uso exclusivo del transporte de pasajeros.

METRO. - Columna vertebral del transporte masivo de pasajeros que actualmente efectúa 6.8 millones de viajes persona por día, complementado por una red de transporte de superficie a base de trolebuses y actualmente el proyecto de tren rápido en calzada de Tlalpan de Taxqueña a Xochimilco.

El esquema de la Ciudad de México, se ha constituido de ésta manera para poder movilizar los recursos de primera necesidad que llegan a los puntos cardinales de la Ciudad y a los grandes centros de distribución de abastos, la materia prima y los productos de complejos industriales, la demanda de transporte masivo de pasajeros que llegan o salen de las centrales de autobuses urbanos y foráneos, provocado por el turismo y por los propios habitantes del D.F., que se desplazan diariamente a ciudades circunvecinas y viceversa.

Todo esto aunado con el traslado masivo de vehículos de carga pesada y ligera permite y al mismo tiempo obliga, tener dentro de la Ciudad las vías en perfectas condiciones para los desplazamientos interurbanos de una forma fluida y. fuera de la Ciudad, las vías de acceso a ésta deben ser carreteras de altas especificaciones o autopistas en condiciones para poder proporcionar mayor seguridad y una gran facilidad de traslado al usuario que necesita de ésta infraestructura, ya sea para salir o tener acceso a la Ciudad por una de las cinco puertas de acceso a la Ciudad de México que son las autopistas a las Ciudades de

Toluca, Cuernavaca, Queretaro, Puebla y Pachuca, las cuales absorben y distribuyen los grandes volúmenes vehiculares de carga pesada y ligera de otros accesos carreteros con destino a la Ciudad de México.

Una de estas puertas es la autopista México-Pachuca: "Los Indios Verdes", siendo de utilidad para los municipios de la zona oriente del Distrito Federal, como vía principal de comunicación y emisor central de recursos en esta zona y parte del norte.

Aproximadamente la autopista México-Pachuca cuenta con un flujo de 850 vehículos por hora, sobresaliendo el transporte de carga pesada y vehículos particulares que llegan o salen del Distrito Federal, con destino a la zona oriente y noroeste de la República Mexicana.

Debido a las pendientes considerablemente fuertes que presenta la Avenida de los Insurgentes, en el orden del 8% a la altura de los "Indios Verdes", se ocasiona que en horas pico, se vuelva insuficiente e inoperante, a raíz de que gran parte del flujo vehicular de la autopista México-Pachuca circula por dicha Avenida.

De aquí surge la necesidad de un Programa de Inversión para la ampliación de carriles y modificación de pendientes, rehabilitación y la construcción de estructuras para el encauzamiento del escurrimiento de lluvias, llevándose a cabo en la Avenida Insurgentes Norte en el tramo Acueducto-Francisco J.



Macín, Delegación Gustavo A. Madero.

También se ha promovido la búsqueda de nuevos esquemas por parte del Gobierno Federal, ante la escasez de recursos del sector público para la construcción de la infraestructura que demandan las nuevas condiciones de México. Los esquemas contemplan la construcción y operación de carreteras por parte de inversionistas privados que, a través de la figura jurídica de la concesión, ha sido experimentada en diversos países.

# CAPITULO I

## OBJETIVO Y ANALISIS DE FACTIBILIDAD

1.1.- OBJETIVO. / 1.2.- ANALISIS DE FACTIBILIDAD  
SOLUCION VIAL MICRO. / 1.3.- ANALISIS DE FAC-  
TIBILIDAD, SOLUCION VIAL MACRO.

## 1.- OBJETIVO Y ANALISIS DE FACTIBILIDAD.

### 1.1.- OBJETIVO

El problema a tratar es de carácter urbano, debido al desarrollo económico que ha registrado el país, ya que actualmente las necesidades de desplazamiento interurbano son considerables, siendo necesario ampliar y modernizar la infraestructura existente mediante carreteras de altas especificaciones para poder así abatir los costos de operación y transportación, contribuir a la descentralización económica y fortalecer a los nuevos polos de desarrollo regional.

A tal problema se propone darle una solución técnica y operativa, funcional. El problema de saturación y congestionamiento trae consigo contaminación, accidentes, pérdidas de tiempo, gastos extra de combustible, fallas mecánicas, etc. y propicia la necesidad de realizar estudios con base a alternativas tendientes a solucionar el problema vial del tramo denominado "Indios Verdes" el cual da acceso a la Autopista México-Pachuca y Vía Morelos.

Existen alternativas de solución promovidas por diferentes sectores, al problema planteado de las cuales sobresalen, además de que representa una gran importancia de carácter ilustrativo el conocimiento de primero (SOLUCION VIAL MICRO), un Programa de Inversión para la Ampliación de Carriles, modificación de pendientes, rehabilitación del pavimento y construcción de

estructuras para el encauzamiento del escurrimiento de lluvias, este programa a cargo de la Dirección General de Obras Públicas del D.F. y en segundo término, el Gobierno Federal ha promovido la búsqueda de nuevos esquemas que contemplan la construcción y operación de carreteras por parte de inversionistas privados, que, a través de la figura jurídica de la concesión, se propone abatir el problema con una solución viable a largo plazo, realizando obras y adecuaciones necesarias con financiamiento privado, con carácter de vía de acceso controlado para funcionar como vialidad de cuota permitiendo la libre circulación local y tránsito libre en el tramo carretero actual.

Ambas propuestas presentan como objetivo final, la mejora a las vías de circulación resultantes, debiendo de ser benéficas para los habitantes de la zona de influencia, los transportistas, automovilistas de largo itinerario y que transitan localmente, y en general, facilitar la movilidad en esas amplias y prósperas zonas del Estado que colindan con el D.F.

Se deben observar las necesidades de la zona en cuestión y mediante un análisis detallado, determinar si es factible realizar las mejoras a las vías de circulación proponiendo alternativas de solución.

Conociendo si es factible la realización de cada una de las propuestas en la zona, es posible identificar y conocer el sistema de planeación y el desarrollo de la ejecución de la obra en el caso de la solución vial micro. Se podrán conocer y diferenciar procesos de construcción de ambas alternativas y finalmente

realizar una evaluación acerca de la funcionalidad, economía y tiempo de ejecución en cada una de las propuestas de solución al problema vial hacia el cuál se encuentra enfocado este estudio.

## 1.2 ANALISIS DE FACTIBILIDAD, SOLUCION VIAL MICRO.

Dentro del conjunto de problemas que aquejan a la Ciudad de México, la vialidad y el transporte son los renglones que actualmente requieren de una mayor atención.

Cada día es mayor el número de vehículos que congestionan sobre todo la parte limitada hacia el norte de la Ciudad, entradas al D.F., siendo elevado el recuento de horas-hombre que se pierden por causa del embotellamiento.

Este estudio está enfocado a solucionar el tramo de la Av. Acueducto de Guadalupe y Río de los Remedios, el cual presenta características físicas y de operación tales que la demanda registrada acusa la necesidad de transformación del mismo para poder absorber las demandas futuras que plantean el acelerado crecimiento de la Ciudad y de esta manera conformar un adecuado sistema vial.

El cruce en estudio se encuentra enclavado en la Delegación Gustavo A. Madero, quedando sujeto a los planes de vialidad que marca el Plan Parcial de Desarrollo Urbano de esa Delegación.

Dentro de las acciones que propone este plan está la de estimular y desarrollar los distintos sistemas de transporte público colectivo.

Para realizar el estudio de velocidades y demoras, se consideró

un tramo medido directamente con cinta de acero de 2.7 km. Con la distancia y el tiempo de recorrido se sacaron las velocidades de recorrido (todo esto en las horas de máxima demanda).

PARA EL TRAMO DE ACUEDUCTO DE GUADALUPE HACIA PACHUCA SE OBTUVO UNA VELOCIDAD PROMEDIO DE 60 KM/HR Y EN LA DISTANCIA DE 2.7 KM, TENEMOS UN TIEMPO DE RECORRIDO DE 2.7 MIN.

PARA EL TRAMO DE RIO DE LOS REMEDIOS HACIA MEXICO SE OBTUVO UNA VELOCIDAD PROMEDIO DE 40 KM/HR Y EN LA DISTANCIA DE 2.7 KM, TENEMOS UN TIEMPO DE RECORRIDO DE 4.05 MIN.

Los resultados de los análisis de capacidad y de las velocidades y demoras hacen ver que el cruce ya trabaja a toda su capacidad, con peligro para los peatones y con pérdidas apreciables para los conductores y pasajeros. Además, con el tiempo, la situación se hará más crítica, al aumentar la población, los vehículos y las transacciones comerciales de la zona.

A tal efecto se ensayaron varias alternativas de posible solución, todas las cuales se ven condicionadas por las pendientes de entrada y salida a la Ciudad de México.

Las dimensiones de las secciones transversales permiten alojar la obra de ampliación de carriles sin la necesidad de afectación de propiedades.. Para ello se están suponiendo dos carriles para cada acceso mejorando la pendiente en primera etapa,

posteriormente reducir la pendiente en los tres carriles existentes.

Por ser la Av. de los Insurgentes una vialidad de gran importancia los problemas que se suscitan cuándo una vialidad de éste tipo llega a su máxima capacidad son:

- Pérdidas de horas-hombre.
- Incremento de la contaminación.
- Incremento del costo de operación.

Los beneficios que se lograrían al desarrollar el proyecto de Indios Verdes son muchos, ya que esto envuelve un gran número de cosas de las cuales se mencionan las más importantes:

- Se reducirían los tiempos perdidos por el congestionamiento.
- Los costos de operación se reducirían grandemente.
- Se reduciría el foco de contaminación provocado por el congestionamiento.

Del análisis que se realizó, acerca de las medidas de efectividad, se tienen los siguientes datos:

En el cruce Insurgentes-Acueducto de Guadalupe en un análisis actual de la situación, tomando como hora de máxima demanda de 8:00 a 9:00 de la mañana y volúmenes de unidades que circulan sobre la Av. Insurgentes (automóviles, autobuses y camiones), de 2347 vehículos por hora hacia el norte y de 3886 vehículos por hora hacia el sur, utilizando 3 carriles, las medidas de efectividad son:



Tabla I.2.a.- Medidas de efectividad actuales.

	HACIA EL NORTE	HACIA EL SUR	TOTAL
DEMORAS (Veh./Hr.)	1.96	10.71	12.67
PORCENTAJE DE PARADAS	29.50	74.00	57.20
COMBUSTIBLE (Gal.)	8.11	35.17	43.28
MAXIMO DE COLAS	23.1	95.80	95.80
VOLUMEN/CAPACIDAD	0.57	0.94	0.94

Por lo tanto, de aquí se observa que actualmente existe una relación volumen capacidad casi en el límite, es decir, que todavía por muy poco rango, es mayor la capacidad de la vialidad que el volumen de vehículos circulante en ella (relación volumen/capacidad menor que 1.00).

De la misma forma y con ayuda de la teoría de probabilidad y estadística se hace una proyección para 3 años acerca de las medidas de efectividad de la vialidad, teniendo como hora de máxima demanda de 8:00 a 9:00 de la mañana y volúmenes vehiculares de 2717 vehículos por hora hacia el norte (hacia Pachuca) y de 4498 vehículos por hora hacia el sur (hacia México) y contando con una capacidad máxima de 3 carriles, se obtienen los siguientes resultados como medidas de efectividad:

Tabla I.2.b.- Medidas de efectividad a 3 años.

	HACIA EL NORTE	HACIA EL SUR	TOTAL
DEMORAS (Veh./Hr.)	2.72	197.08	199.80
PORCENTAJE DE PARADAS	34.50	100.00	75.30
COMBUSTIBLE (Gal.)	11.01	163.23	174.24
MAXIMO DE COLAS	31.30	149.90	149.90
VOLUMEN/CAPACIDAD	0.65	1.08	1.08

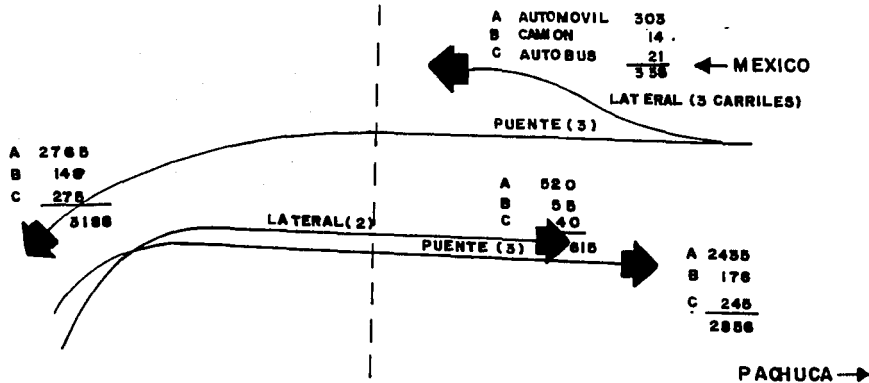
Con ésta proyección realizada hacia 3 años, debido a que la relación volumen/capacidad es mayor que 1.00 (1.08), es decir, es mayor el volumen circulante por la vialidad que la capacidad de la misma; es posible concluir que de continuar sin modificaciones la vialidad, en un lapso de 3 años, ésta sería totalmente insuficiente y, acarrearía problemas muy grandes de circulación, con pérdida de tiempos, contaminación, accidentes, graves congestionamientos, etc., problemas que inclusive se viven en la actualidad sin llegar a su máxima capacidad la vialidad, por lo que realmente sí se hace necesaria una modificación de grandes dimensiones para ésta puerta de entrada y salida de la zona metropolitana.

# AFOROS VEHICULARES

## DIRECCIONALES CON CLASIFICACION

EN A, 20 % DE PESERAS

Anexo I.2.a.- Aforos Direccionales con Clasificación, cruceo Insurgentes-Acueducto.



INSURGENTES - ACUEDUCTO (8:00 a 9:00 hrs.)

AFORO DE 16 HORAS

ACCESO: MOVIMIENTO HACIA MEXICO

DIA DE LA SEMANA: JUEVES

PAVIMENTO: REGULAR

COLUMENAS DE TRANSITO

TIEMPO DE OBSERVACION	TRANSITO EN EL ACCESO				TOTAL HORIZONTAL
	A	B	C	RESERVA	
6	0	0	0	0	0
7	1978	306	284	189	2757
8	2224	356	295	218	3093
9	2782	463	338	219	3702
10	2621	380	194	173	3380
11	2109	328	201	154	2792
12	2052	354	192	144	2742
13	2245	295	203	171	2915
14	2529	287	204	182	3190
15	2557	299	250	163	3269
16	2351	318	298	180	3147
17	2096	317	207	172	2792
18	2140	241	219	178	2778
19	2109	283	191	124	2807
20	2246	399	227	133	3005
21	2559	395	279	156	3390
22	2289	401	183	144	3017
23	0	0	0	0	0
TOTAL VERTICAL	36889	5524	3664	2700	48776

\* HORA DE MAXIMA DEMANDA

## Anexo I.2.c. - Aforo de 16 horas, movimiento hacia Pachuca.

AFORO DE 16 HORAS

ACCESO: MOVIMIENTO HACIA PACHUCA

DIA DE LA SEMANA: JUEVES

PAVIMENTO: REGULAR

VOLUmenes DE TRANSITO

TIEMPO DE OBSERVACION	TRANSITO EN EL ACCESO				TOTAL HORIZONTAL
	A	B	C	PESERAS	
6	0	0	0	0	0
7	1306	225	225	152	1908
8	1442	247	227	154	2070
9	1601	267	203	144	2215
10	1517	238	161	118	2134
11	1344	243	177	86	1950
12	1302	185	152	78	1717
13	1468	191	168	116	1943
14	1558	175	173	121	2027
15	1357	187	158	127	1829
16	1390	166	167	105	1828
17	1456	230	162	138	1986
18	1558	218	165	151	2092
19	1522	219	174	148	2163
20	1591	246	196	163	2196
21	1640	208	230	133	2211
22	1442	183	209	125	1959
23	0	0	0	0	0
TOTAL VERTICAL	23694	3428	2947	2059	32128

Anexo I .2.d.- Aforo de 16 horas en puente dirección hacia México.

AFORO DE 16 HORAS

ACCESO: PUENTE MOVIMIENTO HACIA MEXICO

DIA DE LA SEMANA: JUEVES

VOLUMENES DE TRANSITO

CAMBIENTO: REGULAR

TIEMPO DE OBSERVACION	TRANSITO EN EL ACCESO				TOTAL HORIZONTAL
	A	B	C	FESERAS	
6	0	0	0	0	0
7	1709	279	263	185	2436
8	1930	332	272	212	2746
9	2450	430	214	211	3305
10	2321	357	183	169	3030
11	1848	296	182	139	2464
12	1838	326	174	184	2501
13	2094	277	180	176	2723
14	2092	271	194	155	2913
15	2299	272	240	172	2983
16	2064	285	278	185	2790
17	1855	289	195	183	2505
18	1920	216	154	120	2410
19	1878	350	173	130	2531
20	2032	361	207	158	2758
21	2272	373	263	156	3064
22	2002	376	179	138	2695
23	0	0	0	0	0
TOTAL VERTICAL	32808	5089	3389	2810	43895

HORA DE MAXIMA DEMANDA

Anexo I .2.e.- Aforo de 16 horas en puente dirección hacia  
Pachuca.

AFORO DE 16 HORAS

ACCESO: PUENTE MOVIMIENTO HACIA PACHUCA

DIA DE LA SEMANA: JUEVES

VOLUMENES DE TRAFICO

PAVIMENTO: REGULAR

TIEMPO DE OBSERVACION	TRANSITO EN EL ACCESO				TOTAL HORIZONTAL
	A	H	C	FESERAS	
6	0	0	0	0	0
7	943	197	185	150	1475
8	1056	214	188	150	1608
9	1168	225	168	140	1701
10	1251	206	135	115	1707
11	973	210	134	86	1403
12	936	162	120	75	1293
13	1074	166	132	111	1483
14	1169	144	141	116	1570
15	986	159	120	125	1390
16	1017	143	135	105	1400
17	1068	197	134	133	1532
18	1173	187	131	147	1638
19	1235	183	154	144	1696
20	1193	215	152	160	1720
21	1227	169	189	129	1714
22	1053	155	182	121	1511
23	0	0	0	0	0
TOTAL VERTICAL	17522	2932	2380	2007	24841

\* HORA DE MÁXIMA DEMANDA

Anexo I .2.1.- Aforo de 16 horas en lateral de puente, dirección México.

AFORO DE 16 HORAS

ACCESO: LATERAL PUENTE INVITADO DELA RECALZ

DIA DE LA SEMANA: JUEVES

VOLUMENES DE TRAFICO

PAVIMENTO: REGULAR

TIEMPO DE OBSERVACION	TRANSITO EN EL ACCESO				TOTAL HORIZONTAL
	A	B	L	PESENAS	
6	0	0	0	0	0
7	257	27	21	4	321
8	294	24	23	6	347
9	312	30	29	8	397
10	310	25	18	4	350
11	261	32	19	16	328
12	211	27	18	6	267
13	181	22	23	7	204
14	228	17	7	6	256
15	228	27	10	8	303
16	287	32	21	9	350
17	25	28	12	7	281
18	220	27	25	15	283
19	231	33	18	4	286
20	214	36	20	3	275
21	287	23	16	0	326
22	287	25	4	6	322
23	0	0	0	0	0
TOTAL VERTICAL	4099	436	275	108	4899

\* HORA DE MAXIMA DEMANDA



## Anexo I .2.g.- Aforo de 16 horas en lateral de puente, dirección

## Pachuca.

AFORO DE 16 HORAS

ACCESO: LATERAL PUENTE MOVIMIENTO HACIA PACHUCA

DIA DE LA SEMANA: JUEVES

VOLUMENES DE TRANSITO

PAVIMENTO: REGULAR

TIEMPO DE OBSERVACION	TRANSITO EN EL ACCESO				TOTAL HORIZONTAL
	A	B	C	FESERAS	
5	0	0	0	0	0
7	363	28	40	2	433
8	386	33	39	4	462
9	433	42	35	4	514 *
10	366	32	26	3	427
11	371	33	43	0	447
12	366	23	32	3	424
13	394	25	36	5	460
14	389	31	32	5	457
15	371	28	38	2	439
16	373	23	32	0	428
17	388	33	28	5	454
18	385	31	34	4	454
19	387	36	40	4	467
20	398	31	44	3	476
21	413	39	41	4	497
22	389	28	27	4	448
23	0	0	0	0	0
TOTAL VERTICAL	6172	495	567	52	7287

\* HORA DE MAXIMA DEMANDA

Anexo I .2.h. - Volúmenes vehiculares actuales en hora de máxima demanda.

-FORD DIRECCIONAL  
 INTERSECCION: ACUEDUCTO DE GUADALUPE E INSURGENTES  
 HORA: 8:00 A 9:00 HRS.  
 DIA DE LA SEMANA: VIERNES  
 FLUJO CONTINUO, ZONA DE MONTAÑA

HACIA MEXICO

TIEMPO DE OBSERVACION (MIN)	VOLUMEN VEHICULAR (ACTUAL)				SUMA
	AUTOMOVILES	AUTOBUSES	CAMIONES	FESERAS	
8:00 A 8:15	690	119	56	49	913
8:15 A 8:30	750	126	66	57	1003
8:30 A 8:45	744	123	63	65	997
8:45 A 9:00	727	117	61	58	973
TOTAL	2921	485	250	230	3886
EN PORCENTAJE	75.17%	12.46%	6.43%	5.92%	100.00%

HACIA PACHUCA

TIEMPO DE OBSERVACION (MIN)	VOLUMEN VEHICULAR (ACTUAL)				SUMA
	AUTOMOVILES	AUTOBUSES	CAMIONES	FESERAS	
8:00 A 8:15	424	70	50	35	579
8:15 A 8:30	435	76	56	41	609
8:30 A 8:45	427	81	58	42	608
8:45 A 9:00	410	56	51	34	551
TOTAL	1697	283	215	152	2347
EN PORCENTAJE	72.31%	12.06%	9.16%	6.48%	100.00%

Anexo I .2.1.- Volúmenes vehiculares estimados a 3 años en hora de máxima demanda. 21

VOLUMENES ESTIMADOS A 3 AÑOS  
 INTERSECCION: ACUEDUCTO DE GUADALUPE E INSURGENTES  
 HORA: 8:00 A 9:00 HRS.  
 DIA DE LA SEMANA: VIERNES  
 FLUJO CONTINUO, ZONA DE MONTAÑA

HACIA MEXICO

TIEMPO DE OBSERVACION (MIN)	VOLUMEN VEHICULAR (3 AÑOS)				SUMA
	AUTOMOVILES	AUTOBUSES	CAMIONES	FESERAS	
8:00 A 8:15	799	138	65	56	1058
8:15 A 8:30	868	146	79	68	1161
8:30 A 8:45	861	142	75	75	1153
8:45 A 9:00	853	135	71	67	1126
<b>TOTAL</b>	<b>3381</b>	<b>561</b>	<b>290</b>	<b>266</b>	<b>4498</b>
<b>EN PORCENTAJE</b>	<b>75.17%</b>	<b>12.47%</b>	<b>6.45%</b>	<b>5.91%</b>	<b>100.00%</b>

HACIA FACHUCA

TIEMPO DE OBSERVACION (MIN)	VOLUMEN VEHICULAR (3 AÑOS)				SUMA
	AUTOMOVILES	AUTOBUSES	CAMIONES	FESERAS	
8:00 A 8:15	491	81	58	41	671
8:15 A 8:30	505	88	65	47	705
8:30 A 8:45	454	94	67	49	704
8:45 A 9:00	475	65	59	39	638
<b>TOTAL</b>	<b>1965</b>	<b>328</b>	<b>249</b>	<b>176</b>	<b>2718</b>
<b>EN PORCENTAJE</b>	<b>72.30%</b>	<b>12.07%</b>	<b>9.16%</b>	<b>6.48%</b>	<b>100.00%</b>

Anexo I .2.j.- Volúmenes vehiculares estimados a 10 años en hora de máxima demanda.

VOLUMENES ESTIMADOS A 10 AÑOS  
 INTERSECCION: ACUEDUCTO DE GUADALUPE E INSURGENTES  
 HORA: 8:00 A 9:00 HRS.  
 DIA DE LA SEMANA: VIERNES  
 FLUJO CONTINUA, ZONA DE MONTAÑA

HACIA MEXICO

TIEMPO DE OBSERVACION (MIN)	VOLUMEN VEHICULAR (10 AÑOS)				SUMA
	AUTOMOVILES	AUTOBUSES	CAMIONES	FESERAS	
8:00 A 8:15	1124	194	91	79	1487
8:15 A 8:30	1222	205	111	96	1624
8:30 A 8:45	1212	209	105	106	1624
8:45 A 9:00	1200	191	99	94	1584
TOTAL	4758	799	407	374	6328
EN PORCENTAJE	75.18%	12.46%	6.42%	5.91%	100.00%

HACIA FACUJCA

TIEMPO DE OBSERVACION (MIN)	VOLUMEN VEHICULAR (10 AÑOS)				SUMA
	AUTOMOVILES	AUTOBUSES	CAMIONES	FESERAS	
8:00 A 8:15	691	114	61	57	923
8:15 A 8:30	710	124	91	67	992
8:30 A 8:45	695	132	94	69	990
8:45 A 9:00	668	91	83	55	897
TOTAL	2765	461	249	247	3622
EN PORCENTAJE	72.14%	12.66%	7.13%	6.46%	100.00%

Los municipios del noreste del Estado tienen como vía principal de comunicación la autopista México-Pachuca, a esta se le incorpora un gran flujo vehicular proveniente de la Vía Morelos. El tránsito de ambas confluye en la Av. Insurgentes Norte para llegar al centro de la ciudad; de igual forma, el tránsito del D.F. que fluye en sentido opuesto, circula tomando como vía principal la Av. Insurgentes Norte, distribuyendose en el entronque de la autopista México-Pachuca y la vía Morelos.

El tránsito diario promedio anual es de 107,000 vehículos, llegando en la hora de máxima demanda a circular 12,000 vehículos en ambos sentidos. Es de importancia tomar en cuenta que al norte de la caseta de cobro, la autopista cuenta con dos carriles en ambos sentidos y al sur de la caseta, se incrementa a tres carriles por sentido, llegando a la Av. Insurgentes Norte la cual cuenta con cuatro carriles en ambos sentidos, con el tránsito controlado en una longitud de 6 Km., hasta el primer semáforo ubicado en su cruce con el Eje 2 Norte, con posibilidad de distribuir buena parte del aforo vehicular circulante en ese tramo de 6 Km., a través de los carriles laterales existentes.

La alternativa de acceso por el noreste de la ciudad es la Av. Centenario, la que canaliza parte del tránsito procedente de la carretera libre México-Pachuca, esta opción no cuenta con la capacidad ni con el atractivo vial para disminuir la demanda en

En el subtramo de llegada a la Ciudad de México, entre el Río de los Remedios y el Parque Nacional del Tepeyac, al sur de la caseta No. 25 de la autopista, se presenta una pendiente del 6% que ocasiona que el nivel de servicio sea menor dado que la velocidad de operación de los vehículos se reduce significativamente, provocando colas y accidentes, aumentando las demoras principalmente en el sentido Norte-Sur, haciendo que los vehículos pesados circulen a velocidades muy bajas.

Este fenómeno es de tipo pendular, en la tarde y en la noche, el efecto se presenta más crítico en el sentido Sur-Norte.

La composición vehicular en el tramo está formada por el 79% de vehículos ligeros, 13% de autobuses (urbanos, suburbanos y foráneos) y el 8% de vehículos pesados, pudiéndose afirmar que el 31% de los vehículos de transporte de pasajeros y carga son los que mayor efecto tienen en el congestionamiento vehicular, estimando que dicho efecto reduce la velocidad promedio en un 50%, en horas que no son de máxima demanda.

Frente a la estación "Indios Verdes" del metro se presenta otro punto crítico en el tramo, el acceso de autobuses a la zona de intercambio de modos provoca colas que afectan el tránsito en general, obligando a los usuarios de los autobuses a bajar en lugares fuera de los asignados, esta situación es motivo de demoras, accidentes y congestionamientos que dificultan la

circulación hacia el centro de la ciudad.

Los estudios de Ingeniería de Tránsito realizados indican un volúmen de 57.000 vehículos susceptibles de pagar cuota, esto de acuerdo al IDPA (Tránsito Promedio Diario Anual), calculado a partir de los volúmenes asignados para la hora de máxima demanda habiéndose determinado también la capacidad y los niveles de servicio de la Vía Morelos y la autopista México-Pachuca, considerándose que la Av. Insurgentes Norte no presenta dificultad alguna a largo plazo.

El sentido Norte-Sur es el que presenta el problema más crítico. la autopista cuenta con dos carriles en ambos sentidos, antes del entronque con la Vía Morelos, está al límite de su capacidad al incorporarse el volúmen proveniente de dicha vía que cuenta con cuatro carriles, que también está a su máxima capacidad y se complican de manera significativa las condiciones de circulación creando colas vehiculares, pérdidas de tiempo y demoras a los usuarios. (Diagrama I.3.a)

En la asignación del tránsito se eliminan los taxis colectivos y autobuses suburbanos de la vía de cuota, resultando las proyecciones que se indican en la tabla anexa para los años 2,000 y 2,010: esto con una tasa de crecimiento anual de 2.5% y considerando que el tramo propuesto es de tres carriles confinados de alta velocidad por sentido. (Diagrama I.3.b)

Como complemento a los aforos de tránsito se midieron los tiempos

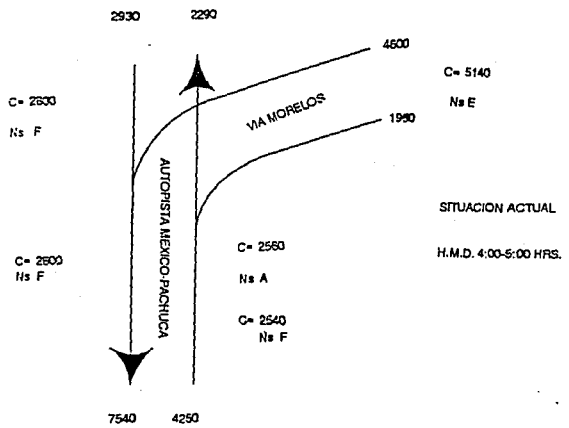
de recorrido sobre la autopista México-Pachuca, desde la caseta de cobro existente al paradero de autobuses de la estación del metro y viceversa, realizando varios recorridos en el periodo de 7:00 a 10:00 horas de un día típico de la semana, resultando 11.0 minutos en el sentido de sur a norte y 31 minutos de norte a sur. Como se mencionó anteriormente que el fenómeno es pendular, los tiempos de recorrido de sur a norte son similares en la noche.

Con base en las consideraciones realizadas en la medición de tiempos, se concluye que el ahorro total de tiempo entre la caseta de cobro y la estación "Indios Verdes" del Metro es de 21 minutos, operando en condiciones de circulación continua y en el sentido sur a norte el ahorro disminuiría en 6 minutos, todo lo anterior a una velocidad de operación de 80 Km por hora.



Diagrama I.3.a. - Aforos vehiculares direccionales en cruceo  
 Autopista Mexico-Pacuca - Via Morelos.  
 Ver Anexo I.3.a.

DIAGRAMA 1



AUTOPISTA MEXICO-PACHUCA-VIA MORELOS

Diagrama I.3.b. - Ingeniería de tránsito y aforos vehiculares en Autopista México-Pachuca y Avenida de las Torres.

Ver Anexo I.3.a.

INGENIERIA DE TRANSITO

SENTIDO	SOBRE	1990				2000				2010			
		TDPA	HMD	CAPACIDAD	NIV.SER	TDPA	HMD	CAPACIDAD	NIV.SER	TDPA	HMD	CAPACIDAD	NIV.SER
N-S	AUTOPISTA	36,270	3,990	4,970	D	41,090	5,110	4,970	F	46,500	6,540	4,970	F
S-N	LAS TORRES	20,290	2,290	4,370	B	23,550	2,930	4,370	C	26,690	3,750	4,370	E

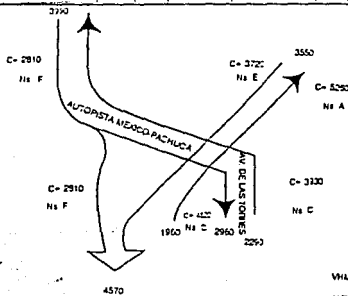


DIAGRAMA 2

VHID	TDPA	COMPOSICION VEHICULAR
AUTOPISTA 3990	36270	31555 (353) (4362)
AV. TORRES 2290	20290	14782 (208) (5802)
TOTAL	6290	46337 (571) (10162)

Basado en el estudio de Ingeniería de Tránsito se realizó el análisis de beneficio/costo, considerándose los costos de la obra, las obras complementarias y el correspondiente a las afectaciones.

Para determinar los beneficios, se procedió a valorizar el ahorro en horas-hombre y combustibles, no incluyéndose los beneficios correspondientes a la disminución de accidentes, por carencia de datos.

El estudio concluye que el ahorro en horas hombre asciende a 134,350. H-H/día; si se supone que el ingreso promedio de los usuarios es dos veces el salario mínimo, el ingreso horario es de \$2,400.00 por persona; lo que nos lleva a un ahorro diario expresado en pesos de \$322'440 MP/DIA y anualizando será de \$117,690' MP/ARO.

El ahorro en combustible se midió con base en tiempos de recorrido, determinando la eficiencia de consumo de gasolina por Km, utilizando un vehículo de seis cilindros se llegó a un consumo de 42,357 LT/DIA, siguiendo las consideraciones necesarias, posteriormente se determinó que el ahorro diario será de 19,200 LT/DIA, con un valor de \$590/LT, asciende a \$11'364 MP/DIA y anualizando a \$4,148' MP/ARO.

La suma de los ahorros por horas/hombre y gasolina asciende a

\$121,830 MP/AÑO, manteniendo una tasa de crecimiento vehicular del 2.25% anual, durante una vida útil del tramo propuesto estimada en 25 años, se tiene que los beneficios llegarán en ese año a \$275,195 MP/AÑO.

Comparando los beneficios y los costos el estudio indica que considerando una tasa de interés del 25% anual y una vida útil de 25 años, la relación beneficio/costo es de:

1.309, concluyéndose que es rentable, independientemente que es una alternativa que resuelve satisfactoriamente el problema vial en un lapso mínimo de 15 años.

Dentro del estudio de disminución de la contaminación se realizó un análisis basado en el tránsito promedio diario anual (107,500 VE), a la asignación considerada y de acuerdo a los estudios hechos por el Instituto de Física de la UNAM, sobre la emisión de contaminantes por fuentes móviles, que indica que la emisión de gases y partículas emitidas está en relación con la velocidad de operación; concluyendo el análisis que la contaminación se reducirá al 37.5% de su nivel actual.

En forma semejante al ahorro de combustible es posible calcular los ahorros por desgaste vehicular, sin embargo, este estudio requiere un periodo largo para recabar información, para valorar la disminución de desgaste de motor, balatas, llantas y costos de mantenimiento, tales como afinaciones, cambios de aceite, etc.

Lo anteriormente escrito es una ventaja que conviene hacer saber a los usuarios, sobre todo a aquellos que utilizarán el nuevo tramo de autopista con frecuencia.

Aunque el ahorro en mantenimiento de pavimentos no incide directamente en la cuota de los automovilistas, si se refleja en los costos totales de operación y mantenimiento en el periodo de concesión, debido a que la tasa de rodamiento se mantendrá en las mejores condiciones posibles, con una circulación continua sin frenadas bruscas que la deterioren aceleradamente.

Lo anterior también es aplicable al tramo existente ya que al disminuir el tránsito actual debido al nuevo tramo propuesto, los ciclos de pavimentación y mantenimiento serán menos frecuentes.

**ANEXO 1.3.a. - Clasificación total de las operaciones de tránsito que pueden ocurrir.**

Los niveles de servicio designados con las letras de la A a la F, del mejor al peor, comprenden la clasificación total de las operaciones de tránsito que puedan ocurrir.

El nivel de servicio A corresponde a una condición de flujo libre, con volúmenes de tránsito bajos y velocidades altas. La densidad es baja, y la velocidad depende del deseo de los conductores dentro de los límites impuestos y bajo las condiciones físicas de la carretera. No hay restricción en las maniobras ocasionadas por la presencia de otros vehículos: los conductores pueden mantener las velocidades deseadas con escasa o ninguna demora.

El nivel de servicio B corresponde a la zona de flujo estable, con velocidades de operación que comienzan a restringirse por las condiciones del tránsito. Los conductores tienen una libertad razonable para elegir sus velocidades y el carril de operación. Las reducciones de velocidad son razonables, con una escasa probabilidad de que el flujo del tránsito se reduzca.

El nivel de servicio C se encuentra en la zona de flujo estable, pero las velocidades y posibilidades de maniobra están más estrechamente controlados por los altos volúmenes de tránsito. La mayoría de los conductores perciben la restricción de su libertad para elegir su propia velocidad, cambiar de carriles o rebasar; se obtiene una velocidad de operación satisfactoria.

El nivel de servicio D se aproxima al flujo inestable con velocidades de operación aun satisfactorias, pero afectadas considerablemente por los cambios en las condiciones de operación.

Las variaciones en el volumen de tránsito y las restricciones momentáneas al flujo, pueden causar un descenso importante en las velocidades de operación. Los conductores tienen poca libertad de maniobra con la consecuente pérdida de comodidad.

El nivel de servicio E no puede describirse solamente por la velocidad, pero representa la operación a velocidades aun más bajas que el nivel D, con volúmenes de tránsito correspondientes a la capacidad. El flujo es inestable y pueden ocurrir paradas de corta duración.

El nivel de servicio F corresponde a circulación forzada, las velocidades son bajas y los volúmenes inferiores a los de la capacidad. En estas condiciones generalmente se producen colas de vehículos a partir del lugar en que se produce la restricción. Las velocidades se reducen y pueden producirse paradas debidas al congestionamiento. En los casos extremos, tanto la velocidad como el volumen puede descender a cero.

Ns = Nivel de Servicio.

C = Capacidad.

## CAPITULO II

### PLANEACION Y DESARROLLO

II.1.- AMPLIACION DE CARRILES EN LA AVENIDA  
INSURGENTES NORTE, TRAMO ACUEDUCTO DE -  
GUADALUPE-FRANCISCO J. MACIN.



II .1. AMPLIACION DE CARRILES EN LA AVENIDA INSURGENTES NORTE,  
TRAMO ACUEDUCTO-FRANCISCO J. MACIN.

La finalidad del proyecto es el abatimiento de pendientes del 8% existente al 3% y la ampliación de 3 carriles a 5 carriles por arroyo.

La primera etapa consta en la construcción con carácter de provisional del arroyo poniente, el cual llega de norte a sur, para poderlo dejar en operación con toda la carga de flujo vehicular en doble circulación, para que posteriormente se construya el arroyo oriente bajo las mismas condiciones en una segunda etapa del proyecto, pudiendose observar con mayor detalle esta situación en los croquis de ayuda para la explicación gráfica del proyecto mostrados posteriormente (Ver Anexos).

La anchura original de arroyo anteriormente a la presentación de este proyecto, se encontraba aproximadamente en el rango de los 10.50 m, quedando al finalizar el proyecto con una anchura de arroyo que se encuentra entre los 16.0 m y los 18.0 m, variando según especificaciones. La anchura de carriles en la culminación del proyecto es de aproximadamente 3.50 m y un número estimado de carriles por arroyo de 5 carriles, con un total de 10 carriles en ambos arroyos.

El programa de terminación de la obra se consideró al 31 de Mayo de 1971, teniendo como conceptos y volúmenes principales los siguientes:

Corte y Excavación -----	360,000 m <sup>3</sup>
Sub-bases y Bases -----	32,000 m <sup>2</sup>
Carpetas Asfálticas -----	82,000 m <sup>2</sup>
Concretos Hidráulicos -----	600 m <sup>3</sup>
Alumbrado Publico, Postes metálicos y lámparas V.S.A.P. -----	197 pzas.
Señalamiento para control de tránsito con señales verticales -----	350 pzas.
Señalamiento Horizontal -----	6 km de raya

La obra se encuentra ubicada en una zona totalmente conflictiva en todos los aspectos, con intenso flujo vehicular y presencia cercana de asentamientos humanos dentro del derecho de vía, obras y líneas inducidas muy próximas al área de trabajo; y lo más interesante, la presencia de roca, originándose la necesidad del uso de explosivos para la explotación de esta, bajo las condiciones que limitan la facilidad de maniobra exige que la voladura de roca en esta zona se haga con mucho cuidado, extremando todas las precauciones.

La estrategia y la planeación para implantar las alternativas de construcción se han estudiado cuidadosamente, para no afectar derechos y propiedades de terceros, tomándose todas las medidas

de seguridad en el uso de explosivos aún con la amenaza del tránsito vehicular y de la zona urbana y semi-urbana que existe en la obra.

Para poder lograr el abatimiento de pendientes en la obra y alcanzar los niveles indicados en el proyecto, es necesaria la disminución de la rasante en 14 m con respecto a la sección existente, por lo que se hacen útiles los medios de ataque a base de explosivos para lograr el corte que en su culminación dará alojo a los cuerpos de terraplén que forman la nueva estructura contemplando la ampliación de 3 carriles existentes a 5 carriles en el corte, con una anchura de arroyos superior y así lograr los objetivos y especificaciones estimados para satisfacer el proyecto (anexos II.1.a - II.1.k).

Para proceder a realizar los cortes y en sí la ampliación de carriles, se hacen necesarias adecuaciones en las vías alternas, de las que sobresalen las siguientes:

Para iniciar los trabajos de excavación en corte en el Arroyo poniente, es necesario desviar todo el tránsito que circula por esta vialidad y poder cerrar por completo toda la circulación.

Para que esto se logre es necesario, reparaciones y acondicionar los pavimentos de otras vías, como es el caso de Av. Acueducto de Guadalupe, Av. Morelos y Av. Emiliano Zapata, terminar algunas adecuaciones para la incorporación a doble circulación en el

de seguridad en el uso de explosivos aún con la amenaza del tránsito vehicular y de la zona urbana y semi-urbana que existe en la obra.

Para poder lograr el abatimiento de pendientes en la obra y alcanzar los niveles indicados en el proyecto, es necesaria la disminución de la rasante en 14 m con respecto a la sección existente, por lo que se hacen útiles los medios de ataque a base de explosivos para lograr el corte que en su culminación dará alojo a los cuerpos de terraplén que forman la nueva estructura contemplando la ampliación de 3 carriles existentes a 5 carriles en el corte, con una anchura de arroyos superior y así lograr los objetivos y especificaciones estimados para satisfacer el proyecto (anexos II.1.a - II.1.k).

Para proceder a realizar los cortes y en sí la ampliación de carriles, se hacen necesarias adecuaciones en las vías alternas, de las que sobresalen las siguientes:

Para iniciar los trabajos de excavación en corte en el Arroyo poniente, es necesario desviar todo el tránsito que circula por esta vialidad y poder cerrar por completo toda la circulación.

Para que ésto se logre es necesario, reparaciones y acondicionar los pavimentos de otras vías. como es el caso de Av. Acueducto de Guadalupe, Av. Morelos y Av. Emiliano Zapata, terminar algunas adecuaciones para la incorporación a doble circulación en el

Arroyo oriente de Insurgentes norte.

Los conceptos a la vista por ejecutar en las adecuaciones de las vías alternas son los siguientes:

- Excavaciones en caja en adecuaciones
- Sub-bases y bases
- Ampliaciones de corte a 4° carril ( Arroyo oriente )
- Bacheo
- Sobrecarpeta asfáltica de 5 cm.
- Demolición de estructuras para adecuaciones
- Desmontar postes de alumbrado
- Tala de árboles

Los recursos necesarios que se estiman y con los que se cuenta para las operaciones de adecuación son los siguientes:

- |                    |                             |
|--------------------|-----------------------------|
| - Cargador 45-B    | - Equipo de Pavimentación   |
| - Cargador 955-L   | - Esparcidor o pavimentador |
| - Motoconformadora | - 2 Compresores             |
| - PIPA de agua     | - 1 Petrolizadora           |

Conforme se encuentren operables zonas terminadas en el arroyo poniente, se irán dejando abiertas para su uso y así se procede a realizar las actividades de ampliación en el arroyo oriente, considerado como una segunda etapa del proyecto.

A continuación es necesario observar como explicación de lo descrito anteriormente, una explicación gráfica acerca de los objetivos primordiales de la obra con croquis de secciones tipo, de planta general, localización de la obra en planta situando calles y avenidas más importantes, perfil y niveles de proyecto (anexos II.1.a - II.1.k y figuras II.1.a,b,c); además de que se presenta programa de ejecución de obra, maquinaria y equipo que se empleará y finalmente una relación del personal básico con que se cuenta para la realización del proyecto (anexos II.1.l, II.1.m, II.1.n).

Con motivo de la ampliación y mejoramiento de la carretera México-Pachuca: Tramo Acueducto de Guadalupe-Río de los Remedios, es necesario modificar el recorrido normal vehicular, de la siguiente manera:

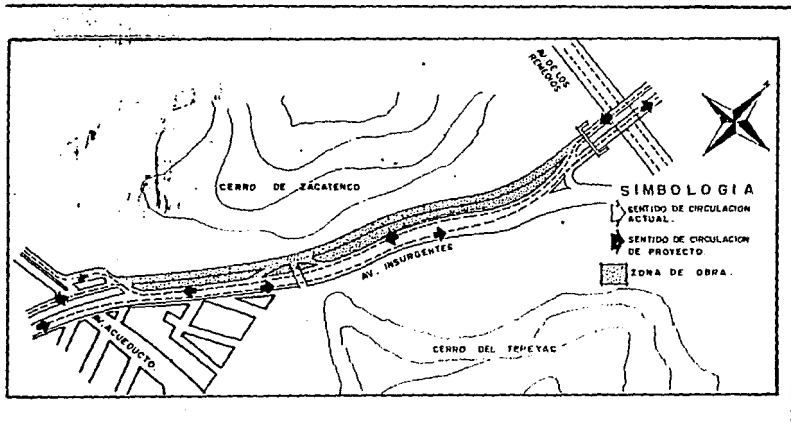
De Pachuca a México:

Los tres carriles actuales son cerrados a la circulación, el flujo vehicular se incorpora a dos carriles, los cuales han sido acondicionados para circular en doble sentido conjuntamente con el movimiento de México a Pachuca, a la altura del puente Acueducto de Guadalupe, se continua con el recorrido normal.

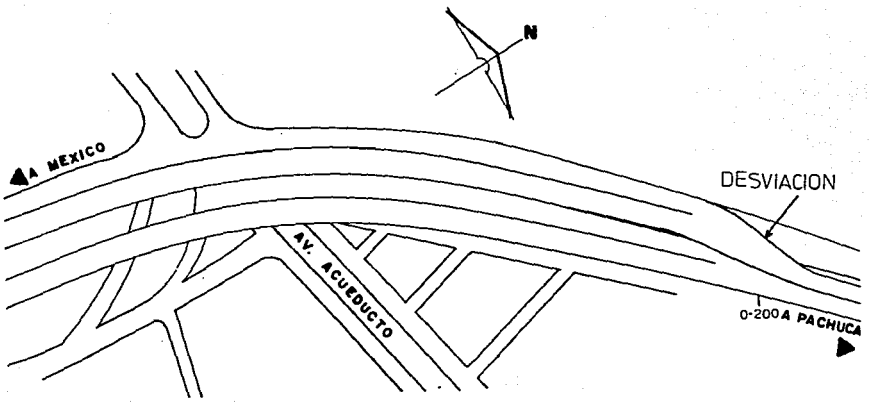
De México a Pachuca:

No se afecta el recorrido normal en esta etapa, únicamente tenemos una reducción de tres a dos carriles de circulación, los cuales han sido acondicionados para circular en doble sentido, en el tramo Acueducto de Guadalupe a la salida de la Av. Fco. J. Macín. En una segunda etapa del proyecto, conforme se vayan teniendo ampliado los carriles en el recorrido de Pachuca hacia México, se irán acondicionando para la circulación vehicular en doble sentido para que al mismo tiempo se puedan ir cerrando los carriles para la circulación en el recorrido de México hacia Pachuca, para poder realizar las labores de ampliación y mejoramiento en este tramo.

Figura II.1.a.- Croquis de planta general de la obra en su primera etapa.

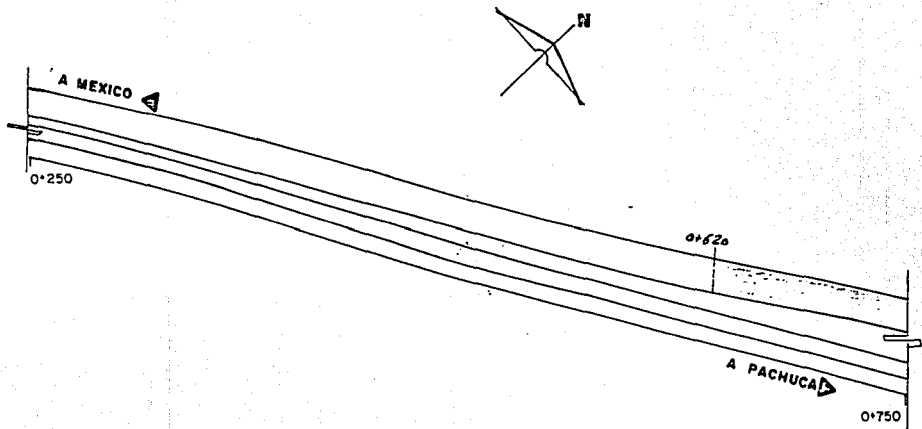


CROQUIS DE LOCALIZACION



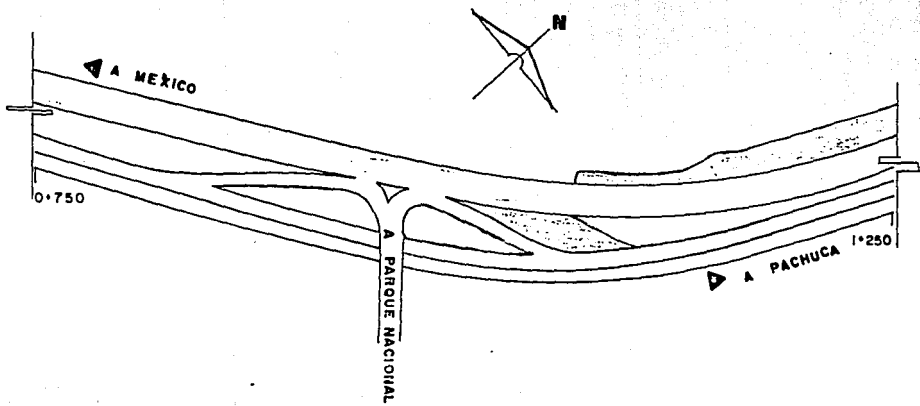


### CROQUIS DE LOCALIZACION



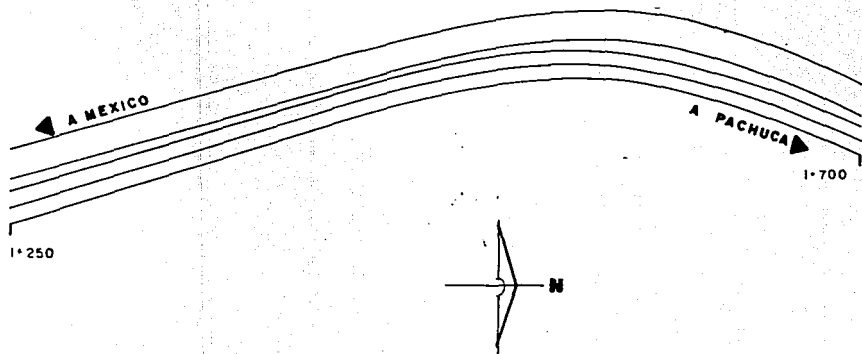
# CROQUIS DE LOCALIZACION

Anexo II.1.c. - Croquis de localización, ordenamientos  
0+750-1+250.

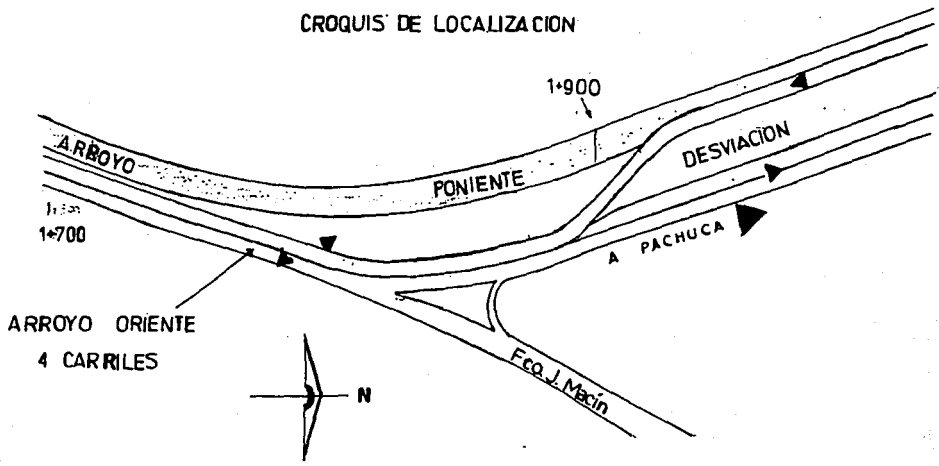


# CROQUIS DE LOCALIZACION

Anexo II.1.d. - Croquis de localización, cadenas de  
1+250-1+700.



### CROQUIS DE LOCALIZACION

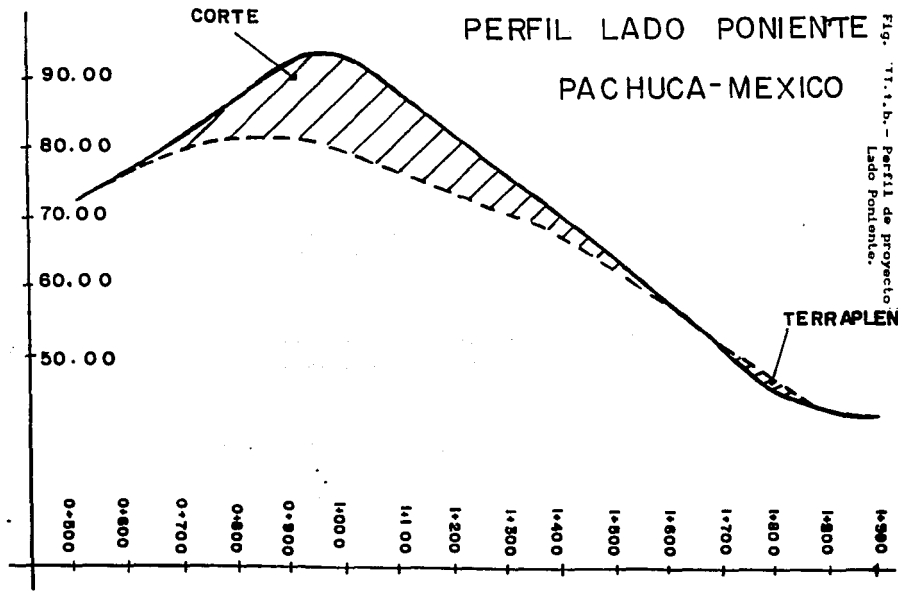


	ELEVACION TERRENO NATURAL	ELEVACION RASANTE
0+500	73.402	
	74.192	
	75.009	
	75.666	
	76.500	
0+600	77.378	77.378
	78.054	78.054
	78.607	78.723
	79.656	79.392
	80.580	80.060
0+700	81.580	80.729
	81.580	81.392
	82.712	81.823
	83.858	81.997
	85.506	82.000
0+800	87.791	82.000
	89.067	82.000
	90.327	82.000
	91.573	82.000
	92.414	82.000
0+900	93.181	82.000
	93.753	81.953
	94.120	81.698
	93.205	81.224
	93.785	80.670
1+000	93.424	80.115
	92.654	79.561
	92.019	79.607
	91.140	78.452
	90.082	77.892
1+100	89.060	77.344
	87.601	76.789
	86.739	76.235
	85.447	75.681
	84.242	75.126
1+200	83.156	74.572
	81.928	74.018
	80.860	73.463
	79.584	72.909
	78.432	72.354
1+300	77.280	71.742
	76.009	71.030
	74.916	70.227
	73.675	69.440
	72.223	68.654
1+400	71.400	67.857

	70.199   67.081
	68.872   66.280
	67.558   65.300
	66.354   64.400
1+500	65.294   63.400
	63.604   62.400
	62.265   61.400
	61.203   60.300
	59.737   59.200
1+600	58.437   58.100
	57.303   57.000
	55.965   55.900
	54.685   54.800
	53.475   53.700
1+700	52.304   52.600
	51.098   51.500
	49.760   50.400
	48.604   49.300
	47.280   48.200
1+800	46.030   47.100
	45.219   46.000
	44.900   44.954
	44.190   44.233
1+900	43.565   43.560
	-----

# PERFIL LADO PONIENTE PACHUCA-MEXICO

Fig. 11.1.b - Perfil de proyecto Lado Poniente.



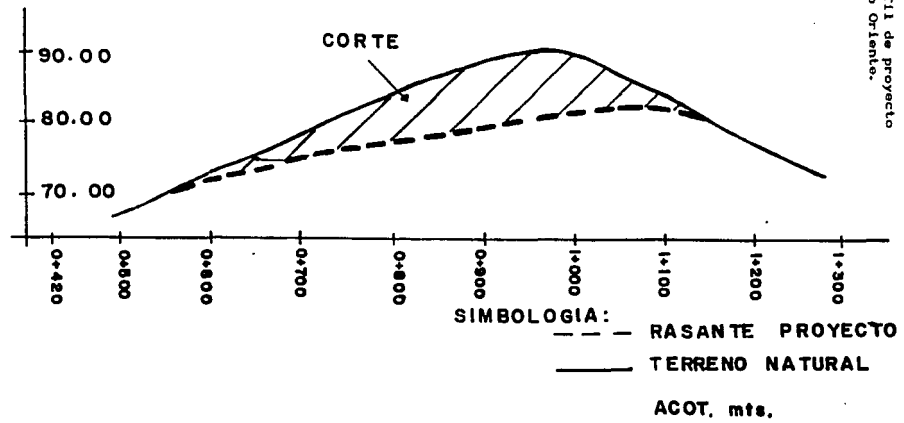
**SIMBOLOGIA:**    - - - RASANTE PROYECTO  
                  ——— TERRENO NATURAL

	ELEVACION TERRENO NATURAL	ELEVACION RASANTE
0+500	67.458 68.185 68.946 69.796 70.720	70.716
0+600	71.594 72.480 73.406 74.455 75.589 76.807 78.060 79.401 80.709 81.860	71.535 72.340 73.140 73.940 74.740 75.440 75.940 76.340 76.740 77.140
0+700	83.183 84.535 85.785 86.926 87.902	77.540 77.940 78.340 78.740 79.140
0+800	88.702 89.350 89.686 89.848 89.768	79.540 79.940 80.340 80.740 81.140
1+000	89.663 88.777 87.894 87.048 85.908	81.515 81.740 81.940 82.140 82.352
1+100	85.002 83.571 82.273 81.057 79.871	82.352 82.134 81.689 80.967
1+200	78.614 77.486 76.277 75.004 73.765	
1+300	72.551	



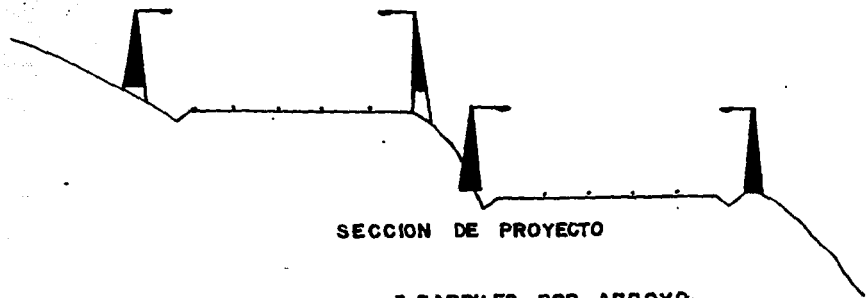
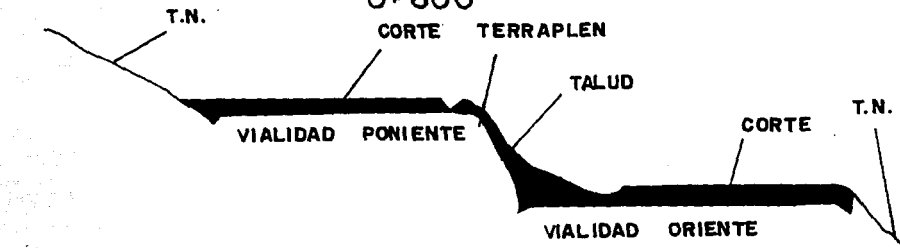
Fig. II.1.c. - Perfil de proyecto Lado Oriente.

# PERFIL LADO ORIENTE MEXICO-PACHUCA



# SECCION TIPO

0+600

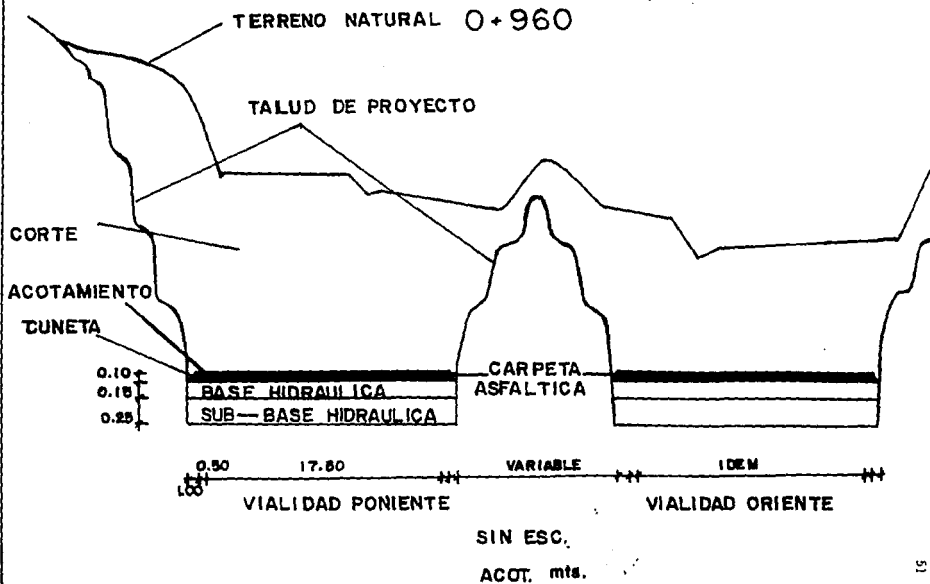


SECCION DE PROYECTO

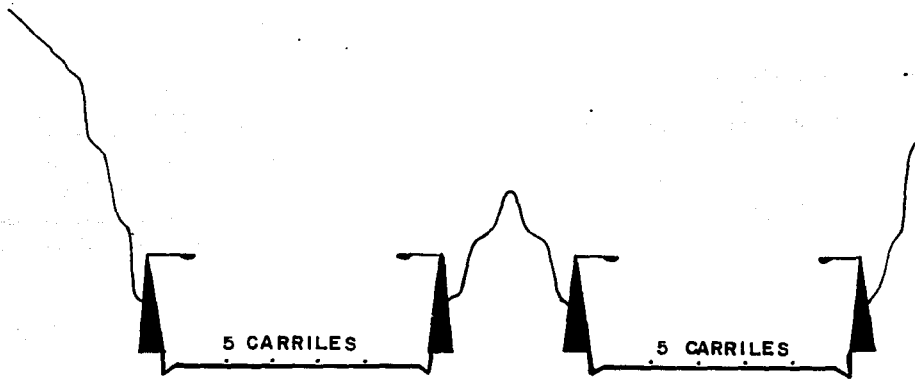
5 CARRILES POR ARROYO

# SECCION TIPO DE CONSTRUCCION

Anexo II.1.1.- Sección tipo de construcción, cadeneramiento 0+960.



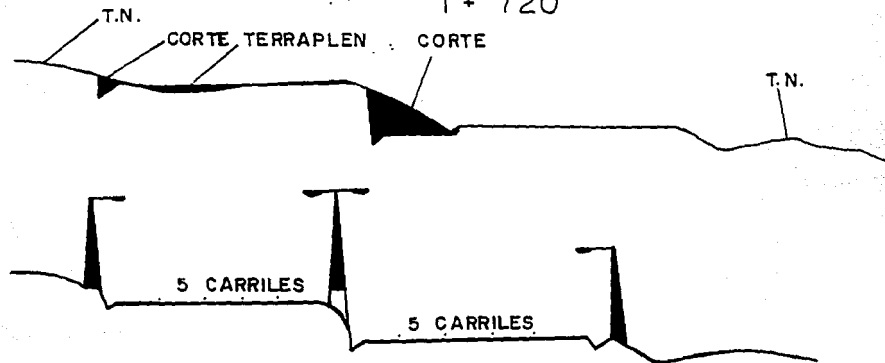
# SECCION DE PROYECTO



Anexo II.1.1.j. - Sección tipo de proyecto, cadeneramiento 0+000.

# SECCION TIPO

1 + 720



SECCION DE PROYECTO

Anexo II.1.1.- Maquinaria y equipo empleado en obra.

LA MAQUINARIA Y EQUIPO QUE SE EMPLEARA  
EN OBRA ES LA SIGUIENTE:

No. DE UNIDADES	DENOMINACION	TIPO	CAPACIDAD DEL EQUIPO
2	CAMION F-500	TANQUE	7000 lts.
6	CAMION F-500	VOLTEO	6.0 m <sup>3</sup>
1	CARGADOR	ORUGAS	2.25 Yd <sup>3</sup>
1	COMPACTADOR	MIXTO	-----
1	COMPACTADOR	AUT.-NEUMATICOS	-----
1	COMPACTADOR	AUT. TAMP.	-----
2	MOTOCORFORMADORA	COMPACTO	-----
2	CONFESOR	PORTATIL	600 Y 325 FEM
2	CAMION	GRUA	4.0 TON.
2	RETROEXCAVADORA	CAMION	5,900 Lts.
1	FLAUTA	SOLDAR	-----
1	RETROEXCAVADORA	ORUGAS	-----
1	RETROEXCAVADORA	ORUGAS	2.4 Yd <sup>3</sup>
1	TRACTOR	ORUGAS	-----
1	REVOLVEDORA	CONCRETO	11 SACOS
1	PERFORADORA	PIED	-----
1	PERFORADORA	TRACK-DRILL	-----
1	PAVIMENTADORA	ORUGAS-NEUMATICOS	-----

**Anexo II.1.m. - Programa de personal básico utilizado en obra.**

EL PROGRAMA DE PERSONAL BASICO UTILIZADO  
EN OERA ES EL SIGUIENTE:

AREA	CATEGORIA	CANTIDAD
TECNICA	SUPERINTENDENTE DE OBRA	1
TECNICA	SUPERINTENDENTE DE MAQUINARIA	1
ADMINISTRATIVA	JEFE ADMINISTRATIVO	1
TECNICA	JEFE DE OBRA	1
TECNICA	JEFE DE FRENTE	1
TECNICA	SOBRESTANTE DE OBRA	1
TECNICA	TOPOGRAFO	1
TECNICA	CADENERO	2
TECNICA	DIBUJANTE	1
TECNICA	CHECADOR DE MATERIALES	2
TECNICA	LABORATORISTA	1
TECNICA	CHECADOR DE MAQUINARIA	1
TECNICA	AUXILIAR	2
ADMINISTRATIVA	JEFE DE PERSONAL	1
ADMINISTRATIVA	TOMADOR DE TIEMPO	1
ADMINISTRATIVA	ENCARGADO DE COMPRAS	1
ADMINISTRATIVA	ENCARGADO DE FLETES	2
ADMINISTRATIVA	ALMACENISTA	1
ADMINISTRATIVA	DESPACHADOR DE ALMACEN	2
SERVICIO	RADIO OPERADOR	1
SERVICIO	AFANADORA	1
SERVICIO	COCCINERA	2
TECNICA ADMINISTRATIVA	SECRETARIA	1
TECNICA SERVICIO ADMINISTRATIVO	CHOFER	6
TECNICA SERVICIO ADMINISTRATIVO	VIGILANTES	2

LA EVOLUCION DE LA OBRA SEHA DE MONTEJO AL SIGUIENTE PROGRAMA:

CONCEPTO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
LIMPIEZA, DESMONTAJE Y DESPILAJE					
REBATELAMIENTO Y APALILACION DE CORTE					
CORTE Y ENRIACION EN ZONA DE CONSTRUCCION DE VIALIDAD					
SOBREROSAPADOS					
DEROLICION, PREPARACION DE SUBRASANTE Y CONFORMACION DE TERRAPLEN					
SUB-BASE Y BASE DE ORAMA CEMENTADA					
RIEGO DE IMPERMEABILACION, DE LIGR Y CONSTRUCCION DE CUBIERTA PERFORADA Y SELLO CON CEMENTO PORTLAND					
CONCRETOS EN BANQUETA, GUARNICION, CUNETAS, PLANTILLAS Y CONCRETO ESTRUCTURAL					
ACERO DE REFUERZO CUBIERTA DE MADERA COMUN Y ARRASTRANTE					
FABRICACION Y SUMINISTRO DE PARRILLO DE TUBO DE ACERO DE 7.5 CMS. DIAM.					
EXCAVACIONES Y RELLENOS EN OBRA PARA TUBERIAS					
OBRA DE OBRA, SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBERIAS DE CONCRETO					
ALIBRADO DE VIALIDAD					
SEÑALAMIENTO DE CONTROL DE TRAFICO: PROVISIONAL Y DEFINITIVO VERTICAL Y HORIZONTAL.					



### Anexo II.1.o.- Clases de concreto estructural.<sup>(1)</sup>

El concreto empleado para fines estructurales puede ser de dos clases: clase 1, con peso volumétrico en estado fresco superior a  $2.2 \text{ ton/m}^3$ , y clase 2, con peso volumétrico en estado fresco comprendido entre  $1.9$  y  $2.2 \text{ ton/m}^3$ .

Dependiendo del tipo de obra, se seleccionará la clase de concreto a utilizar, siendo necesario el concreto clase 1 en obras que por su utilidad requieran mayor resistencia (escuelas, hospitales, iglesias, etc.) y en general todas aquellas cuya falla estructural podría causar la pérdida de un número elevado de vidas o pérdidas económicas o culturales excepcionalmente altas, o que constituyan un peligro significativo por contener sustancias tóxicas o explosivas, así como construcción cuyo funcionamiento es esencial a raíz de una emergencia urbana.

El concreto clase 2 puede ser utilizado en construcciones comunes destinadas a vivienda, oficinas y locales comerciales, hoteles y construcciones comerciales e industriales de menor importancia y peligro trascendente que en las construcciones mencionadas para el concreto clase 1.

Los concretos clase 1 tienen una resistencia a la compresión ( $f'c$ ) igual o mayor que  $250 \text{ kg/cm}^2$  y los concretos clase 2 inferior a  $250 \text{ kg/cm}^2$ .

La resistencia a la tensión se encuentra de la siguiente forma:

$$\text{concreto clase 1} \quad 1.5(f'c)^{1/2}$$

$$\text{concreto clase 2} \quad 1.2(f'c)^{1/2}$$

Módulo de elasticidad:

$$\text{concreto clase 1} \quad 14000(f'c)^{1/2} \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{concreto clase 2} \quad 8000(f'c)^{1/2} \text{ kg/cm}^2$$

(1) Reglamento de construcciones para el D. F., 1987.

Dentro del desarrollo de la alternativa: Ampliación de carriles en la Av. Insurgentes Norte, tramo Acueducto-Francisco J. Macín; se observan las siguientes actividades a ejecutar, mismas que se contemplan en el análisis de precios unitarios, útiles en la estimación de los costos principales necesarios para la presupuestación general en esta alternativa:

En todos los casos de las actividades que configuran la obra en general, aunque no se haga mención de ello en algunos casos, es considerado el auxilio de la mano de obra así como de la herramienta necesaria para la ejecución de dichas actividades en el proceso de avance de la obra.

- Se realizan las adecuaciones de las vías alternas para poder evitar por completo la circulación y contar con mayor maniobrabilidad y facilidad de operación, preparándose para realizar trabajos proyectados.

- Limpieza, trazo y nivelación de la zona de trabajo, utilizando conos de plástico y chalecos reflejantes el personal ( cadeneros, ayudantes y señaleros ), como señalamiento preventivo y dentro de su equipo de ayuda cuentan con nivel y tránsito como lo más sobresaliente

- Desmante del terreno en la zona de trabajo, efectuándolo a mano y por medios mecánicos, como con tractor de orugas para realizar desyerbe, desenraice, tala de árboles, extracción y retiro de tocones.

- Despalme del terreno en la zona de trabajo, efectuándolo sobre cualquier clase de material de hasta 30cm de espesor, esto realizado a mano o por medios mecánicos, como en el caso anterior.

- Corte y excavación sobre roca por medios mecánicos ( perforadora de piso, manual y perforadora de orugas ) y utilización de explosivos en la zona de construcción de la vialidad, para alcanzar los niveles de proyecto.

- Es necesario demoler los elementos estructurales de concreto armado existentes sin dañar el acero de refuerzo, como guarniciones, banquetas, losas, muros, contratraves, etc; pudiendo llevar a cabo esta actividad a mano o bien por medios mecánicos y finalmente acarrear con camión el material producto de la demolición a una distancia de 18 km.

- Preparación, conformación y compactación de la subrasante en los arroyos, a base de escarificación y relleno con producto de la excavación de la estructura existente, utilizándose como equipo para realizar ésta actividad motoconformadora y compactador.

- Suministro y colocación de la sub-base de grava cementada según especificaciones, compactada al 95% de su p.v.s.m., ( Peso Volumétrico Seco de la Muestra ) aproximadamente de 1700 a 1600 kg/m<sup>3</sup>, en capas no mayores de 0.20m de espesor, auxiliándose de agua con pipa de 7,000 lts. en la compactación al igual que de un

compactador y en la colocación del material con la ayuda de motoconformadora; igual que en otros casos acarreo del material a 18 km. utilizando camión de volteo.

- Suministro y colocación de base de grava cementada, controlada y compactada al 98% de su p.v.s.m. con capas no mayores de 20cm de espesor. (p.v.m. de 1850 a 1950 kg/cm<sup>3</sup>), operación realizada en forma similar que para la sub-base.

- Demolición de la carpeta afáltica ya existente de 10.0 a 30.0 cm de espesor con cuña y marro o por medios mecánicos con compresor y perforadora y acarreo a 15 km. de distancia.

- Conformación de cuerpo de terraplén, con tractor sobre orugas motoconformadora y compactador para el proceso de compactación usándo camión de volteo para los acarreos locales necesarios, para dos carriles de circulación, bajo la técnica de ángulo de reposo de relación 2 horizontal 1 vertical dónde se requiera ésta técnica, hasta lograr los niveles indicados en el proyecto, con la ayuda de agua como material para la formación del terraplén.

- Conformación del cuerpo del terraplen. para dos carriles de circulación. dando el área indicada en el proyecto, bajo la técnica de muro de contención de concreto reforzado dónde se especifique debido a los requerimientos, hasta lograr los niveles indicados en el proyecto; con uso de materiales y maquinaria similar a la técnica anterior, excluyendo lo necesario para la fabricación del muro de contención.

- Riego de impregnación con asfalto rebajado FM-2 sobre la base a razón de  $1.50 \text{ lts/m}^2$  y uso para su aplicación petrolizadora y barrido con compresor.
- Riego de liga con asfalto rebajado FR-3 a razón de  $0.5 \text{ lt/m}^2$ , en la misma forma que para el riego de impregnación.
- Construcción de la carpeta de concreto asfáltico de 10 cm. de espesor compactado, agregado máximo de  $3/4"$  de diámetro elaborado en planta. Para ésto anteriormente se realiza trazo y nivelación, para conformación definitiva, esparciendo posteriormente riego de liga con bachador en remates, juntas y recargues, con lo que finalmente se puede ejecutar el tendido de la mezcla asfáltica usando pavimentadora como equipo y para todo esto se hace necesaria la presencia de señalamiento de tipo provisional luminoso eléctrico y metálico, este último a base de barreras, señales con figuras e informativas. Se utiliza como equipo de ayuda en ésta actividad, camión de volteo para el transporte del señalamiento provisional; compresor portatil en el barrido y la limpieza posterior a la pavimentación; pavimentador, diferentes tipos de compactadores y camión para acarreo de la mezcla desde una distancia de 22 km.
- Sello con cemento Portland aplicado en los pavimentos y posterior cepillado doble de la lechada de cemento.
- Banqueta de concreto simple de  $f'c$  de  $150 \text{ g/cm}^2$  premezclado con

agregado máximo de 40 mm., su preparación, conformación y compactación de subrasante en forma manual, incorporación de agua, relleno de tepetate de 10 cm. de espesor compactado al 85% proctor.

- Guarnición de concreto simple  $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$  con agregado máximo de 40 mm. de sección trapezoidal, como delimitante entre el ancho de la vialidad y el parámetro de la calle.

- Cuneta a base de concreto  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ . con las especificaciones que se indican en el proyecto, fabricado con la ayuda de revolvedora de cono.

Las siguientes actividades se consideran como complementarias, pero igualmente necesarias e importantes que las anteriores ya que se encaminan hacia la preparación e instalación de estructuras y aditamentos para drenaje, contención de terraplenes, señalamiento, iluminación, etc., y actividades que sirven de culminación de otras actividades, como el relleno de excavaciones, retiro de postes y mobiliario urbano, etc.

- Plantilla sobre la superficie de desplante de 5 cm. de espesor, de concreto simple  $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$ .

- Losas de cimentación o contratraves, muros y ménsulas, columnas y cabezales, deflectores en firmes de compresión y elementos

estructurales premezclados o preparados con concreto hidráulico de  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$  tipo estructural clase 1.<sup>(1)</sup> Estos elementos estructurales utilizados como refuerzo para el caso de puente peatonales, en pasos inferiores de drenaje, lugares donde se situen alcantarillas y en el caso de los muros se utilizan como contención del terraplen, etc.

- Suministro, tendido y habilitado de acero de refuerzo de  $f'y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$ , utilizado como armado de los elementos estructurales mencionados en el inciso anterior

- Suministro y habilitado de cimbra común para los elementos estructurales.

- Suministro y habilitado de cimbra aparente para los elementos estructurales.

- Fabricación, suministro y colocación de parapeto de tubo de acero de 7.5 cm de diámetro con postes de 5 cm de diámetro a cada 2 m.

- Excavación en cepa, por medios mecánicos o manuales, para dar alojamiento a las tuberías de drenaje, cables para energía eléctrica, cimentaciones de muros, etc.

- Relleno de excavaciones con tepetate para las estructuras, pudiendo también utilizar el tepetate como relleno para alcanzar los niveles de proyecto, colocándolo en capas de 20 cm de

(1) Ver anexo II.1.o.

espesor, compactandolas con rodillo vibratorio al 90% proctor, previa incorporación del agua necesaria.

- Suministro y tendido de cama de arena, para tendido de tubería de 10 cm de espesor promedio.
- Suministro, tendido e instalación de tubería de concreto simple de 90 cm de diámetro para el drenaje.
- Suministro y colocación de poste cónico, circular fabricado en lámina de acero, para iluminación de la vialidad.
- Suministro, tendido y colocación de dos vías de ductos de concreto simple de 10 cm de diámetro, con recubrimiento de mortero asfáltico, para banqueta de tierra en cepas de 0.30m de ancho por 0.50m de profundidad, utilizadas para dar alojamiento al cableado necesario en la iluminación.
- Construcción de cimiento para arbotante de 12 m de altura de concreto  $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ .
- Construcción de registros para luminarias de concreto  $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$  para las conexiones de las mismas.
- Suministro, colocación y prueba de cable de colores monopolar de 600 volts.
- Suministro, prueba y colocación de luminarias.



- Combinación de interruptor termomagnético.
- Celda fotoeléctrica.
- Retiro de postes y mobiliario urbano.
- Señalamiento de tránsito (raya separadora de carriles color blanco reflejante).
- Señalamiento de tránsito (raya de acotamiento color blanco reflejante).
- Señalamiento de tránsito (aguja color blanco reflejante).

# **CAPITULO III**

## **PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS DE ALTERNATIVAS**

**III.1.- SOLUCION VIAL MICRO. / III.2.- SOLUCION  
VIAL MACRO DEL TIPO CONCESIONADO.**

### III. PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS DE ALTERNATIVAS.

#### III.1. SOLUCION VIAL MICRO.

Para la alternativa de solución vial micro, se utilizan como procedimientos constructivos en las principales actividades del proyecto, los siguientes:

Las demoliciones se ejecutarán en elementos estructurales y de roca, teniendo así, demoliciones en las guarniciones ó muros, losas de concreto, puentes, cunetas y zampeados; y se hace necesaria la utilización del siguiente equipo:

Compresor 600 P.C.M. con un rendimiento de  $3\text{m}^3/\text{hr}$  y utilización de este equipo en un 40%, lo que con el volumen de obra de  $190\text{ m}^3$ , indica que el tiempo total de uso de este equipo, se encuentra aproximadamente en el rango de 64 horas. ( $190\text{m}^3/3\text{m}^3/\text{hra}$ ).

Rompedoras de piso.

Retroexcavadora con martillo hidráulico, con rendimiento de  $30\text{ m}^3/\text{hr}$ , utilizada en un 60%, vol. de ejecución de  $284\text{ m}^3$  y uso de 10 horas.

En la carga se utiliza 80% un cargador 45-8 con rendimiento de  $60\text{ m}^3/\text{hr}$ . para un vol. de carga de  $380\text{m}^3$ , en un tiempo de 7 horas.

El porcentaje restante de carga es ejecutado a mano con 4 ayudantes un volumen de  $94\text{ m}^3$  en 7 turnos.

El retiro de postes y mobiliario urbano se ejecuta desmontando las piezas de las unidades con grúa Hiab y se pacta un

subcontrato para el acarreo de los materiales.

También es necesario el retiro de parapeto metálico, dejándola preparada la zona en la cual se llevarán a cabo los trabajos, concepto que se ejecuta con grúa Hiab en la maniobra de carga y acarreo; una cuadrilla de personal para el desmontaje y desatornillado, así como la extracción de postes y bases de concreto.

La estrategia a seguir para el corte y despalle en la zona de construcción de la vialidad del proyecto, se basa en dos partes: Primero.- Los volúmenes de carpeta asfáltica y base existente en la estructura del pavimento, debe ser utilizado para la nueva estructura de acuerdo con el procedimiento de fresado ( corte en frío ), con rotomill y depositando el volumen en áreas disponibles para su posterior uso en un porcentaje con el material de sub-base.

Segundo.-El espesor de base existente se escarificará y se almacenará de igual forma en áreas disponibles para su reutilización en obra.

El corte restante se ejecuta de la manera siguiente:

Primero.-Existe ampliación de cortes en relación con la sección actual, estos cortes se ejecutan con tractor D-8 ó equivalente, gavilaneando ó bien valconeando en algunos casos y en anchos muy cortos en plantillas de anchos mínimos para el tractor.

En estos casos el rendimiento del tractor se baja considerablemente por la falta de área para maniobras al 40% de su capacidad.

El volumen que se moverá bajo estas condiciones es equivalente al

12% del volúmen total.

Segundo.-después de la ampliación de cortes, se procede con la excavación en todo el ancho de la vialidad de proyecto; con anchos de 18m. pero siempre en el mayor de los casos en cajón, lo cual también reduce la capacidad de rendimiento al 45% aproximadamente, debido a que un tractor D-8 ó equivalente necesita área para rendir en toda su capacidad de 40m de ancho por 50m de largo, es decir, 2,000 m<sup>2</sup> para lograr acarreos de 20m.

El ancho disponible es de 18m por lo que con los 50m de largo tenemos un área de 900m<sup>2</sup> de área en la cual se rendirá.

Para la preparación de la sub-rasante se opera un volúmen de 9,261 m<sup>3</sup>, cuya capa tendrá un espesor promedio de .30m, y se ejecuta en capas de 0.15 cms, con material de banco.

Es posible que el material producto del corte pueda ser utilizado como capa de subrasante, el cuál debe almacenarse para tratarlo posteriormente.

La conformación y compactación de la sub-rasante se ejecuta inmediatamente a la terminación de las excavaciones realizadas al nivel del proyecto.

El procedimiento de conformación y compactación de la sub-rasante consiste en lo siguiente:

- 1.- Para las zonas dónde existe material II<sup>(1)</sup>, se escarifica y compacta al 90% con motoconformadora y compactador vibratorio.
- 2.- En zonas de material III<sup>(2)</sup> se afina excavación y se compacta. La sub-base tiene un espesor de 35 cm y el proceso de construcción de esta capa se menciona a continuación:

(1) Material Regularmente Duro: calizas, conglomerados, etc.

(2) Material Duro: Roca.

Se reutiliza el material existente, que se obtendrá del fresado de la carpeta y mezclándose con la base escarificada y acamellonada en proporción de 40% fresado y 60% de material producto de escarificado existente.

En el análisis del corte, se obtiene que  $1,500 \text{ m}^3$  de carpeta y  $4,500 \text{ m}^3$  de base, hacen un total de  $6,000 \text{ m}^3$  por arroyo y en los dos arroyos se tendrían  $12,000 \text{ m}^3$ .

Utilizando la proporción se tiene lo siguiente:

$3,000 \text{ m}^3 = 40\%$  de material fresado.

$7,500 \text{ m}^3 = 60\%$  de base escarificada!

Lo que daría un total de  $10,500 \text{ m}^3 = 100\%$  de sub-base.

Del volumen total necesario para el arroyo poniente de aproximadamente  $21,609 \text{ m}^3 \times 0.5 = 10,804 \text{ m}^3$ , significa que con todo el volumen del fresado de los dos arroyos se termina la sub-base del arroyo poniente; sin embargo el fresado que se puede tener es el del mismo arroyo:  $1,500 \text{ m}^3$ .

Por lo tanto:  $1,500 \text{ m}^3 / 0.40 (\%) = 3,750 \text{ m}^3$  de material escarificado, de esto se logra un volumen total de sub-base de  $1,500 \text{ m}^3$  de fresado +  $3,750 \text{ m}^3$  de escarificado =  $5,250 \text{ m}^3$ .

Terminada la capa de sub-base, se procede a colocar la capa de base hidráulica, con material de grava controlada y con un espesor de 15 cm, contando con dos alternativas en su ejecución: Como primera alternativa se utiliza estabilizador Mitland estacionario para el tendido y compactación del material, logrando así la homogeneización de humedad del mismo, lo cual se realiza a base de humedecer el material utilizando como equipo una pipa de agua con rendimiento de  $40 \text{ m}^3 / \text{hora}$  de base hidráulica y finalmente con este proceso obtener los objetivos.

La segunda alternativa es un proceso que se realiza descopetando con Motoconformadora el material acamellonado, formando otro nuevo camellón, incorporando agua por capas con pipa de 7,000 litros. Seguidamente igual con motoconformadora se procede al tendido, colocación y afine del material, para que finalmente se realizara la compactación. Los rendimientos en estas actividades varían, siendo de 30 m<sup>3</sup>/hora para el proceso de incorporación de humedad, de 20 en el tendido, colocación y afine y finalmente en la compactación de 50 m<sup>3</sup>/hora.

Terminada la base hidráulica se impregna con material asfáltico FM-1 en proporción de 1.5 lt/m<sup>2</sup> como riego de impregnación con una petrolizadora de rendimiento sobre el rango de 1,200 lt/hora, habiendo antes barrido la superficie por impregnar, con escoba mecánica con 500 m<sup>2</sup>/hora de rendimiento.

Después del riego de impregnación se procede a colocar la carpeta asfáltica, primero, se coloca un riego de liga con asfalto rebajado FR-3 o emulsión asfáltica catiónica RR-2K (cuando se utiliza FR-3, es necesario el calentamiento previo en la petrolizadora); llevando a cabo igual que en el riego de impregnación, el proceso de limpieza y barrido. Los rendimientos para esta actividad son de 1,200 lts/hr. en el riego con petrolizadora que cuenta con una capacidad de 4,500 lts., 1,000 m<sup>2</sup>/hr. en la limpieza y barrido con compresor.

Terminada la base hidráulica con riego de liga, se procede a colocar la carpeta asfáltica y el procedimiento es el siguiente:

- 1.-El suministro de la mezcla se considera que puede ser la planta de Ecatepec, ubicada a 20 km. de la obra, o bien, la

planta del D.D.F. que se encuentra a 45 km., siendo más económica esta última pero se requiere pagar por adelantado y con cheque certificado como condiciones.

2.-Para el tendido se utilizará un pavimentador Barber-Greene SR-41, con un rendimiento de  $25 \text{ m}^3/\text{hr.}$  (proceso de tendido, colocación y compactación) para que seguidamente se proceda a la compactación utilizando dos compactadores, un CC-43 y otro S/N rindiendo ambos  $40 \text{ m}^3/\text{hr.}$ , además de una pipa de agua de 7,000 lts para el acarreo de la misma.

Terminada la carpeta asfáltica se procede a colocar el sello para sellar la textura abierta y evitar la permeabilidad de la carpeta, procedimiento que se lleva a cabo con lechada de cemento Portland, que se aplica esparciendo el cemento y con agua cepillando se forma lechada que se impregna y tapa el poro y grietas que existan.

Las banquetas de concreto simple se colocan en las áreas terminadas y dónde se puedan entregar tramos terminados de  $2 \times 2$  mts.. El procedimiento a seguir de colocación es rellenando con tepetate compactado al 90% y su espesor es de 10 cm, posteriormente se fabrican con concreto simple de  $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$  premezclado.

Se colocan guarniciones de concreto dónde el proyecto lo solicite, de tal forma que delimiten el ancho de la vialidad con el parámetro de la calle. El proyecto de la guarnición equivale a lo siguiente: 0.20 m. en la base, 0.15 m. en la corona y 0.50 m. de altura, con un volumen trapezoidal (volumen del trapecio) de



0.0875 m<sup>3</sup>/ml.

Durante la ejecución de los cortes y excavaciones en general, se preparan las excavaciones en cunetas, posteriormente se afirman y se preparan conformando la sección que se necesite de acuerdo con el proyecto: como cimbra se colocan cercas de madera para colocar tramos y losas de 2 mts. de largo; ésto conforma el proceso de construcción de las cunetas de concreto hidráulico.

Para los muros de contención y losas de concreto hidráulico, se ejecutan todas las preparaciones necesarias de cimbra y acero de refuerzo para posteriormente colocar el concreto hidráulico premezclado de resistencia equivalente a 250 kg/cm<sup>2</sup>. El acero de refuerzo se colocará con una resistencia de  $F_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$  y de acuerdo con el proyecto se habilitará el refuerzo correspondiente en obra.

El relleno de las excavaciones se realizará con material inerte ( tepetate ), para aprovechar las tuberías de los drenajes, con el siguiente procedimiento:

El material procede del banco Los Gallineros, el cuál es acarreado de una distancia de 25 km. a la obra. El material se descarga en los frentes por rellenar, posteriormente se deposita a mano en las zanjas para compactar por capas no mayores de 15 cm. previa incorporación de humedad. La compactación se ejecutará con placa vibratoria y rodillos vibratorios manuales del tipo PR-8.

## Anexo III.1.a. - Localización y altura del muro de contención.

## MURO DE CONTENCIÓN

La localización del muro de contención varía dependiendo de la topografía y especificaciones de mecánica de suelos.

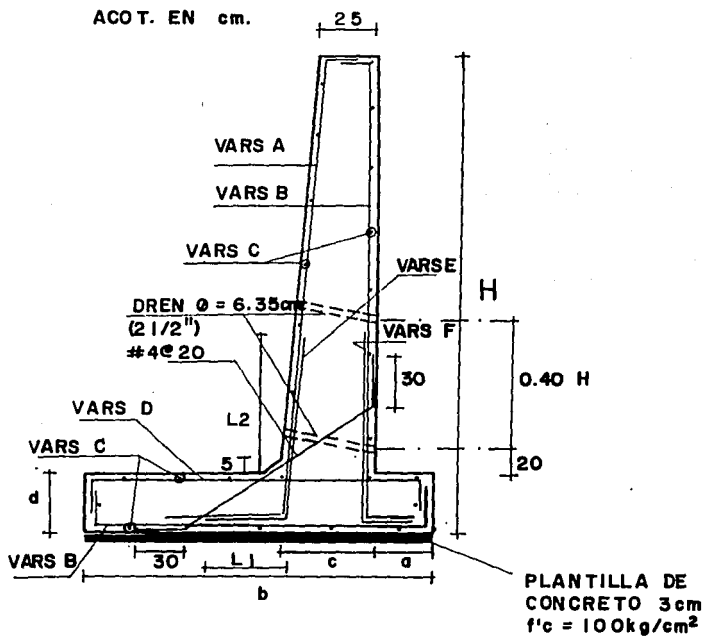
El muro de contención siempre debe desplantarse sobre roca firme, nunca sobre material de relleno.

## LOCALIZACIÓN Y ALTURA DEL MURO DE CONTENCIÓN

CADENAMIENTO	H (Cm)
0 + 460	50
0 + 480	460
0 + 500	50
0 + 510	(Inicia Muro)
0 + 520	340
0 + 540	500
0 + 560	70
0 + 570	(Termina Muro)
0 + 620	50
0 + 640	210
0 + 660	50
0 + 750	(Inicia Muro)
0 + 760	440
0 + 780	360
0 + 790	(Termina Muro)

Anexo III.1.b. - Dimensiones y armado de muro de contención.

# MURO DE CONTENCION



- a = 0.1 H
- b = 0.6 H
- c = 0.1 H 25
- d = TABLA DE ARMADOS

## Anexo III.1.c.- Tabla de armados de muro de contención.

TABLA DE ARMADOS

H(cm)	A		R	M	A		D		O	S	d(cm)
DESDE-HASTA	VsA	VsB	VsC	VsD	VsE	VsF	L1	L2			
50-100	#4@20	#4@20	#4@25	#4@20	***	***	***	***	***	***	20
100-200	#4@20	#4@20	#4@25	#4@20	***	***	***	***	***	***	30
200-300	#6@20	#4@15	#4@15	#6@30	***	***	***	***	***	***	40
300-400	#6@20	#4@15	#4@15	#6@25	***	***	***	***	***	***	50
400-500	#6@15	#6@25	#6@25	#6@15	***	***	***	***	***	***	60
500-600	#6@15	#6@25	#6@25	#6+1#4@15	#4@15	#4@25	50	150			70
600-700	#6@15	#6@25	#6@20	#6+1#4@15	#4@15	#4@25	50	250			80

### III.2.- SOLUCION VIAL MACRO DEL TIPO CONCESIONADO.

La propuesta técnica ha sido conceptualizada en base a los estudios realizados con datos obtenidos en la Comisión de Transporte del Estado de México (COIREM), en la empresa de Ingeniería de Sistemas de Transporte Metroopolitano (ISTME) y por observación directa, seleccionada como la mejor entre otras opciones de solución.

El planteamiento para mejorar a largo plazo las condiciones actuales se realiza a partir de las siguientes consideraciones:

- Es conveniente separar del flujo general a los vehículos pesados (Autobuses y Camiones), a fin de reducir los retrasos provocados por el efecto de pendiente pronunciada.

- En el transporte público de pasajeros se traslada el 84% de los usuarios del tramo Indios Verdes, mientras que el restante 16% utiliza el transporte privado, lo que representa el 70% de la demanda vehicular.

- Para separar los distintos tipos de vehículos y eliminar los efectos recíprocos en su operación, es conveniente establecer una vía de circulación continua para el uso del transporte privado y del transporte público de largo recorrido.

- El monto de las obras requeridas para una vía de circulación continua, con acceso controlado, se puede obtener con

financiamiento privado, por lo cual sería necesario cobrar el peaje para recuperar la inversión.

- Con objeto de no repercutir en el costo de las obras necesarias para la vía rápida a los usuarios que no estén dispuestos a pagar el peaje, es conveniente mantener un tramo paralelo y adyacente

- Con el fin de tener la óptima tarifa y el menor periodo de recuperación de la inversión, es necesario relizar el mínimo de obras con máxima eficiencia.

La propuesta cumple con las anteriores consideraciones:

Anteriormente, quedó establecido que la Autopista México-Pachuca tiene dos carriles por sentido al sur de la caseta de cobro, aumentando a tres carriles en el entronque con la Vía Morelos, disminuyendo su nivel de servicio por la pendiente longitudinal del tramo al sur del Río de los Remedios, mismo al que ya se le incorporó el flujo vehicular procedente de dicha vía.

Para evitar este obstáculo se propone ligar la Autopista con una vía confinada que se construya exprofeso sobre el derecho de vía de las torres de alta tensión, la que se encuentra al sureste de la autopista y de la Av. Insurgentes.

La liga entre Av. de las Torres y la Autopista debe lograrse en ambos sentidos; por lo tanto, es conveniente realizar las adecuaciones a la sección transversal, alojando entonces tres

carriles de circulación en cada sentido sobre el camellón actual y manteniendo los arroyos existentes para el tránsito libre de peaje.

Sobre la Av. de las Torres se requieren también tres carriles de circulación confinados y dos laterales de dos carriles, para el servicio de la zona urbana adyacente.

Para lograr la continuidad que se propone, es necesario llevar a cabo las siguientes obras:

- 1.- Un puente vehicular de tres carriles y un paso inferior también de tres carriles, para unir la Av. Insurgentes con la Av. de las Torres y propiciar la incorporación a la vía de cuota.
- 2.- Un puente vehicular sobre la Av. Acueducto de seis carriles.
- 3.- Dos túneles carreteros de tres carriles cada uno.
- 4.- Un paso inferior de seis carriles para la incorporación con la autopista antes del Río de los Remedios.
- 5.- Modificar el puente de incorporación a la Av. Emiliano Zapata.
- 6.- Un puente para la incorporación a la Vía Morelos.
- 7.- Ocho puentes peatonales.

8.- Una caseta de cobro con catorce carriles para el pago del peaje.

La longitud total de la prolongación de la autopista es aproximadamente 5.0 Km con tres carriles en cada sentido, un separador central y deflectores con malla ciclón para el confinamiento.

Todos los puentes vehiculares y adecuaciones deberán alojar los seis carriles para garantizar la continuidad con la prolongación de la autopista.

Debido a que en los procedimientos constructivos de la ampliación de carriles se observaron procesos de preparación y construcción de terracerías, pavimentos, obras de drenaje y otras actividades contenidas también en la solución vial macro (con base principal en puentes y túneles), por lo tanto, en éste capítulo únicamente se tratan procedimientos constructivos en general de puentes y túneles.

#### PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS DE PUENTES Y PASOS A DESNIVEL.

Se tomarán en cuenta los siguientes factores:

La necesidad de proyectar superestructuras cuyos anchos permitan la circulación de los vehículos a velocidades acordes con los tipos de camiones que actualmente se fabrican y la previsión del incremento del número de vehículos que transitarán por las



carreteras nacionales en un futuro muy próximo.

Se han adoptado superestructuras de 8.00 y 10.00 m. de ancho total con coronas de 7.00 m. y de 8.00 m. a 10.00 m. respectivamente. que corresponden a carreteras que tienen Tránsito Diario Promedio Anual de 1000 vehículos o de 1500 a 3000 vehículos.

La carga de diseño para los puentes de 8.00 m. es la tipo HS-15 y para los de 10.00 m. es la tipo HS-20 (Especificaciones AASHTO).<sup>(4)</sup>

Se pueden utilizar losas planas aligeradas con tubos de cartón.

En las losas nervaduras se toma en cuenta la necesidad de simplificar los moldes y de mejorar sustancialmente la unión de la losa de la calzada con las nervaduras para obtener los coeficientes de seguridad uniformes en toda la sección transversal. Para racionalizar el proyecto de las losas de la calzada, al determinar los momentos flexionantes críticos se utilizaron los estudios y experiencias europeas en esta materia. Las secciones de losas nervaduras se proyectaron para los diferentes claros y anchos de calzada se agruparon de manera de que en cada grupo la sección transversal sea idéntica para que los moldes puedan utilizarse con pequeñas adaptaciones para diferentes claros. Este factor es de gran trascendencia en el precio del concreto de la superestructura, en virtud de que el promedio representa del 30% al 40% del costo total.

Se consideró que el acero de refuerzo será el del límite elástico de  $4000 \text{ Kg/cm}^2$ , cuya fabricación se ha generalizado en todo el país.

No se incluirán traveses de acero estructural debido a los altos costos de ese material en la actualidad.

(4) AASHTO: AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY TRANSPORTATION OFFICIALS.

Para las superestructuras se proyectan apoyos integrales de neopreno y acero, vulcanizados, que soportan esfuerzos de trabajo hasta  $100 \text{ Kg/cm}^2$ , que son practicamente el doble que los admisibles para los apoyos de placas de acero, de concreto y plomo y de neopreno simple que se habían utilizado.

Este tipo de apoyos sustituye a los apoyos de acero estructural y a los formados por mecedoras de concreto armado y placas de plomo, en atención a los serios problemas de conservación que tienen estos apoyos y a la imposibilidad de garantizar la cantidad de plomo requerida, así como a los costos elevados que tendrían en la actualidad apoyos de acero fundido o de placas de acero unidas con soldadura.

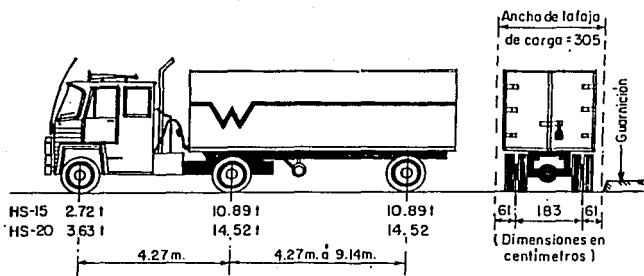
Se incluyen estribos con aleros y pilas de mampostería, teniendo en cuenta que en la actualidad, aún en muchas partes de la República, todavía resultan económicos y promueven la mano de obra local.

Los moldes y obras falsas son proyectados y construidos directamente por los ejecutores de las obras

#### Cargas y especificaciones de proyecto:

Se han adoptado cargas móviles denominadas HS-15 y HS-20, para puentes con anchos totales de 8.00 y 10.00 m respectivamente, las cuales se muestran en la figura siguiente:

Figura III.2.a. - Cargas móviles actuantes sobre puentes.



CARGAS POR EJE Y SEPARACIONES ENTRE LOS EJES

Como carga móvil extraordinaria se ha considerado, unicamente en el caso de la carga HS-15, el tránsito de un solo vehículo de peso doble del especificado, en la posición más desfavorable dentro de la calzada, para las superestructuras de concreto armado con claros hasta de 28.00 m.

En todos los casos se considera un incremento de la carga móvil para preveer los efectos de impacto y de fatiga de los materiales. Este incremento se expresa por la fórmula:

$$I = \frac{15}{L + 38}$$

Donde L es la longitud cargada en metros. El valor máximo del impacto es de 0.30.

Las especificaciones del proyecto son las siguientes, según AASHTO:

Recubrimiento y separaciones del acero de refuerzo.

Losas de piso con dos nervaduras de 15.00 m. a 28.00 m. de claro. Tensión diagonal en las nervaduras, limitada a 21 Kg/cm<sup>2</sup>, para concreto de f'c = 250 Kg/cm<sup>2</sup> y la totalidad de las tensiones absorbidas con barras dobladas y estribos.

Refuerzo adicional en nervaduras con peralte mayor de 1.4 m.

La tensión admisible para aceros con límite elástico igual o mayor que 4000 Kg/cm<sup>2</sup>, se ha tomado de 1800 Kg/cm<sup>2</sup> en el centroide del área del acero, pero sin exceder de 2000 Kg/cm<sup>2</sup> en la capa más alejada.

Los criterios que se deben tomar en cuenta para determinar la longitud de un puente desplantado como libramiento de un río,

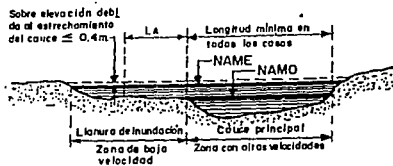
útiles como base para la comprensión con mayor detalle de este capítulo, son los siguientes:

La determinación de la longitud total del puente requiere de un estudio complejo del funcionamiento hidráulico del río, con datos debidamente aquilatados respecto a la magnitud y la frecuencia de sus crecientes, a la distribución del gasto y de las velocidades en el cauce, a la velocidad que pueda producir socavaciones y a la estabilidad del cauce.

En casos obvios (cauce bien definido, llanuras de inundación sin importancia hidráulica, cimentación a salvo de la socavación), se podrá fijar la longitud del puente cubriendo solo el cauce principal. (Ver Figura III.2.b.)

Figura III.2.b.- Determinación de la longitud de un puente.

DET. LONG.  
DE UN PUENTE



LA = Longitud adicional, de acuerdo con la fracción del gasa total que escurre en la anchura de inundación y con la seguridad de la subestructura contra la socavación.

Los criterios que se deben de considerar para fijar el espacio libre vertical en la construcción de un puente son los siguientes:

- a) La altura sobre el agua que puedan tener los cuerpos flotantes durante las avenidas.
- b) El grado de incertidumbre que pueda haber en el nivel de aguas máximas extraordinarias.
- c) Los requisitos de navegación que se puedan observar.

Lo que se muestra a continuación son recomendaciones sobre la profundidad de desplante de un puente:

La causa principal de la falla de los puentes es la socavación. Por esta razón, es de importancia fundamental que la profundidad de desplante se fije con criterio conservador, para asegurar que el puente quede a salvo de este fenómeno.

La inversión que se haga para profundizar los desplantes contribuye más a la seguridad de la estructura, que esa misma erogación aplicada a aumentar la longitud o la altura del puente. Es indispensable el conocimiento de la naturaleza del subsuelo para fijar la profundidad del desplante conveniente.

Los esfuerzos admisibles considerados en la cimentación, son los siguientes:

En todos los casos es indispensable conocer la naturaleza del subsuelo por medio de pozos a cielo abierto, exploraciones con sondeadora, con posteadora o con pulseta, cuando menos.

Cuando no se cuente con estudios de mecánica de suelos completos, para juzgar el esfuerzo de contacto admisible en el terreno en

que se debe desplantar la subestructura de un puente o paso a desnivel, se podrá usar como orientación del criterio al respecto, los valores indicados en la siguiente tabla: (Tabla III.2.a.)

T E R R E N O	E S F U E R Z O A D M I S I B L E (K G / C M <sup>2</sup> )	
	M I N I M O	M A X I M O
SUELOS ALUVIALES	0.5	1
ARCILLAS	1	4
ARENA CONFINADA	1	4
GRAVA	2	4
ARENAS O GRAVAS CEMENTADAS	5	10
ROCA	5	-

En la construcción de los parapetos sobre los puentes se utilizarán los siguientes materiales:

- a) Se usará cemento Portland tipo I, II, III ó V.<sup>(1)</sup>
- b) El agua deberá ser limpia, clara y estar libre de substancias perjudiciales, tales como aceite, grasa, materia orgánica y sales en exceso.
- c) Los agregados deberán estar constituidos por partículas de piedra dura, con buena granulometría y excentos de arcilla y materia orgánica.
- d) El acero de refuerzo será corrugado de grado duro, tipo A, B ó C, con límite elástico aparente no menor de 4,000 Kg/cm<sup>2</sup>. El diámetro de las varillas se expresa en número de octavos de pulgada del diámetro nominal.
- e) El acero estructural que se use para la fabricación de las pilastras será de grado estructural y el tubo de acero que se use para formar los pasamanos será, de preferencia, galvanizado.

(1) Ver anexo III.2.d.



Todos los elementos de acero estructural serán cubiertos con dos manos, como mínimo, de pintura anticorrosiva.

Los procedimientos constructivos que se usarán para la construcción de los parapetos son los siguientes:

El acabado parametral de todos los elementos de concreto deberá ser el mejor posible; para lo cual los moldes se fabricarán con lámina de acero o con madera forrada con lámina.

Los moldes se construirán de manera que se puedan remover sin martillar ni apalancar sobre el concreto. Se tendrá especial cuidado para evitar que se manchen las superficies aparentes con aceite, óxido u otras substancias.

El vibrado del concreto se ejecutará dentro de los 30 minutos siguientes al colado, evitándose el vibrado excesivo para impedir la clasificación de la revoltura. Las superficies expuestas del concreto deberán protegerse contra la pérdida de agua, mediante cualquiera de los siguientes sistemas de curado: riegos superficiales, aplicación de membranas impermeables, con arena o con mantas que se mantendrán húmedas. El curado se prolongará durante 7 días a partir de las 24 horas de terminado el colado. La remoción de las cimbras se hará 14 días después de terminar el colado; o a los 7 días, si se empleó cemento tipo III.

Materiales que se usarán en las superestructuras de concreto reforzado:

- a) Cemento Portland tipo I, II, III ó V.
- b) El agua deberá ser limpia, clara, y estar libre de materias perjudiciales tales como aceite, grasas, materia orgánica y sales

en exceso.

c) Los agregados deberán estar constituidos por partículas de piedra dura, con buena granulometría y exentos de arcilla y materia orgánica.

d) Para losas nervaduras, reforzadas con acero de alta resistencia, con límite elástico igual o mayor de  $4,000 \text{ Kg/cm}^2$ , el concreto deberá tener una compacidad no menor de 0.80..

Se entiende por compacidad la suma de los volúmenes absolutos de los agregados y del cemento contenidos en un metro cúbico de concreto.

$$\text{Compacidad} = \frac{A}{a} + \frac{G}{g} + \frac{C}{c}$$

A= peso de la arena en un  $\text{m}^3$  de concreto.

G= peso de la grava en un  $\text{m}^3$  de concreto.

C= peso del cemento en un  $\text{m}^3$  de concreto.

a= peso específico de la arena.

g= peso específico de la grava.

c= peso específico del cemento.

e) El acero de refuerzo será de grado duro, tipo A, B, ó C, con límite elástico aparente no menor de  $4,000 \text{ Kg/cm}^2$  y límite de ruptura mayor o igual de  $6,000 \text{ Kg/cm}^2$ . Las varillas serán corrugadas, mencionandose los tipos de varillas más comunmente utilizadas, en la siguiente tabla, especificándose también el número de octavos de pulgada del diámetro nominal:

Tabla III.2.b.- Tipos de varillas comunmente utilizadas.

Varilla número	Diámetro nominal en pulgadas	Diámetro nominal en milímetros	Area nominal en cm <sup>2</sup>	Area nominal en kg/m
2	1/4	6.3	0.32	0.25
3	3/8	9.5	0.71	0.56
4	1/2	12.7	1.27	1.00
5	5/8	15.9	1.98	1.57
6	3/4	19.1	2.85	2.25
7	7/8	22.2	3.88	3.07
8	1	25.4	5.07	4.00
9	1- 1/8	28.6	6.42	5.07
10	1- 1/4	31.8	7.92	6.25
11	1- 3/8	34.9	9.58	7.57
12	1- 1/2	38.1	11.40	9.01

f) Los apoyos de neopreno se han diseñado para que su esfuerzo de trabajo a la compresión no exceda de  $100 \text{ kg/cm}^2$ , para coronas o cabezales de concreto de  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ .

Las placas de neopreno se fabricarán en moldes de las dimensiones especificadas; por ningún motivo se cortarán las placas de otras más grandes.

Las placas de acero que se utilicen en los dispositivos de apoyo serán de grado estructural.

Procedimientos constructivos de las superestructuras de concreto reforzado.

En el caso de los apoyos de neopreno, deberá tenerse especial

cuidado en que las dimensiones de las placas sean precisamente las que se anotan en los planos y que se coloquen de manera que las placas queden totalmente en contacto, en sus dos caras, con las superficies de concreto de las coronas y de las nervaduras o cara inferior de las losas planas.

Los moldes deberán ser suficientemente rígidos para evitar deformaciones excesivas debidas al peso o a la presión del concreto, al efecto de los vibradores y a las cargas vivas inherentes al colado. Deberán evitar la fuga de la lechada y recibirán una mano de aceite mineral antes de que se coloque el refuerzo. Se construirán de manera que se puedan remover sin martillar ni apalancar sobre el concreto.

Las varillas de refuerzo deberán doblarse en frío y mantenerse firmemente en su posición durante el colado.

El colado de la superestructura se hará por frentes continuos cubriendo toda su sección transversal. El tiempo de interrupción entre dos colados consecutivos será de 30 minutos como máximo. Por ningún motivo deberá dejarse caer la revoltura de más de 1.5 metros de altura, ni se dejará amontonar para extenderla después en los moldes. El vibrado del concreto se deberá ejecutar dentro de los 30 minutos siguientes al colado. Se evitará el vibrado excesivo para impedir la clasificación de la revoltura.

Las superficies expuestas del concreto deberán protegerse contra la pérdida de agua mediante cualquiera de los siguientes sistemas de curado: riegos superficiales, aplicación de membranas impermeables; o con arena, costales o mantas que se mantendrán húmedos. El curado se prolongará durante 7 días a partir de las 24 horas de terminado el colado.

La remoción de los moldes y de la obra falsa, se hará después de 14 días de terminado el colado, si se emplea cemento tipo I, II ó V, ó después de 7 días si se emplea cemento tipo III.

Dentro de las subestructuras de mampostería, útiles para el desplante y la estabilidad de los puentes, las siguientes especificaciones y materiales son de gran trascendencia y utilidad para su construcción:

Para el dimensionamiento de los estribos y de las pilas se consideran cinco combinaciones de cargas. Los esfuerzos admisibles para las diferentes combinaciones varían de 100 a 140 % de los esfuerzos normales de trabajo, según la probabilidad de ocurrencia de cada combinación.

Los esfuerzos normales de trabajo en la mampostería de tercera clase con mortero de cemento 1:5 son:

Compresión \_\_\_\_\_ 9 kg/cm<sup>2</sup>

Tensión \_\_\_\_\_ 0.8 kg/cm<sup>2</sup>

Esfuerzo cortante \_\_\_\_\_ 2 kg/cm<sup>2</sup>

Los coeficientes de seguridad al volteamiento y al deslizamiento varían entre 2.0 y 1.4, en correspondencia con los incrementos de esfuerzos.

Cuando los esfuerzos y coeficientes de seguridad quedan dentro de los requisitos anteriores, se admite que la resultante de las cargas quede fuera del tercio medio de la sección.

Los procedimientos de construcción principales usados para la ejecución de las subestructuras de mampostería, son los siguientes:

Cuándo el desplante de los estribos y de las pilas tenga que hacerse sobre terrenos arcillosos o arcillo-limosos y en presencia de agua, se recomienda colocar una plantilla de concreto simple con espesor no menor de 20 centímetros.

Al construir las coronas y los diafragmas, se deberá tener especial cuidado en que el contacto entre la superestructura y el estribo o pila se verifique exclusivamente a través de los dispositivos de apoyo. Deben retirarse, por lo tanto, los materiales auxiliares que se empleen en la obra, con excepción del cartón asfaltado o espuma de poliestireno que se utilice expresamente como molde perdido, para asegurar el funcionamiento previsto de los apoyos móviles o fijos y para evitar que haya contacto entre la superestructura y el diafragma del estribo, o las coronas.

En todos los casos se deberá dejar el espacio libre entre la superestructura y los diafragmas.

En virtud de que gran número de puentes y pasos a desnivel requieren cimentación profunda, ésta se proporciona por medio de elementos que constituyen propiamente la infraestructura.

Estos elementos pueden ser cilindros de cimentación de 4.00, 4.50 y 5.00 m. de diámetro y pilotes prefabricados, siendo de concreto reforzado ambos.

Debido al costo elevado de los cilindros de cimentación con respecto al de los pilotes, siempre que sea posible deberá optarse por estos últimos.

En cualquier caso, siempre convendrá elaborar un análisis económico cuidadoso y comparativo, con objeto de obtener la mejor

solución posible, sin descuidar los requerimientos técnicos necesarios.

#### PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS DE TUNELES.

Como primer paso, se menciona a continuación una clasificación de túneles conocida como la "Clasificación de Suelos del Tunelero", la cuál se basa en las dificultades que puedan surgir al excavar el túnel, con respecto al material que se esté manejando, sin mencionar éste.

##### Clasificación de Suelos del Tunelero:

###### No 1 DURO

En este tipo de material, la frente del túnel puede avanzar sin requerir soporte alguno en la clave o en las paredes.

Rocas sanas, prácticamente sin fracturas, suelos cacáreos arcillosos duros, gravas y arenas cementadas pueden caer dentro de esta primer categoría

###### No. 2 FIRME

La frente del túnel puede avanzar si soporte temporal en la clave, el soporte final puede colocarse antes de que el material empiece a moverse.

Rocas sanas poco fracturadas, loess arriba del nivel freático, arcillas cacáreas de baja plasticidad.

###### No. 3 GRANEO LENTO

Empiezan a caer del techo y paredes, terrones y hojuelas de material, algún tiempo después que el material haya sido excavado.

Rocas poco alteradas fracturadas, suelos residuales, arenas con cementante arcilloso, arriba del nivel freático.

No. 4 GRANEO RAPIDO

El proceso de desprendimiento de terrones y hojuelas se inicia en pocos minutos después de que el material ha sido excavado.

Suelos residuales o en arena con cementante de arcilla bajo el nivel freático.

No. 5 EXTRUSION LENTA

El terreno avanza lentamente hacia el túnel, sin fracturarse y sin aumento perceptible de agua. Puede provocar hundimientos en la superficie.

Rocas alteradas, arcillas blandas o medianamente blandas.

No. 6 EXPANSIVO

Aquí también el terreno avanza lentamente hacia el túnel, pero existe un notable incremento de volumen en el material vecino a la frontera excavada asociado a la presencia de agua.

Rocas sedimentarias conteniendo capas de anhidrita, arcillas fuertemente consolidadas con índice plástico mayor de 30%.

No. 7 CORRIDA COHESIVA

Después de un breve periodo de graneeo, el material "corre" colina abajo como si fuese azúcar granulada hasta que el talud se estabiliza en relación 2:1 aproximadamente (dos horizontal uno vertical).

Suelos arenosos francos con cierta humedad intergranular.

No. 8 CORRIDA

La remoción del soporte lateral o confinamiento en cualquier superficie con inclinación más escarpada que 2:1 provoca un "corrimiento" del material similar al ocurrido en un reloj de



arena, hasta que se estabiliza en un talud 2:1 o similar.

Esto ocurre en arenas limpias secas, medias a gruesas, arriba del nivel freático.

#### No. 9 EXTRUSION RAPIDA

El terreno avanza rápidamente hacia el hueco excavado en forma de flujo plástico donde fragmentos del material conservan su consistencia original.

Arcillas y limos con alto índice de plasticidad.

#### No 10 FLUYENTE

El terreno se mueve como un líquido viscoso pudiendo invadir todo el hueco excavado incluyendo paredes y techo del túnel, llegando a salir hasta los portales en algunos casos.

Esto ocurre en suelos granulares bajo el nivel freático, con diámetro efectivo mayor de 0.005 mm.

Conociendo los tipos de suelos sobre los que se puede excavar un túnel, así como sus características, queda por mencionar a continuación los procedimientos constructivos de túneles excavados sobre roca ya que éste tipo de material es el que se encuentra en la zona donde se proyecta realizar esta alternativa. El enfoque es principalmente acerca de procedimientos constructivos de túneles sobre roca sana y blanda, materiales de interés debido al terreno en que se trabaja. También se observa una breve explicación sobre procedimientos constructivos de túneles inclinados y túneles en suelos blandos, para poder comprender con mayor claridad algunos otros procesos constructivos de túneles sobre diferentes tipos de suelos y así poder realizar cualquier tipo de obra relacionada con los túneles siempre con una mayor calidad. Dentro de los

procedimientos constructivos de túneles sobre roca, se visualiza el novedoso proceso de excavación de túneles con escudo de frente abierto.

#### PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION EN TUNELES SOBRE ROCA BLANDA

CICLO        Barrenación  
               Carga y Tronada  
               Ventilador  
               Rezagado

**BARRENACION** Se realiza por medio de perforadora de Piernas Neumáticas alimentadas por un compresor. Esta barrenación se ejecuta en media sección superior para obtener un banco que ayudará a tener un rezagado semicontinuo, en la otra media sección inferior se barrena únicamente lo necesario para aflojar el material.

**CARGA Y TRONADA** Para tronar la barrenación realizada se retacan los barrenos con material explosivo la cantidad necesaria dependiendo la dureza del material.

**VENTILACION** Consiste en inyectar a la frente gran cantidad de aire a baja presión para desalojar el aire contaminado por aire limpio, esta labor se efectua con un ventilador axial y tubería de diámetro mayor que conduce el aire nuevo hasta la frente.

**REZAGADO** Existen varios métodos de extracción de rezaga, dependiendo del tamaño de la sección y la longitud del túnel para seleccionar el adecuado.

a).- Túneles cortos y de sección pequeña se recomienda el uso de Scooptram.

b).- Túneles largos y de sección pequeña, se

recomienda el uso de Scooptram y camiones de bajo peralte, o bien, rezagado con vía.

c).- Túneles de sección amplia se recomienda el uso de Scooptram o un cargador frontal y camiones de volteo.

AMACIZE Consiste en quitar todo el material suelto para trabajar con mayor seguridad.

BOMBEO Cuando existe agua en el túnel y la pendiente es negativa, esta agua se extrae por bombeo, si la pendiente es positiva, se hace una acequia para drenar el túnel.

ADEME Es un soporte provisional del material que puede provocar un caído. Existen varios tipos de ademe como son: Marcos de ademe con retaque de madera, concreto lanzado, anclas, o una combinación de éstos.

REVESTIMIENTO Dependiendo del tipo para el cuál fue construido el túnel se le dará el acabado final, si éste sirve para la conducción de agua se revestirá de concreto. El sistema de revestido está en función del tipo de sección del túnel, el cuál se puede en una sola etapa o en varias.

#### PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION EN TUNELES SOBRE ROCA SANA

CICLO      Barrenación  
             Carga y Tronada  
             Ventilación  
             Rezagado  
             Preparación o Amacize

BARRENACION Se realiza por medio de perforadoras de Pierna Neumáticas alimentadas por un compresor o bien, con un Jumbo de barrenación hidráulico. Para ejecutar la barrenación es necesaria

una Plantilla de Barrenación para distribuir los barrenos necesarios a realizar dependiendo del tamaño de la sección, pudiéndose barrenar a media sección o a sección completa.

Para la elaboración de las siguientes actividades del ciclo, se procede igualmente que en los túneles construidos en roca blanda.

### TUNELES INCLINADOS

CÍCLO      Barrenación  
             Carga y Tronado  
             Ventilación  
             Rezagado  
             Preparación o Amacize

En todo el ciclo se procede de manera similar a como se procedió en los túneles en roca blanda y en roca sana, cambiando únicamente el factor del ciclo denominado como rezagado, el cuál es descrito a continuación.

REZAGADO      Existen varios métodos de extracción de rezaqa dependiendo del tamaño de la sección y la pendiente del túnel a desarrollar.

a).- Túneles de baja pendiente y sección pequeña, se recomienda el uso de Scooptram y de camiones de bajo peralte.

b).- Túneles de baja pendiente y sección amplia, se recomienda el uso de Scooptram o cargador frontal y camiones de volteo.

c).- Túneles de pendiente mayor, se recomienda el uso de rezagadora con descarga lateral y extracción con vagonetas sobre vía jaladas por un malacate.

## EXCAVACION DE TUNELES EN SUELOS DURES CON ESCUDO DE FRENTE ABIERTO

La idea fundamental del escudo cilíndrico de frente abierto es que el proceso de excavación y el montaje del revestimiento deben dividirse en etapas lo más pequeñas posible, de manera que ambas operaciones sean casi simultáneas.

El escudo consiste de un cilindro de metal rígido que cubre la sección frontal del túnel y sirve para resistir las presiones del terreno mientras el revestimiento se va construyendo dentro de esta protección. El cilindro está abierto por ambos extremos: provee facilidades a su frente para la excavación del terreno y a su parte posterior para la erección del revestimiento prefabricado (dovelas). El escudo es impulsado hacia adelante por pasos, manteniendo armonía con el avance de la excavación y el trabajo de erección del ademe primario, de manera que el área excavada esté bien soportada hasta que se cuele el revestimiento final.

El principal elemento de la estructura es el torro o camisa, que está construido de placas de acero roladas a la geometría de la sección del túnel y ligeramente mayores que él.

Las ventajas del tuneleo con escudos son las siguientes:

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

Para un funcionamiento adecuado, el escudo se complementa con el siguiente equipo:

- Gatos de empuje.
- Plataformas desalizantes.
- Gatos frontales.

Los principales elementos dentro del diseño del escudo son los siguientes:

- Faldón del escudo.
- Postes y plataformas.
- Gatos de empuje.
- Gatos frontales.

Las dovelas que se utilizan como revestimiento primario deben cumplir con las siguientes características:

- Suficiente capacidad de carga para soportar la presión total (suelo + agua), sin que exista deformación o filtración.
- Resistencia a los esfuerzos de impacto debidos a un manejo brusco, transporte y colocación.
- Resistencia a altos esfuerzos axiales, producidos por los gatos de empuje durante el avance del escudo.
- Resistencia a la humedad y a los efectos del agua del terreno sobre el segmento mismo, así como la resistencia a la corrosión.
- Economía en construcción y mantenimiento.

Las dovelas pueden ser de:

- Hierro fundido.
- Acero.
- Concreto.

Las dimensiones de un anillo de dovelas dependen de:

- Capacidad de fabricación.
- Peso que puede ser manejado convenientemente.
- Dimensiones del faldón del escudo.

En casi todos los tipos de suelos, a la colocación de las dovelas le debe seguir lo más rápido posible la inyección, esta se realiza en dos etapas:

- Inyección primaria. Tiene por objeto rellenar los huecos entre el revestimiento primarios y las paredes de la excavación, provocados por el espesor del faldón del escudo, reduciendo así los asentamientos superficiales.

- Inyección secundaria. Su fin es actuar como selló e impermeabilizante para disminuir o reducir al mínimo las filtraciones hacia el túnel, contribuyendo a la reducción de la presión de tierra actuante sobre el revestimiento.

Cuando se está empujando un escudo de frente abierto, quiere decir que el suelo es lo suficientemente duro para poder sostenerse por sí solo en una pequeña superficie y en un corto periodo de tiempo.

#### TECNICAS DE EXCAVACION DE TUNELES EN SUELOS BLANDOS

a) Escudo de frente abierto y aire comprimido.

En suelos blandos la estabilidad del frente no es fácil procurar por el simple hecho de que excavar y soportar el frente para estabilizar con actividades que se contraen. Es decir, se requiere liberar del soporte al frente para que éste pueda ser excavado y tal liberación puede producir inestabilidad.

Para resolver esta aparente contradicción, fue necesario desarrollar métodos que estabilicen el frente sin estorbar las labores de excavación, lo cual se logra con el uso del aire comprimido, en combinación con escudos de frente abierto (denominado "proceso pleno"), que a manera de fuerza invisible

sostiene el frente, permitiendo su excavación.

La teoría de este método es muy simple: al túnel se le adiciona una presión de aire a baja presión, en exceso de la atmosférica, que actuará en las paredes y el frente, ayudando así a mejorar la estabilidad del frente y a evitar o disminuir las filtraciones hacia la excavación.

b) Escudo de frente presurizado.

Existe un gran número de métodos tradicionales para el tuneleo en arenas y gravas. Los escudos se han venido utilizando con este propósito desde el siglo pasado: sin embargo, si un túnel va a ser construido bajo el nivel freático, en un suelo de mala calidad, generalmente es necesario el uso de medios adicionales para prevenir el colapso del frente del túnel. Dos métodos son comunes actualmente: el primero es colocar una mampara y mantener la acción directa del aire comprimido en el túnel; y, el segundo, es tratar con inyecciones de cemento o de productos químicos el terreno a través del cual se excavara el túnel. Bajo ciertas circunstancias, es posible estabilizar el suelo por congelamiento. Todos estos métodos tienen la desventaja de ser lentos y costosos y, además, el uso de aire comprimido puede tener efectos adversos sobre la salud de los trabajadores dentro del túnel.

Surge entonces la búsqueda de una solución alternativa, segura y económica, que aplique la contrapresión requerida sólo en el frente, dejando el resto del túnel y, por ende, a los trabajadores, a la presión atmosférica normal.

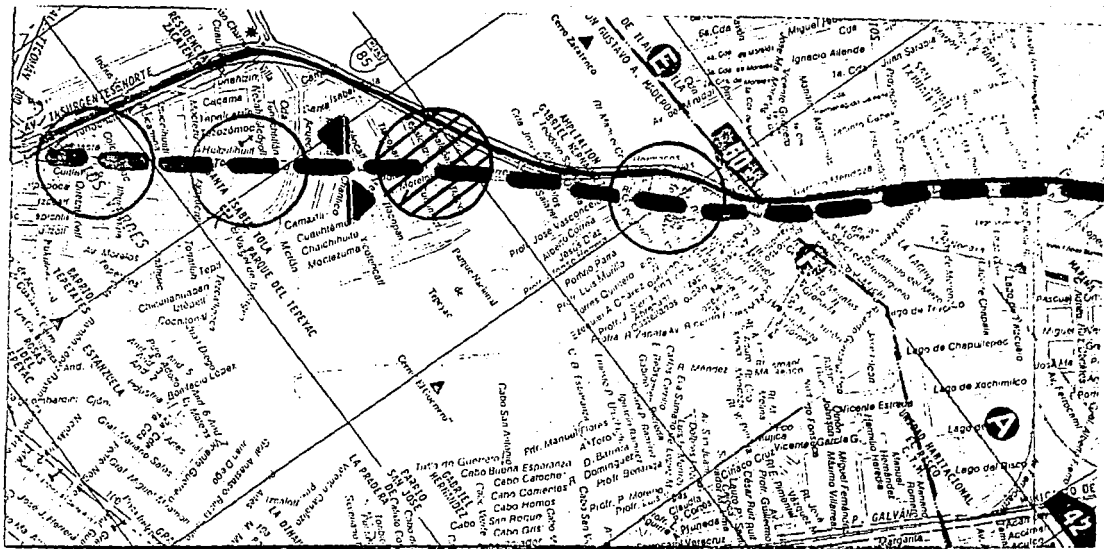
Se introduce entonces el principio de la "Estabilización frontal a base de un fluido a presión". cuyas metas fundamentales son las



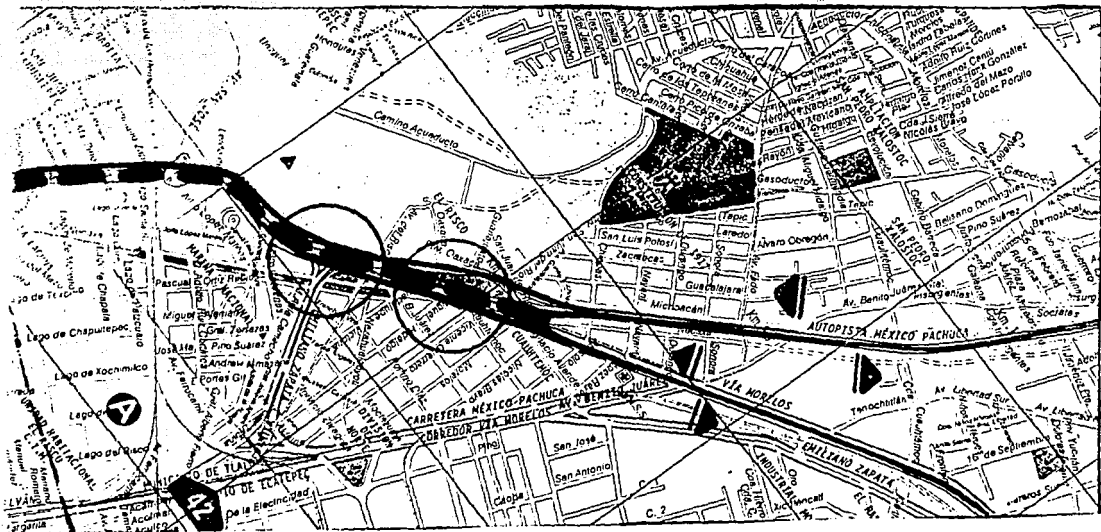
siguientes:

- a) Tener la capacidad de excavar en suelos inestables.
- b) Que no se altere la posición del nivel freático.
- c) Que se permita al personal trabajar a la presión atmosférica total.
- d) Que se provoquen asentamientos despreciables en superficie.

Todo esto se logra mediante el uso de un escudo con frente de lodo.



Anexo III.2.a.- Localización de elementos, solución vial macro.



•Simbología en página 107

## SIMBOLOGIA



OBRA NUEVA



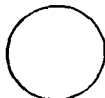
VIA ACTUAL EN FUNCION



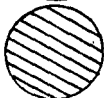
LIMITE EDO. MEX. CON D.F.



SENTIDO DE CIRCULACION

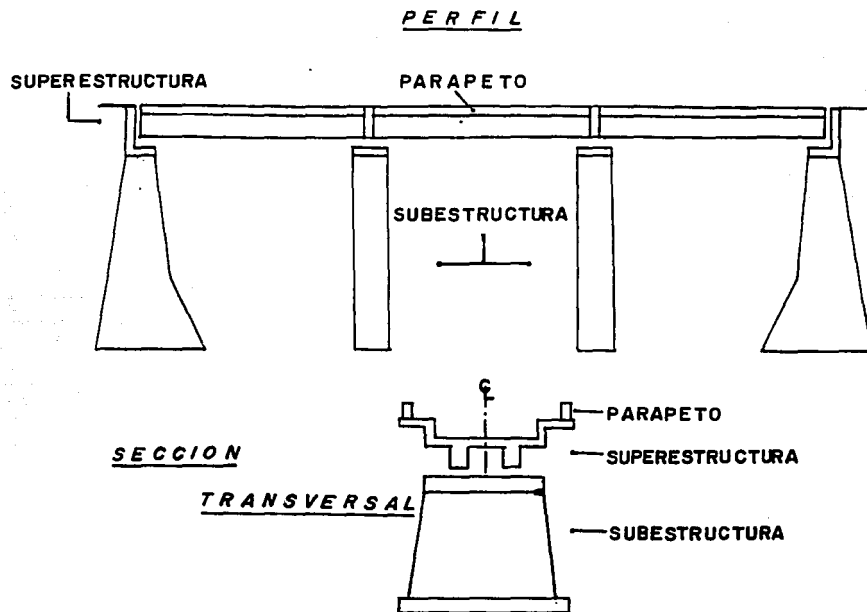


PUENTES



TUNELES

# ELEMENTOS DE PUENTES



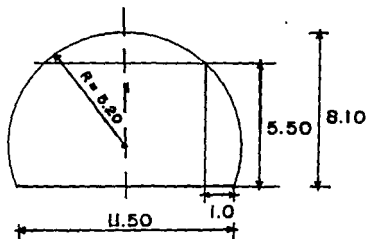
SECCION PROPUESTA PARA 3 CARRILES

FALTA AGREGAR

ESPESOR DE

REVESTIMIENTO

PRIMARIO Y DEFINITIVO

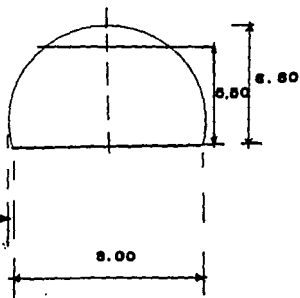
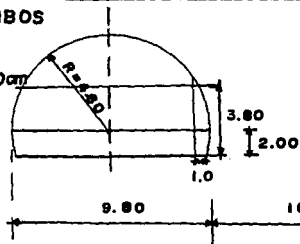


SIN ESC.  
ACOT. mts

TUNELES GEMELOS, 2 CARRILES POR TUNEL

ENTRE AMBOS

SUMAN 50 a 60cm



### Anexo III.2.d. - Tipos de cemento Portland.

En México se elaboran actualmente diversos tipos de cemento Portland, como el tipo I de color gris, para usos generales, blanco para fines ornamentales; el Tipo II modificado que se destina a construcciones de concreto expuestas a la acción moderada de sulfatos, o cuándo se requiere un calor de hidratación moderado. El tipo III de rápida resistencia alta; el tipo IV de bajo calor de hidratación; el tipo V de alta resistencia a los sulfatos y el tipo C-2 buzoánico especialmente destinado a obras marítimas y construcciones con grandes masas de concreto como presas de irrigación.

# CAPITULO IV

## EVALUACION DE COSTOS DE ALTERNATIVAS

IV.1.- PRESUPUESTACIONES. / IV.2.- COSTOS DE  
CONCEPTOS PRINCIPALES.



#### IV.- EVALUACION DE COSTOS DE ALTERNATIVAS.

##### IV.1.- PRESUPUESTACIONES.

##### IV.1.1.- SOLUCION VIAL MICRO.

Las siguientes presupuestaciones, fueron realizadas, una respecto a la descripción de cada uno de los conceptos que intervienen en la obra, indicando cantidades de obra con sus respectivas unidades y obteniendo los precios unitarios en base a un riguroso análisis realizado con cada uno de los 40 conceptos que integran la totalidad del proyecto y uniendo todos estos términos se obtiene el importe en particular de cada uno de los conceptos, que, generalizando, resulta el importe total de el proyecto de ampliación de carriles de la Av. Insurgentes Norte, unicamente haciendo falta de agregar el 15% de I.V.A. Con ésta descripción se presenta el caso de la presupuestación No. 1 realizada.

Con la presupuestación No. 11 también se obtiene el importe total del mismo proyecto en igual cantidad incluyendo I.V.A., pero difiere en relación con la 1a. en que ésta agrupa a los 40 conceptos observados en la presupuestación 1, en 14 grandes grupos de actividades, presentando los importes para cada uno de éstos y además, la presupuestación 11 presenta un diagrama de barras de la forma en que se fueron realizando cada uno de los grupos de actividades en relación con el tiempo, el flujo de caja contemplando los 5 meses de realización de la obra, es decir, el costo de obra por mes, y, finalmente, el tiempo de ejecución de los conceptos.

## Cuadro IV.1.1.a. - Presupuesto general de obra.

## PRESUPUESTACION I

No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE	
1	LIMPIEZA, TIRAZO Y NIVELACION	97,360.00	M2	\$256.80	\$25,515,648.00	
2	DESMONTE DE TERRENO	99,360.00	M2	\$2,877.56	\$285,914,361.60	
3	DESALME DE TERRENO	97,360.00	M2	\$1,014.51	\$100,891,715.60	
4	CORTE Y EXCAVACION EN ZONA DE CONST. DE VIALIDAD	260,000.00	M3	\$22,496.60	\$5,849,636,000.00	
5	DEMOLICION DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES	7.00	M3	\$81,464.54	\$570,251.78	
6	PREPARACION, CONFORMACION Y COMP. DE SUBRASANTE	21,735.00	M3	\$4,763.29	\$107,877,108.15	
7	SUM. Y COL. DE SUB-BASE DE GRAVA LEHENTADA	18,113.00	M3	\$54,439.57	\$986,053,931.41	
8	SUM. Y COL. DE BASE DE GRAVA CEMENTADA	13,800.00	M3	\$62,720.27	\$865,539,726.00	
9	DEMOLICION DE CARRETA ASFALTILA	414.00	M3	\$50,366.86	\$20,851,880.04	
10	CONFORMACION DE CUERPO DE TERRAJEN	1,350.00	M2	\$10,861.06	\$14,662,431.00	
11	CONFORMACION DE CUERPO DE TERRAJEN	1,311.00	M3	\$10,981.05	\$14,239,849.66	
12	RIEGO DE IMPREGNACION	124,200.00	L1	\$797.68	\$99,096,656.00	
13	RIEGO DE LIGA	41,400.00	L1	\$797.88	\$33,032,232.00	
14	CONSTRUCCION DE CARRETA DE CONCRETO ASFALTILLO	82,800.00	M2	\$21,048.58	\$1,742,815,800.00	
15	SELLO LUM LEHENTU	82,800.00	M2	\$328.00	\$27,158,400.00	
16	PAVIMENTA DE CONCRETO SIMPLE F C= 150 KG/CM2	36.00	M2	\$39,989.18	\$1,437,610.48	
17	GUARNICION DE CONCRETO SIMPLE F C= 100 KG/CM2	120.00	ML	\$33,586.14	\$4,030,336.80	
18	CUNETA DE CONCRETO F C= 250 KG/CM2	9,670.00	ML	\$95,572.39	\$924,185,011.30	
19	PLANTILLA SOBRE SUPERFICIE DE DESPLANTE	52.00	M2	\$9,633.33	\$500,933.16	
20	CONCRETO HIDRAULICO DE F C= 250 KG/CM2	3,593.00	M3	\$365,858.82	\$1,310,673,002.06	
21	SUM. TENDIDO Y HAB. DE ACERO LE REFUERZO	430.50	TON	\$3,891,508.17	\$1,675,294,267.19	
22	SUM. Y HAB. DE CIMBRA COMUN	17,415.00	M2	\$32,697.45	\$565,426,091.75	
23	SUM. Y HAB. DE CIMBRA ARCADE	4,107.00	M2	\$37,421.58	\$153,690,429.06	
24	FAB. SUM. Y COL. DE FARAFETO DE TUBO DE ACERO	4,660.00	ML	\$325,149.05	\$1,515,194,573.00	
25	EXCAVACION EN CIFA	11,592.00	M3	\$16,797.08	\$194,711,751.36	
26	RELLENO DE EXCAVACIONES CON TERRETE	3,312.00	M3	\$34,382.20	\$113,873,846.40	
27	SUM. Y TENDIDO DE CANA DE ARENA	829.00	M3	\$27,676.58	\$22,916,208.24	
28	SUM. TENDIDO E INST. DE TUBERIA DE CONCRETO	10,234.00	ML	\$325,138.65	\$3,327,468,944.10	
29	SUM. Y COL. DE POSTE CONICO CIRCULAR	197.00	PZA	\$1,103,494.89	\$217,388,493.33	
30	SUM. TENDIDO Y COLOCACION DE LOS VIAS DE DUCTO	9,250.00	ML	\$26,214.77	\$242,486,622.50	
31	CONSTRUCCION DE CIMENTU PARA ARBOTANTE	157.00	PZA	\$494,048.75	\$77,327,603.75	
32	CONST. DE REGISTROS PARA LUMINARIAS	53.00	PZA	\$382,969.77	\$20,297,397.81	
33	SUMINISTRO, COLOCACION Y PRUEBA DE CABLE	23,920.00	ML	\$12,728.56	\$304,467,155.20	
34	SUMINISTRO, COLOCACION Y PRUEBA DE LUMINARIA	157.00	PZA	\$1,302,960.55	\$205,687,169.25	
35	COMBINACION DE INTERFUR TOR MAGNETICO	19.00	PZA	\$582,538.82	\$11,068,237.58	
36	CELEGA FOTOELECTRICA	15.00	PZA	\$76,500.50	\$1,147,507.50	
37	RETIRO DE POSTES Y MOBILIARIO URBANO	26.00	PZA	\$629,366.57	\$16,363,532.82	
38	SEÑALAMIENTO TRANSITO (RAYA SEP. DE CARREILES)	13,915.00	ML	\$5,815.47	\$80,977,925.05	
39	SEÑALAMIENTO DE TRANSITO (RAYA DE ACOTAMIENTO)	19,120.00	ML	\$5,819.47	\$111,893,036.40	
40	SEÑALAMIENTO DE TRANSITO (AGUJA)	320.00	ML	\$7,265.31	\$2,324,899.20	
					IMPORTE	\$21,296,935,665.63
					I.V.A. 15%	\$3,194,540,349.84
					IMPORTE TOTAL	\$24,491,476,015.47

\*\*\* Costos presentados actualizados al 26 de Octubre de 1990. \*\*\*

Cuadro IV.1.1.b. - Programa de ejecución de obra y flujo de caja

por mes.

AGUOSTO DE 1990

CONCEPTO	UNIDAD	IMPORTE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
LIMPIEZA, DESMOLTE Y DESPLAZE	m <sup>2</sup>	\$417,231,723.00					
RENTAMIENTO Y APLICACION DE CORTE	m <sup>3</sup>	\$1,049,330,000.00					
CORTE Y EXCAVACION EN ZONA DE CONSTRUCCION DE VIALIDAD	m <sup>3</sup>	\$4,800,308,000.00					
ZONAS VERDES	m <sup>2</sup> -499	\$3,026,917,870.00					
CONSTRUCCION, INSTALACION DE SANEAMIENTO Y COMERCIALIZACION DE TRAMPA	m <sup>3</sup>	\$158,200,520.00					
SUB-BASE Y BASE DE OBRAS CONCRETAS	m <sup>3</sup>	\$1,851,800,867.00					
ACERDO DE INGENIERIA CIVIL, DE LOMA Y CONSTRUCCION DE CASERITA ALFAREROS Y JULIO CARRA CONCRETO PORTLAND	m <sup>2</sup>	\$1,902,100,328.00					
CONCRETOS EN BARRERA, ALBERGACION, CANTAS, PLANTILLAS Y CONCRETO ESTRUCTURAL	Lote	\$1,240,000,000.00					
ACERDO DE REPLANTIO LOMA DE PASEO OBRAS Y AMBIENTE	Lote	\$1,700,410,708.00					
FINANCIACION Y MANTENIMIENTO DE ACERDO DE P.E. CIVIL, OBRAS	m <sup>2</sup> -1	\$1,300,000,000.00					
EXCAVACIONES Y MANTENIMIENTO EN LOMA PARA TUBERIAS	m <sup>3</sup>	\$600,000,000.00					
OBRA DE ACERDO, MANTENIMIENTO Y TUBERIAS DE CONCRETO	Lote	\$3,000,000,000.00					
PLANTAMIENTO DE VIALIDAD	Lote	\$483,638,418.00					
CONSTRUCCION DE OBRAS DE FINANCIO FINANCIACION Y MANTENIMIENTO VIALIDAD	Lote	\$142,176,861.00					
SUBTOTAL		\$21,278,938,846.00	\$1,111,389,480.00	\$7,421,648,480.00	\$5,891,399,678.00	\$4,870,448,383.00	\$6,279,149,846.00
ED. I.M.A.		\$3,896,840,369.76	\$366,708,423.00	\$2,252,272.00	\$883,709,861.40	\$669,017,352.88	\$191,872,461.40
TOTAL		\$25,175,779,215.76	\$1,478,097,903.00	\$7,423,900,752.00	\$6,775,109,539.40	\$5,539,465,735.88	\$6,471,022,307.40

\*\*\* Costos presentados actualizados al 26 de Octubre de 1990. \*\*\*

La alternativa de solución del tipo concesionado presenta un costo en toda su realización de \$ 515,591' Millones de Pesos, sin incluir las afectaciones que se dan lugar en este tipo de alternativa; todo esto como resultado de la siguiente presupuestación:

Tabla IV.1.2.a.- Presupuesto general de obra

	Millones de Pesos
1.- Proyecto y Supervision	\$ 16,255'
2.- Terracería	\$ 42,590'
3.- Pavimentos	\$ 14,430'
4.- Puentes Vehiculares	\$ 278,300'
5.- Obras de Drenaje	\$ 6,540'
6.- Túneles	\$ 31,125'
7.- Casetas de Cobro	\$ 16,100'
8.- Reencarpetado y Bacheo	\$ 1,620'
9.- Jardinería y Obras Exteriores	\$ 425'
10.- Señalamiento	\$ 460'
11.- Diversos	\$ 17,250'
<hr/>	
SUMA	\$ 425,095'
Obras Inducidas	\$ 23,245'
<hr/>	
SUMA	\$ 448,340' más IVA
T O T A L	\$ 515,591'
(QUINIENTOS QUINCE MIL QUINIENTOS NOVENTA Y UN MILLONES DE PESOS)	
El monto de las afectaciones se estima en	\$ 49,170' más IVA
	<hr/> \$ 56,545'

\*\*\* Costos presentados vigentes al día 26 de Octubre de 1990 \*\*\*

#### IV.2.- COSTOS DE CONCEPTOS PRINCIPALES.

##### IV.2.1.- SOLUCION VIAL MICRO.

Dentro de los conceptos presentados en la presupuestación, se toman como conceptos principales para su análisis en lo que a costos se refiere, los siguientes conceptos:

- 1.- Corte y excavación en la zona de construcción de la vialidad, con un costo de \$ 5,849'636,000.00.
- 2.- Construcción de carpeta de concreto asfáltico, con un costo de \$ 1,742'815.800.00.
- 3.- Suministro, tendido e instalación de tubería de concreto, con un costo de \$ 3,327'468,944.10.

A continuación se presenta el desglose de costos de mano de obra, materiales, maquinaria y equipo o herramienta, así como los costos indirectos estimados; todo esto para que de lugar al precio unitario de cada uno de los conceptos que se consideran como principales dentro de todo el proyecto de ampliación de carriles.

Para la obtención de salarios reales de mano de obra, se consideran los factores de salario real de 1.6409 para salarios mayores al mínimo y de 1.7019 para salarios mínimos, sobre los salarios base de mano de obra y tomándose en cuenta un turno de trabajo de 8 horas.

Para la obtención de el porcentaje de costos indirectos y utilidad indicado en el análisis de precios unitarios se estima de la siguiente forma:

Tabla IV.2.1.a.- Porcentaje de costos indirectos y utilidad.

C O N C E P T O

	ADMINISTRACION CENTRAL	9.41%
	ADMINISTRACION DE OBRA	26.78%
A	SUMA DE CARGOS INDIRECTOS	36.19%
B	FINANCIAMIENTO	1.00%
C	UTILIDAD	9.88%
D	CARGOS ADICIONALES	3.80%
E	SUMA CARGOS INDIRECTOS, FINANCIAMIENTO UTILIDAD Y CARGOS ADICIONALES	47.77%

## Análisis del precio unitario:

Corte y excavación en la zona de construcción de la vialidad, para alcanzar niveles de proyecto, en zona B en material tipo 3 por medios mecánicos y la utilización de explosivos de factor de carga 0.3 e incluye: suministro, preparación, colocación de dispositivos para el moneo, maquinaria, equipo, herramienta, mano de obra, carga, descarga, maniobras, acarreo a tiro indicado por el D.D.F. para ser depositado en taludes que se construirán para soportar el incremento de la sección de la vialidad, señalamiento preventivo, bandereros, acamellonado, dispositivos de protección por explosivos y todo lo necesario para su completa ejecución de los trabajos. Se realizarán en jornadas diurnas o nocturnas, como convenga al D.D.F.

I.- MANO DE OBRA.

II.- MATERIALES.

III.-MAQUINARIA.

## 1).-EXTRACCION DE MATERIAL CON P/DE PISO 0+0+100

Costo Básico	\$12,165.96 /m <sup>3</sup>	
Consumo	.65 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
	\$12,165.96 × .65	= \$7,907.88/m <sup>3</sup>

## 2).- Moneo al 20%

## EXTRACCION DE MATERIAL CON P/SOBRE DRUGAS 0+0+100

Costo Básico	\$6,915.12 /m <sup>3</sup>	
Consumo	.20 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
	\$6,915.122 × .20	= \$1,383.02/m <sup>3</sup>

## 3).- Extracción y amontonamiento

Tractor sobre drugas Komatsu D-155A

C. Horario \$209,279.37 /hr  
 Rendimiento 150.00 m<sup>3</sup>/hr

\$209,279.37

-----

\$1,395.20/m<sup>3</sup>

150.00

4).- Deposito del material en los taludes

Tractor sobre orugas Komatsu D-155A

C. Horario \$209,279.37 /hr

Rendimiento 120.00 m<sup>3</sup>/hr

\$209,279.37

-----

\$1,743.99/m<sup>3</sup>

120.00

5).- Carga del material

Cargador Cat. 955L 2.25 yd<sup>3</sup>

C. Horario \$142,426.33 /hr

Rendimiento 80.00 m<sup>3</sup>/hr

\$142,426.33

-----

= \$1,780.33/m<sup>3</sup>

80.00

6).- Acarreo

Tarifa de fleteros 1er. Km. \$700.00/m<sup>3</sup>

Abundamiento 45%

\$700.00 × 1.45

-----

= \$1,015.00/m<sup>3</sup>

1.00 Km

CARGO POR MAQUINARIA = \$15,225.42 /m<sup>3</sup>

COSTO DIRECTO = \$15,225.42 /m<sup>3</sup>



INDIRECTOS Y UTILIDAD            47.77% = \$ 7,273.18 /m<sup>3</sup>

-----  
PRECIO UNITARIO                        = \$22,498.60 /m<sup>3</sup>

## Análisis del precio unitario:

Construcción de carpeta de concreto asfáltico de 10 cm. de espesor compactado, agregado máximo de 3/4" elaborado en planta, incluye el suministro de materiales, desperdicios, mano de obra, equipo, herramienta, carga y descarga compactada al 90% de su D.I.M., acarreo dentro y fuera de obra, tendido uniforme, preparación de juntas y empalmes con pavimento existente, retiro de sobrantes a tiro propuesto por el contratista y todo lo necesario para su completa ejecución.

## 1.- MANO DE OBRA.

## 1.- Trazo y nivelación.

3 Cadeneros 1a. x \$24,515.44/tno. = \$73,546.32/tno.

1 Ayudante general 1a. x \$19,253.62/tno. = \$19,253.62/tno.

-----  
\$92,799.94/tno.

Rendimiento = 2,350.00 m<sup>2</sup>/tno.

\$92,799.94

----- x 0.75 = \$29.62/m<sup>2</sup>

2,350.00

## 2.- Señalamiento provisional.

1 Cabo de oficios 1a. x \$29,614.70/tno. = \$29,614.70/tno.

1 Of. elec. corr. alterna 1a. x \$25,382.42/tno. = \$25,382.42/tno.

6 Ayudantes general 1a. x \$19,253.62/tno. = \$115,521.70/tno.

-----  
\$170,518.87/tno.

Rendimiento = 1,350.00 m<sup>2</sup>/tno.

---

\*\*\* Costos presentados actualizados al 26 de Octubre de 1990. \*\*\*

---

$$\frac{\$170,518.87/\text{tno}}{1,350.00} \times 0.75 = \$94.73/\text{m}^2$$

### 3.- Riego de lica con bachador en remates, juntas y recargues

$$\begin{aligned} 10 \text{ Cabo de oficios Ia.} & \times \$29,614.70/\text{tno} = \$2,961.47/\text{tno}. \\ 1 \text{ Ayudante general Ia.} & \times \$19,253.62/\text{tno} = \$19,253.62/\text{tno}. \\ & \hline & \$22,215.09/\text{tno}. \end{aligned}$$

$$\text{Rendimiento} = 1,250.00\text{m}^2/\text{tno}$$

$$\frac{\$22,215.09}{1,250.00} = \$17.77/\text{m}^2$$

Participación de cuadrilla en área total 30.0%

$$\$17.77/\text{m}^2 \times 0.30 = \$5.33/\text{m}^2$$

### 4.- tendido de mezcla asfáltica

$$\begin{aligned} 1 \text{ Cabo de oficios Ia.} & \times \$29,614.70/\text{tno.} = \$29,614.70/\text{tno.} \\ 6 \text{ Rastrilleros Ia.} & \times \$24,515.44/\text{tno.} = \$147,092.64/\text{tno.} \\ 2 \text{ Tornilleros Ia.} & \times \$24,515.44/\text{tno.} = \$49,030.88/\text{tno.} \\ 8 \text{ Ayudante general Ia.} & \times \$19,253.62/\text{tno.} = \$154,028.93/\text{tno.} \\ & \hline & \$379,767.15/\text{tno.} \end{aligned}$$

$$\text{Rendimiento} = 1,250\text{m}^2/\text{tno.}$$

$$\frac{\$379,767.15}{1,250.00} = \$303.81/\text{m}^2$$

$$\text{CARGO POR MANO DE OBRA} = \$433.50/\text{m}^2$$

## 11.- MATERIALES

### 1.- Señalamiento provisional

## a) Luminoso

150 Cable uso rudo	x \$3,456.45/m	= \$518,467.50
754 Socket	x \$1,500.00/pza.	= \$112,500.00
75 Foco 100 w	x \$1,600.00/pza.	= \$120,000.00
		-----
		\$750,967.50

Se considera necesario para un área de 2,350.00 m<sup>2</sup> y 10 usos.

$$\frac{\$750,967.50}{2,350.00 \times 10} = \$31.96/m^2$$

## b) Metálico

30 señal rest. 30x120 cm	x \$96,120.00/pza	= \$2'883,600.00
6 barrera portatil	x \$406,000.00/pza	= \$2'436,000.00
6 señales con figura	x \$96,120.00/pza	= \$576,720.00
6 señal infor. 3.05x1.50	x \$406,000.00/pza	= \$2'436,000.00
6 señal de .6x.6	x \$96,120.00/pza	= \$576,120.00
		-----
		\$8'909,040.00

Se considera necesario para un área de 2,350.00 m<sup>2</sup> y 40 usos.

$$\frac{\$8'909,040.00}{2,350.00 \times 40} = \$94.78/m^2$$

## 2.- Mezcla asfáltica

## a) EXTRACCION Y ACARREO DE AGUA

C. Básico \$13,975.12/m<sup>3</sup>

Consumo .002m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>

Desperdicio 3.00%

$$\$13,975.12 \times .002 \times 1.03 \times .08 = \$2.16/m^2$$

## b) Mezcla de la planta del D.D.F.

Mezcla asfáltica.

Costo \$45,000.00/ton

Peso 2.25ton/m<sup>3</sup>

Desperdicio 5.00%

Mezcla por m<sup>2</sup> .100m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>

$$\$45,000.00 \times 2.25 \times 1.05 \times .100 = \$10,631.25/m^2$$

$$\text{CARGO POR MATERIALES} = \$10,760.14/m^2$$

### III.- MAQUINARIA.

#### 1.- Señalamiento provisional

Camión F-600 volteo de 6m<sup>3</sup>

C. Horario \$47,183.218/hr

Rendimiento 2.350.00m<sup>2</sup>/hr

Tiempos en acarreo locales de señales

Inicio de turno = 45.00 Min.

Retiro de turno = 45.00 Min.

Acom. en almacen = 20.00 Min.

-----  
60.00 Min.

$$\frac{\$47,183.22 \times 110.00}{2,350.00 \times 60.00} \times 0.53 = \$19.51/m^2$$

#### 2.- Barrido y limpieza.

Compresor portatil SF-32SD

C. Horario \$35,781.18/hr

Rendimiento 210.00m<sup>2</sup>/hr

$$\frac{\$35,781.18}{210.00} = \$170.39/m^2$$

## 3.- Mezcla asfáltica

## a) Tendido

Pavimentadora Barber Greene SA-41

C. Horario \$125,942.37/hr

Rendimiento 250.00m<sup>2</sup>/hr

$$\frac{\$125,942.37}{250.00} = \$503.77/m^2$$

## b) Compactación

1 Compactador AP-23 x \$66,166.80/hr = \$66,166.80/hr

1 Compactador DA-30 x \$37,500.72/hr = \$37,500.72/hr

1 Compactador DA-25A x \$78,306.62/hr = \$78,306.72/hr

---

 \$181,974.14/hr
Rendimiento 400.00m<sup>2</sup>/hr

$$\frac{\$181,974.14}{400.00} = \$454.94/m^2$$

## c) Acarreo

Tarifa fletero \$350.00/ton-Km

Dist. acarreo 22.00Km

Peso vol. mezcla 2.25ton/m<sup>3</sup>

Mermas y desp. 3.00%

Volumen .100m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>

$$\$350.00 \times 22.00 \times 2.25 \times 1.03 \times .100 = \$1,784.48/m^2$$

## d) Tiempo de espera de camión

Antes de descarga .40hr

Peso a descargar 11.00ton

Camion F-600 volteo de 6m<sup>3</sup>

C. Horario \$47,183.22/hr

$$\frac{\$47,183.22 \times .40 \times .100}{11.00 \times 2.25 \times 1.03} = \$74.03/m^2$$

CARGO POR MAQUINARIA = \$3,007.11/m<sup>2</sup>

HERRAMIENTA

10% de la mano de obra

$$.10 \times \$433.50/m^2 = \$43.35/m^2$$

CARGO POR HERRAMIENTA = \$43.35/m<sup>2</sup>

COSTO DIRECTO = \$14,244.10/m<sup>2</sup>

INDIRECTOS Y UTILIDAD 47.77% = \$6,804.41/m<sup>2</sup>

-----  
 PRECIO UNITARIO = \$21,048.50/m<sup>2</sup>

## Análisis del precio unitario:

Suministro, tendido e instalación de tubería de concreto simple de 90 cm. de diam. para drenaje, incluye: materiales, mano de obra, equipo, herramienta, preparaciones, pruebas, junteo y todo lo necesario para su completa ejecución.

## I.- MANO DE OBRA

## 1).- Colocacion.

1 Of. Albañil 1a.	x \$25,496.27/tno.	= \$25,496.27/tno.
2 Ayudante general 1a.	x \$19,253.62/tno.	= \$38,507.23/tno.
		-----
		\$64,003.51/tno.

Rendimiento	50.00ml/tno.	
	\$64,003.51	
	-----	= \$1,280.07/ml
	50.00	

## 2).- Acomodo de tubos.

.40 Cabo de oficios 1a.	x \$29,614.70/tno.	= \$11,845.88/tno.
4 Ayudante general 1a.	x \$19,253.62/tno.	= \$77,014.46/tno.
		-----
		\$88,860.34/tno.

Rendimiento	200.00ml/tno.	
	\$88,860.34	
	-----	= \$444.30/ml
	200.00	

CARGO POR MANO DE OBRA = \$1,724.37/ml

## II.- MATERIALES

## 1).- Tubo de concr. 90 cm. diam.

Costo	\$209,300.00/ml
Consumo	1.03 ml/ml

\*\*\* Costos presentados actualizados al 26 de Octubre de 1990. \*\*\*



$$\$209,300.00 \times 1.03 = \$215,579.00/m^3$$

## 2).- Junteo del tubo

$$\text{Cemento } .360 \text{ ton/m}^3 \times \$210,000.00/\text{ton} = \$75,600.00/m^3$$

$$\text{Arena } 1.208 \text{ m}^3/m^3 \times \$25,000.00/m^3 = \$30,200.00/m^3$$

$$\text{Agua } .314 \text{ m}^3/m^3 \times \$13,975.12/m^3 = \$4,388.19/m^3$$

$$\hline \$110,188.19/m^3$$

$$\text{Consumo } .015m^3/m^1$$

$$\$110,188.19 \times .015 = \$1,652.82/m^1$$

$$\text{CARGO POR MATERIALES} = \$217,231.82/m^1$$

## III.- MAQUINARIA

## 1).- Acarreos.

Grúa/Camión plataforma Hiab 650

C. Horario \$74,085.24/hr

Rendimiento 75.00 ml/hr

$$\frac{\$74,085.24}{75.00}$$

$$= \$987.80/m^1$$

$$\text{CARGO POR MAQUINARIA} = \$987.80/m^1$$

## HERRAMIENTA

5% de la Mano de Obra

$$.05 \times \$1,724.37/m^1 = \$86.22/m^1$$

$$\text{CARGO POR HERRAMIENTA} = \$86.22/m^1$$

$$\text{COSTO DIRECTO} = \$220,030.22/m^1$$

$$\text{INDIRECTOS Y UTILIDAD 47.77\%} = \frac{\$105,108.43}{m^1}$$

$$\text{PRECIO UNITARIO} = \$325,138.65/m^1$$

## \*\*\* Costos presentados actualizados al 26 de Octubre de 1990. \*\*\*

COSTOS DE MATERIALES QUE INTERVIENEN EN LA OBRA  
UTILIZADOS EN LA OBTENCIÓN DE LOS COSTOS DE LOS  
CONCEPTOS PRINCIPALES

DESCRIPCION	PRECIO FUERTE EN OBRA	UNIDAD
ARENA	\$25,000.00	/m3
GRAYA	\$28,000.00	/m3
CEMENTO	\$210,000.00	/ton
ACERO DE REFUERZO 4,800 kg/Cm2	\$1,500.00	/kg
POSITIVO ACELERANTE	\$18,500.00	/lt
ADITIVO PARA RELENIMIENTO	\$6,200.00	/lt
DIESEL	\$38,96	/lt
TARIFA DE FLETEROS 1er. 1m	\$700.00	/m3
TARIFA DE FLETEROS 1a 2-20	\$450.00	/m2-1m
TUBO CONCRETO	\$14,502.50	/ml
TEPEJATE FUERTE EN OBRA	\$28,000.00	/m3
MADERA PARA CIMBRA	\$1,581.00	/pt
BAUTOS	\$1,581.00	/pt
PUNTALES	\$1,581.00	/pt
BARROTE DE MADERA PARA CIMBRA	\$17,800.00	/pza
COROS DE PLASTICO	\$25,500.00	/pza
CHARCOLES REFLEJANTES	\$35,200.00	/pza
COFLE UNION A38 7594-7655	\$132,879.00	/pza
CORAFEST ROJO	\$2,450.70	/lt
TUBO DE CONCRETO 90 Cm DE DIAMETRO CLARO	\$209,300.00	/ml
	\$2,713.00	/kg
JUNTA ASFALTICA 2 Cm DE ESPESOR	\$12,000.00	/m2
EPICHA EN ARENA	\$7,000.00	/m3
SEÑAL RESTRICTIVA 61 * 61 Cm	\$44,077.00	/pza
SEÑAL REST. 70 * 76 Cm	\$33,443.00	/pza
SUM. DE CONCRETO f'c= 150 kg/Cm2	\$140,000.00	/m3
SEÑAL INFORMATIVA 122 * 126 Cm	\$751,812.00	/pza
SEÑAL INFR. 55 * 148 Cm	\$180,766.00	/pza
SUM. CONCRETO f'c= 200 kg/Cm2	\$150,000.00	/m3
DEFENSA METALICA	\$59,550.00	/ml
ALZILERA DE CIMBRA METALICA	\$97,750.00	/ml
SUM. CONCRETO f'c= 100 kg/Cm2	\$111,700.00	/m3
CIMBRA	\$4,790.26	/m2
PINTURA ESMALTE COLOR MATE	\$10,049.04	/lt
MATERIAL PARA SUE-BASE	\$9,500.00	/m3
ACERO ESTRUCTURAL	\$1,900.00	/kg
MATERIAL PARA BASE CONTROLADA	\$10,900.00	/m3
MEZCULA FUERTE EN OBRA	\$48,000.00	/m3
FORDO DE TRILAY	\$43,000.00	/pza
BAHERRA PUNTALIL	\$406,000.00	/pza
	\$45,000.00	/ton
MEZCLA ASFALTICA	\$19,521.83	/lt
PINTURA PARA TRAFICO	\$403,000.00	/pza
SEÑAL INFR. 3,05 * 1,50 m	\$96,120.00	/pza
SEÑAL REST. 70 * 129 Cm	\$96,120.00	/pza
SEÑALES CON FIGURA	\$96,120.00	/pza
SEÑAL 63 * 60 Cm	\$96,120.00	/pza
TABIQUE ROJO REFORZADO 6 * 14 * 23 Cm	\$170.00	/pza
SOCIET	\$1,500.00	/pza

FOLIO 100 W	-----	\$1,599.00 /pza
MICROSEFERA	-----	\$2,249.00 /kg
ASFALTO F1-2	-----	1400.00 /lt
CEPILLO DE FATZ	-----	\$3,290.00 /pza
ALAMBRE REDUCTIVO No. 15	-----	\$2,590.00 /kg
DESOLDANTE	-----	\$467.84 /lt
ASFALTO FF-3	-----	1400.00 /lt
ECCO 45" x 15 Cm	-----	\$6,048.00 /pza
SLABS 15 Cs	-----	\$6,048.00 /pza
ANCLAS	-----	\$25,000.00 /pza
TUBO DE 10 CM DE DIAMETRO ASFALTADO	-----	\$3,535.00 /ml
ALAMBRO	-----	\$1,561.00 /kg
MARCO Y CONTORNADO ENFA REGISTRADO	-----	\$30,000.00 /pza
VARILLA CUTERWELL	-----	\$30,000.00 /pza
SOLDADURA	-----	\$1,200.00 /kg
CABLE COLORE MONOFILAR ALF. ENF 300 Y CAL. 6	-----	\$7,327.00 /ml
SUPERMAYON "D"	-----	\$1,920.00 /kg
TUVEX 3 x 16 "	-----	\$10,896.00 /kg
ESTOPINES ELECTRICOS 5 m	-----	\$4,500.00 /pza
BRACA DE 3 "	-----	\$69,872.00 /pza
ALAMBRE DEFORMANTE	-----	\$150.00 /m
BARBA EXT. 2218 " 202 - 029 3	-----	\$766,777.00 /pza
BARBA EXT. 1 142 " 214 - 27103	-----	\$567,127.00 /pza
COFLE UNION FIB 7994 - 2825	-----	\$32,979.00 /pza
BRACA DE " CRUZ " 2 142 " 110 - 7054	-----	\$504,643.00 /pza
LINTA AISLANTE	-----	\$1,557.00 /pza
LUMINARIA T/CROMALITE (400) VAPOR DE SODIO	-----	\$900,000.00 /pza
PUESTE ALUMBRADO PUBLICO LUNICO	-----	\$464,000.00 /pza
ANCLAS PARA PUESTE DE ALUMBRADO	-----	\$25,000.00 /pza
BRACO DE TUBO DE ACERO 2 " DE DIAM.	-----	\$41,600.00 /pza
INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 2 x 40 10,000 W	-----	\$134,597.20 /pza
CONTACTOR MAGNETICO ENF. 40 A 24 220 V	-----	\$214,892.80 /pza
CELDA FOTOELECTRICA 200 V 20 Hz	-----	\$35,000.00 /pza
ARMADILLO	-----	\$3,700.00 /m3
TUBO DE ACERO GALV. DE 3 " DE DIAM.	-----	\$35,468.00 /m
TUBO DE ACERO GALV. DE 2 " DE DIAM.	-----	\$27,159.00 /m
FERRAS, TUERCAS Y ANCLAS F/F	-----	\$3,700.00 /m
CABLE COLORE MONOFILAR ALF. ENF 300 Y CAL. 10	-----	\$1,358.00 /m
EXTRACCION Y ACESADO DE AGUA	-----	\$13,775.12 /m3
EXTRACCION DE MATERIAL "L" CON PERFORADORA DE URUBAS, EN BANCO DE FRESTAMO CLAS. 00-00-100	-----	\$6,915.12 /m3
EXTRACCION DE MATERIAL "L" CON PERFORADORA DE PISO, EN BANCO DE FRESTAMO CLASIF. 00-00-100	-----	\$12,165.96 /m3

## Anexo IV.2.1.b. - Costos horarios de equipo utilizado en obra.

COSTOS HORARIOS DE LA MAQUINARIA  
UTILIZADA EN OBRA Y EN  
LA OBTENCION DE COSTOS DE LOS  
CONCEPTOS PRINCIPALES

DESCRIPCION	IMPORTE
EMPA AUTOCESANTE 4" MOTOR GASOLINA	\$5,956.70
CAMION DIESEL F-600 REBILLAS	\$35,360.30
CAMION F-600 TANQUE 7000 lt	\$41,422.90
CAMION F-600 VOLTEO DE 3 m3	\$47,155.22
CAMIONETA REBILLAS FORD F-350	\$20,196.91
CARGADOR CAT. 955 L 2.25 yd3	\$142,426.33
COMPACTADOR DYNAMIC CA-25A	\$76,306.62
COMPACTADOR NEUMATICO AF-23	\$65,166.80
COMPACTADOR VIBRATORIO FR-8 MANUAL	\$5,926.93
COMPACTADOR VIBRATORIO DA-30	\$37,500.72
COMPRESOR PORTATIL CF-600	\$21,376.61
COMPRESOR PORTATIL SF-3250	\$25,781.19
EMPA/CAMION PLATAFORMA HIRB 650	\$74,085.24
MOTOCOMBINADORA COMPACTO CM17	\$87,234.85
PAVIMENTADORA SAREEP GREENE SA-41	\$125,542.37
PERFORADORA DE PISO JH-40	\$8,367.05
PERFORADORA TRACT-DRILL ATD-2100	\$72,202.24
PERFORADORA BRISBO DE 5000 lt	\$56,712.74
PLANTA DE SOLDAR GAE-200	\$14,244.58
RETROCAMIONADORA CAT. 235 DE 2.4 yd	\$223,275.51
RETROCAMIONADORA SOEFE DRUGAS FOCL. LC80	\$72,613.84
SE-OLVEDORA DE CONCRETO R-20 PARA 2 SACOS	\$18,458.21
TRACTOR SOEFE DRUGAS KOMATSU D-155A	\$209,279.37
VIBRADOR DE CONCRETO MV-18	\$8,324.69

\*\*\* Costos presentados actualizados al 26 de Octubre de 1990. \*\*\*

## IV.2.2.- SOLUCION VIAL MACRO.

Para el análisis de costos se tomaron en cuenta: Los cinco kilómetros de autopista nueva, las calles laterales en zona urbana, las estructuras relacionadas anteriormente en la presupuestación y las obras de control de acceso, caseta y confinamiento; así como las afectaciones necesarias para la liberación del derecho de vía y la construcción de las obras complementarias.

El periodo de realización de las obras completas para la puesta en servicio es de 30 meses.

Tabla IV.2.2.a. - Datos que sustentan la proyección financiera. Los datos que sustentan la proyección financiera se describen a continuación:

- Monto de obra con IVA:	\$ 644,000'	MDP
- Afectaciones con IVA:	\$ 71,300'	MDP
- Longitud:	5.0	Km
- Tiempo de ejecución de obra:	30	meses
- Gastos de operación con IVA:	\$ 76,700'	MDP
- Gastos de conservación con IVA:	\$ 68,275'	MDP
- Tráfico ponderado:	57,000	vehículos
- Mezcla vehicular:	A:79.0%, B:13.0%, C:8.0%	
- Tarifa vehicular con IVA:	A:\$3,000, B:\$14,000, C:\$18,000	
- Tarifa ponderada con IVA:	\$ 5,630	
- Tasa de crecimiento anual:	2.5	%
- Esquema de financiamiento:	75% Deuda - 25% Capital	
- Plazo de concesión:	18 años	8 meses

macro.

132

## PROYECTO INDIOS VERDES

## COSTOS DE CONCEPTOS PRINCIPALES

		CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO EN MILLONES
I.-	TERRACERIAS			
	Vialidad superficial 25 m. (6 carriles).	5	Km	7,827.7000
	Corte en ampliación y acarreo 10 Km.	45,000	M3	0.0767
II.-	OBRAS DE DRENAJE			
	Alcanarillas .	40	Pza	131.1700
	Cunulas de concreto f'c=150 Kg/cm2.	7,400	M	0.1530
	Ducto de concreto en túnel.	700	M	0.2300
III.-	PAVIMENTACION			
	Vialidad superficial (6 carriles).	5	Km	2,886.0000
IV.-	PUNTES			
	6 carriles, claro 200 m, pilas intermedias.	450	M	184.0010
	6 carriles, claro 40 m (acuoducto).	500	M	130.3330
	Paso inferior 6 carriles, claro = 80 m.	380	M	153.3330
	Reestructuración Puente Rio Remedios (c = 100 m).	100	M	45.9990
	Damolición puente curvo "Emiliano Zapata".	300	M	15.3330
	Incorporación Zapata, 2 carriles (c = 170 m).	490	M	90.2790
	Incorporación V. Morelos, 2 carriles (c = 30 m).	270	M	69.0000
V.-	TUNELES			
	3 carriles (11.50 x 8.10 m).	700	M	29.1310
	Instalaciones en tunoles.	700	M	15.3333
VI.-	DIVERSOS			
	Rehabilitación zona camellón (casetas).	2.8	Ha	3,367.8600
	Deflector de confinamiento.	10	Km	414.0000
	Pasos peatonales de 70 m de claro.	8	Pza	460.0000
VII.-	CASETAS DE COBRO			
	4 carriles	3	Pza	5,366.6667
VIII.-	OBRAS INDUCIDAS			
a)	Reubicación Almacén CFE en Av. Torres 60m x 30m	2,400	M2	0.2300
b)	Reubicación acomoda a subestación.	1	Lote	3,066.5000
c)	Disinst. Torres A.T. y repos. cable con S.P. (4.0 Km / 0.25) x 2	32	Pza.	230.0000
d)	Alumbrado público con postería @ 30m 5.0 km x 2	10	Km	460.0000
e)	Desvío líneas telefónicas, alumbrado público y drenaje	1	Lote	7,666.5000
IX.-	REENCARPETADO Y BACHEO, CALLES DE SERVICIO			
	2,500m x 8m x 2 x 0.05m	2,000	M3	0.8100
X.-	JARDINERIA Y OBRAS EXTERIORES	3,400	M2	0.1250
XI.-	SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL	5	KM	92.0000
XII.-	PROYECTO Y SUPERVISION	4	%	406,375.0000
XII.-	AFECCIONES			
a)	Insurgentes-Av. Torres 40 m x 200 m	8,000	M2	2.0000
b)	Recuperación del derecho de vía (indemnización) 400 m x 20 m.	8,000	M2	0.5000
c)	Incorporación de Derecho de Torres a Autopista (100 m x 20 m) x 1.2	2,400	M2	2.0000
d)	Vialidad de Incorporación a Puente E. Zapata (gasa) 11 x (120) * 2	11,310	M2	2.0000
e)	Tunel; 350 m x 25 m x 0.4	3,500	M2	0.5000

\*\*\* Costos presentados actualizados al 26 de Octubre de 1990. \*\*\*

Cuadro IV.2.2.b. - Programa de ejecución de obra por trimestres y flujo de caja.

133

PROGRAMA DE CONSTRUCCION POR TRIMESTRES

IMPORTE EN MILLONES	PROGRAMA DE CONSTRUCCION POR TRIMESTRES									
	1				2				3	
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
39,139.50										
3,451.50										
42,590				7,560	7,550	7,550	8,750	11,180		
5,246.80										
1,132.20										
161.00										
6,540				1,170	1,170	1,160	1,340	1,700		
14,430.00										
14,430							1,390	4,180	7,370	1,490
82,800.45										
65,166.50										
58,266.54										
4,599.90										
4,599.90										
44,236.71										
18,630.00										
278,300			23,850	23,850	28,600	47,700	47,700	47,700	47,700	11,200
20,391.70										
10,733.31							12,450	18,675		
31,125										
9,430.01										
4,140.00										
3,680.00										
17,250									12,075	5,175
16,100.00										
16,100							1,400	4,900	4,900	4,900
552.00										
3,066.50										
7,360.00										
4,600.00										
7,666.50										
23,245			3,000	3,200	3,480	3,720	4,650	5,195		
1,620.00										
1,620										1,620
425.00										425
425										425
460.00										460
460										460
16,255.00										
16,255	3,250	3,250	3,250	3,250	3,255					
16,000.00										
4,000.00										
4,800.00										
22,620.00										
1,750.00										
49,170	6,250	7,350	12,250	12,250	7,350	3,720				
497,510	9,500	10,600	42,350	51,280	51,405	63,850	77,680	93,530	72,045	25,270

## Anexo IV.2.2.a. - Costo por metro de puente.

(MDP)

INCLUYENDO ACCESOS

PUENTE	GRANDE (CLARO > 150m)	INTERMEDIO (CLARO 50-60m)	STANDARD (CLARO 20-30m)
9 m (2 Vías)	\$ 107.333	\$ 76.666	\$ 53.666
10 m (2 Vías)	\$ 122.666	\$ 91.999	\$ 61.333
13 m (3 Vías)	\$ 130.333	\$ 107.333	\$ 68.999
16 m (4 Vías)	\$ 145.666	\$ 122.666	\$ 76.666
24 m (6 Vías)	\$ 183.999	\$ 153.333	\$ 130.333

---

 \*\*\* Costos presentados vigentes al día 26 de Octubre de 1990 \*\*\*



## CONCLUSIONES

**CONCLUSIONES.**

Un punto trascendente para el desarrollo de una zona en particular y de una Ciudad en general, es contar con vías de circulación entre la zona de acceso y salida hacia y desde la misma, en buenas condiciones, con tránsito fluido, ya que si los puntos extremos de la población presentan problemas de circulación, este problema es transmitido hacia los focos centrales.

Lo considerado como una solución factible, es que desde el momento en que se tiene la necesidad de construir alguna vía de circulación (ya sea carretera, vías de acceso o vías interiores), lo principal es preveer y planear la forma de que los beneficios obtenidos acaparen la visión del funcionamiento a largo plazo.

Esta opción no puede ser realizada con seguridad ya que la explosión demográfica en la Ciudad avanza incalculablemente y por lo tanto requiere de la adecuación de sus vías de circulación periodicamente hacia las demandas de la población y esto es origen del problema de realización de adaptaciones a dichas vías, pero, si es una zona de máxima demanda, surge la pregunta ¿Qué es lo que debemos hacer con el tránsito que se encuentra en constante circulación por éstas vías?, caso que propicia la realización de desviaciones y diferentes obras inducidas que intervienen conjuntamente con la obra para su correcta y completa ejecución.

Otra solución que se puede encontrar al problema de congestionamientos y sobresaturación es la descentralización económica.

Es necesario conocer y analizar alternativas para poder adecuar e intentar mejorar la vía de acceso a la Ciudad de México, carretera México-Pachuca hacia la Av. Insurgentes Norte, satisfaciendo las demandas que exige la zona de los "Indios Verdes", en la cuál cabe mencionar que se encuentran situadas diferentes tipos de terminales (autobuses, peseras, metro, etc.) siendo esta zona como una de las más conflictivas de la Ciudad; lo cuál hace mayormente útil una reestructuración del esquema vial aquí.

Las alternativas ayudan a solucionar en gran escala, el problema en el cual queda involucrada toda la población, presentando cada una diferentes tipos de procesos constructivos pero con el fin de solucionar el problema de saturación existente ya que actualmente la vía se encuentra funcionando cerca del límite de su capacidad y que en un futuro muy próximo (3 años máximo), se sobrepasaría la capacidad de operación de la vialidad en cuestión, por lo tanto hablando de funcionalidad, las dos alternativas presentadas cumplen con los requisitos.

La planeación y desarrollo de la solución vial micro, en general todo el proyecto y su ejecución, hace notar que es una alternativa que soluciona en gran parte el problema a corto plazo, además de que los costos de realización son inferiores que en la alternativa

de solución vial macro del tipo concesionado, la cual presenta procedimientos constructivos de gran magnitud que requieren de una mayor elaboración, además de que los costos y tiempo de ejecución del proyecto también son mayores y en esta última alternativa las afectaciones que se incorporan en la zona al momento de encontrarse realizando la operación y sus costos son de consideración.

Pero, recalcando, si los objetivos son la mejora de las vías de circulación, con beneficios para los habitantes de la zona de influencia, transportistas, automovilistas de largo itinerario y que transitan localmente, y en general, facilita la movilidad en esas zonas, las alternativas de solución en cuestión, son viables para mejorar y solucionar el problema que trae consigo congestiones, saturación de la vialidad, contaminación, fallas mecánicas, gastos excesivos de combustible, etc.

La solución vial macro del tipo concesionado es una alternativa que ha sido experimentada en diversos países con buenas referencias acerca de su funcionamiento y actualmente el Gobierno Federal ha promovido estos nuevos esquemas de construcción y operación de carreteras que a largo plazo, en cuanto se recupera la inversión, aparece como una solución viable, de diferentes características en relación con la solución vial micro en lo que a planeación y desarrollo, procedimientos constructivos, costos y tiempo de ejecución se refiere.

La solución vial micro puede tener como desventaja en comparación con la solución vial macro, que en un futuro con el crecimiento acelerado de la población sea insuficiente de nuevo como en estos momentos se encuentra esta vialidad y con respecto a esto, encontramos las ventajas más sobresalientes de la solución vial macro que al presentar estructuras de grandes dimensiones como puentes y túneles, garantizan la continuidad con la autopista y la fluidez del tránsito necesaria para un largo plazo.

En la solución vial macro, el estudio de beneficio-costos indica que esta solución es rentable, independientemente que es una alternativa que resuelve satisfactoriamente el problema vial en un lapso mínimo de 15 años contando con una vida útil de 25 años.

Ambas alternativas aportan beneficios como:

- Disminución de la contaminación, ya que esta se encuentra en relación con la velocidad de operación.
- Ahorro en el desgaste vehicular (motor, llantas, balatas) y de mantenimiento como afinaciones, cambio de aceite, etc.
- Ahorro en el mantenimiento de pavimentos, ya que al disminuir el tránsito actual, los ciclos de pavimentación y mantenimiento serán menos frecuentes.

Finalmente, la solución vial macro se puede decir que es más conveniente, comparativamente, en el sentido de funcionalidad, aunque a largo plazo, ya que con este tipo de solución se respeta en mayor escala la tangente que en la solución vial micro, la cual presenta curvas, tanto en su alineamiento horizontal como en el

vertical (proyecto geométrico) y mayores pendientes.

La solución vial micro dentro de los rangos de economía y ahorro de tiempo en la ejecución del proyecto cuenta con mayor funcionalidad además de que lo necesario es una solución rápida y decisiva al problema que se presenta en la Autopista México-Pachuca hacia la Av. Insurgentes Norte.

## BIBLIOGRAFIA

\*\*\* POR PETICION DE LAS EMPRESAS CONTRATISTAS SE OMITE EL NOMBRE DE LAS MISMAS QUEDANDO POR CITAR COMO FUENTE DE INFORMACION SOBRE LA MAYOR PARTE DE LOS ASPECTOS PRESENTADOS, A EMPRESAS CONTRATISTAS DE LA INICIATIVA PRIVADA.

\*\*\* TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION

AUTOR: G. BAUD

EDITORIAL: LUME

\*\*\* MAQUINARIA AUXILIAR DE OBRA

AUTOR: ING. ADIL GABAY

EDITORIAL: TECNOS

\*\*\* METODOS PLANEAMIENTO Y EQUIPOS DE CONSTRUCCION

AUTOR: R. L. PEURIFOY

EDITORIAL: DIANA

\*\*\* NORMAS Y COSTOS DE CONSTRUCCION

AUTOR: ING. ARQ. ALFREDO PLAZOLA CISNEROS

EDITORIAL: LIBREROS MEXICANOS UNIDOS

\*\*\* MECANICA DE SUELOS: TOMOS I Y II

AUTOR: JUAREZ BADILLO, RICO RODRIGUEZ

EDITORIAL: LIMUSA

\*\*\* INGENIERIA DE TRANSITO

AUTOR: RAFAEL CAL Y MAYOR

EDITORIAL: REPRESENTACIONES Y SERVICIOS DE INGENIERIA

\*\*\* CURSO VICTOR-HARDY: TOMOS I Y II

AUTOR: VARIOS

ASOCIACION MEXICANA DE INGENIERIA DE TUNELES Y OBRAS  
SUBTERRANEAS

\*\*\* CUARTA COLECCION DE PROYECTOS TIPO DE ELEMENTOS DE PUENTES Y  
PASOS A DESNIVEL PARA CARRETERAS

S. O. P.

\*\*\* MANUAL DE PROYECTO GEOMETRICO PARA CARRETERAS

S. A. H. O. P.

MEXICO D.F. 1977

\*\*\* A MANUAL ON USER BENEFIT ANALYSIS OF HIGHWAY AND BUS TRANSIT  
IMPROVEMENTS

A. S. S. H. T. O.

WASHINGTON D. C. 1977



\*\*\* REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL  
ACTUALIZADO POR EL LICENCIADO MIGUEL ANGEL SERRANO YRIBERRI  
EDITORIAL: TEOCALLI  
MEXICO D.F., 1987

\*\*\* GUIA DEL CONSUMIDOR DE CONCRETO PREMEZCLADO  
CONCRETOS ALTA RESISTENCIA S. A. DE C. V.

## INDICE DE ANEXOS, DIAGRAMAS, CUADROS, TABLAS Y FIGURAS

Tabla I.2.a. - Medidas de efectividad actuales....	Pag. 11
Tabla I.2.b. - Medidas de efectividad a 3 años....	Pag. 11
Anexo I.2.a. - Aforos Direccionales con Clasificación, cruceo Insurgentes-Acueducto.....	Pag. 13
Anexo I.2.b. - Aforo de 16 horas, movimiento hacia México.....	Pag. 14
Anexo I.2.c. - Aforo de 16 horas, movimiento hacia Pachuca.....	Pag. 15
Anexo I.2.d. - Aforo de 16 horas en puente dirección hacia México.....	Pag. 16
Anexo I.2.e. - Aforo de 16 horas en puente dirección hacia Pachuca.....	Pag. 17
Anexo I.2.f. - Aforo de 16 horas en lateral de puente, dirección México.....	Pag. 18
Anexo I.2.g. - Aforo de 16 horas en lateral de puente, dirección Pachuca.....	Pag. 19
Anexo I.2.h. - Volúmenes vehiculares actuales en hora de máxima demanda.....	Pag. 20
Anexo I.2.i. - Volúmenes vehiculares estimados a 3 años en hora de máxima demanda.....	Pag. 21
Anexo I.2.j. - Volúmenes vehiculares estimados a 10 años en hora de máxima demanda.....	Pag. 22
Diagrama I.3.a. - Aforos vehiculares direccionales en cruceo Autopista México-Pachuca - Via Morelos.....	Pag. 27

Diagrama I.3.b.- Ingeniería de tránsito y aforos vehiculares en Autopista México-Pachuca y Avenida de las Torres.....	Pag. 28
Anexo I.3.a.- Clasificación total de las operaciones de tránsito que puedan ocurrir.....	Pag. 32
Figura II.1.a.- Croquis de planta general de la obra en su primera etapa.....	Pag. 39
Anexo II.1.a.- Croquis de localización, cadenamientos 0+200-0+250.....	Pag. 40
Anexo II.1.b.- Croquis de localización, cadenamientos 0+250-0+750.....	Pag. 41
Anexo II.1.c.- Croquis de localización, cadenamientos 0+750-1+250.....	Pag. 42
Anexo II.1.d.- Croquis de localización, cadenamientos 1+250-1+700.....	Pag. 43
Anexo II.1.e.- Croquis de localización, cadenamientos 1+700-1+900.....	Pag. 44
Anexo II.1.f.- Perfil de proyecto lado poniente, Pachuca-México.....	Pag. 45
Figura II.1.b.- Perfil de proyecto lado poniente.....	Pag. 47
Anexo II.1.g.- Perfil de proyecto lado oriente, México-Pachuca.....	Pag. 48
Figura II.1.c.- Perfil de proyecto lado oriente.....	Pag. 49
Anexo II.1.h.- Sección tipo, cadenamiento 0+600.....	Pag. 50

Anexo II.1.i.- Sección tipo de construcción, cadenamiento 0+960.....	Pag. 51
Anexo II.1.j.- Sección tipo de proyecto, cadenamiento 0+960.....	Pag. 52
Anexo II.1.k.- Sección tipo, cadenamiento 1+720.....	Pag. 53
Anexo II.1.l.- Maquinaria y equipo empleado en obra.....	Pag. 54
Anexo II.1.m.- Programa de personal básico utilizado en obra.....	Pag. 55
Anexo II.1.n.- Programa de ejecución de obra.....	Pag. 56
Anexo II.1.o.- Clases de concreto estructural...	Pag. 57
Anexo III.1.a.- Localización y altura del muro de contención.....	Pag. 73
Anexo III.1.b.- Dimensiones y armado de muro de contención.....	Pag. 74
Anexo III.1.c.- Tabla de armados de muro de contención.....	Pag. 75
Figura III.2.a.- Cargas móviles actuantes sobre puentes.....	Pag. 82
Figura III.2.b.- Determinación de la longitud de un puente.....	Pag. 85
Tabla III.2.a.- Esfuerzo de contacto admisible en el terreno en que se debe desplantar la subestructura de un puente o paso a desnivel.....	Pag. 87
Tabla III.2.b.- Tipos de varillas comunmente utilizadas.....	Pag. 90

Anexo III.2.a.- Localización de elementos, solución vial macro.....	Pag. 105
Anexo III.2.b.- Elementos de puentes.....	Pag. 108
Anexo III.2.c.- Secciones propuestas de túneles..	Pag. 109
Anexo III.2.d.- Tipos de cemento Portland.....	Pag. 110
Cuadro IV.1.1.a.- Presupuesto general de obra, solución vial micro.....	Pag. 112
Cuadro IV.1.1.b.- Programa de ejecución de obra y flujo de caja por mes.....	Pag. 113
Tabla IV.1.2.a.- Presupuesto general de obra, solución vial macro.....	Pag. 114
Tabla IV.2.1.a.- Porcentaje de costos indirectos y utilidad.....	Pag. 116
Anexo IV.2.1.a.- Costos de materiales utilizados en obra.....	Pag. 128
Anexo IV.2.1.b.- Costos horarios de equipo utilizado en obra.....	Pag. 130
Tabla IV.2.2.a.- Datos que sustentan la proyección financiera.....	Pag. 131
Cuadro IV.2.2.a.- Costos de conceptos principales, solución vial macro.....	Pag. 132
Cuadro IV.2.2.b.- Programa de ejecución de obra por trimestres y flujo de caja.....	Pag. 133
Anexo IV.2.2.a.- Costo por metro de puente.....	Pag. 134