

35  
2º



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

"PROYECTO DEL LIBRAMIENTO CARRETERO DE  
TOLUCA PARA LA NUEVA RED NACIONAL  
DE AUTOPISTAS"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A :

JUAN GARCIA SOTO



MEXICO, D. F.

1996.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA  
DIRECCION  
60-1-093/96

Señor  
**JUAN GARCIA SOTO**  
Presente.

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

**"PROYECTO DEL LIBRAMIENTO CARRETERO DE TOLUCA PARA LA NUEVA RED NACIONAL DE AUTOPISTAS"**

- INTRODUCCION**
- I. ESTUDIO SOCIOECONOMICO DE LA ZONA**
  - II. ESTUDIOS PRELIMINARES**
  - III. DESCRIPCION DEL PROYECTO**
  - IV. PROCESO CONSTRUCTIVO KM 60+741 - 70+000**
  - V. ANALISIS ESTADISTICOS DE COSTOS**
  - VI. CONCLUSIONES**
- BIBLIOGRAFIA**

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

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

Atentamente  
**"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"**  
Cd. Universitaria, a 02 de julio de 1996.  
EL DIRECTOR.

  
ING. JOSE MANUEL COVARRUBIAS SOLIS

JMCS/GMP\*jbr

**“PROYECTO DEL LIBRAMIENTO CARRETERO  
DE TOLUCA PARA LA NUEVA RED NACIONAL DE  
AUTOPISTAS”**

**I N D I C E**

INDICE

	PAGINA
INTRODUCCION .....	1
I.- ESTUDIO SOCIOECONOMICO DE LA ZONA .....	4
I.1 LOCALIZACION GEOGRAFICA .....	4
I.2 ESTUDIO SOCIOECONOMICO .....	6
I.3 DERECHO DE VIA .....	19
II.- ESTUDIOS PRELIMINARES .....	24
II.1 FISIOGRAFIA Y GEOLOGIA REGIONAL .....	24
II.2 TOPOGRAFIA .....	25
II.3 CLIMATOLOGIA .....	26
II.4 HIDROGRAFIA .....	28
II.5 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO GEOTECNICO .....	31
II.6 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE VIALIDAD .....	35
III.- DESCRIPCION DEL PROYECTO .....	41
III.1 GENERALIDADES .....	43
III.2 SELECCION DE RUTA .....	46
III.3 ANTEPROYECTO .....	48
III.4 PROYECTO .....	50
III.5 ESPECIFICACIONES GENERALES PARA TERRACERIAS .....	53
III.6 ESPECIFICACIONES GENERALES PARA OBRAS DE DRENAJE ..	55
III.7 PROYECTO DE PAVIMENTACION .....	56
III.8 ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS .....	60

III.9 LICITACION DE OBRAS .....	63
IV.- PROCESO CONSTRUCTIVO KM 60+741-70+000 .....	66
IV.1 GENERALIDADES .....	66
IV.2 TERRACERIAS .....	67
IV.3 OBRAS DE DRENAJE .....	81
IV.4 PAVIMENTACION .....	88
V.- ANALISIS ESTADISTICOS DE COSTOS .....	104
V.1 GENERALIDADES .....	104
V.2 CONCEPTO DE TRABAJO .....	106
V.3 ANALISIS DE COSTOS .....	108
V.4 LA INFLACION EN LOS COSTOS DE LA CONSTRUCCION .....	129
VI.- CONCLUSIONES .....	135
 ANEXO I	
ANEXO II	
 BIBLIOGRAFIA	

# INTRODUCCION



## INTRODUCCION

Desde tiempos antiguos ha existido la necesidad de establecer o crear vínculos de comunicación para unir personas , pueblos, ciudades, etc. Actualmente la necesidad es mayor porque cada vez la expansión aumenta las necesidades básicas de la población.

Dentro de los principales medios de comunicación sabemos que existen varios tipos que son muy importantes, en los cuales destacan: las vías aéreas, las marítimas y las terrestres; de estas últimas dos tipos: las carreteras y las ferroviarias, nuestro problema se refiere a las carreteras.

Sabemos que la ingeniería es arte y ciencia, el ingeniero civil que proyecta un camino sabe que debe poseer una armonía interna y externa, para que se vea acorde con sus alrededores y exista una combinación de curvas horizontales y verticales, de cortes y rellenos, y de taludes que combinen con el terreno. Por otro lado, los caminos son un medio de transporte, por lo que se deben construir adoptando criterios de resistencia, seguridad y uniformidad.

Las actividades de los seres humanos están ligadas al transporte, que tiene efectos económicos y sociales importantes, al permitir disponer de mercancías o personas en el lugar y tiempo que se necesiten.

En México el 80% de las mercancías y el 95% de las personas son transportadas por carretera por lo que se requiere la modernización de las actuales, así como, la creación y construcción de nuevas.

Actualmente se vive una problemática en la carretera México-Toluca, la cual es una de las más transitadas en el país, por ser una de las vías de acceso al Distrito Federal, esparticularmente en transportación de carga.

Además, esta carretera constituye un importante paso hacia la carretera de Atlacomulco que una gran cantidad de industrias de la capital la utilizan como medio de transporte para dirigir sus productos hacia el centro del país, lo que aunado a la carga generada por las industrias que se encuentran en la ciudad de Toluca, la carga vehicular se hace sumamente grande provocando congestionamientos severos sobre todo en la entrada de la ciudad. Actualmente se le esta dando una solución provisional desviando los autobuses de pasajeros y los camiones de carga por la lateral para dejar libres los carriles centrales, pero esto no es suficiente.

Ante este problema se decidió realizar la construcción de una carretera "Vía Corta" con destino a la ciudad de Guadalajara, con la siguiente ruta Libramiento Nororiente de Toluca-Atlacomulco-Maravatio-Ocotlan-Guadalajara, siendo el tramo más importante el mencionado libramiento. En la actualidad se tiene construido un porcentaje mínimo debido a la falta de financiamiento y coordinación entre la concesionaria y el Estado de México, pero ya se ha proyectado casi en su totalidad.

Cabe destacar que el proyecto esta inconcluso en lo que se refiere a los proyectos geométricos y de las estructuras de los entronques que son tres; Entronque San Cayetano, Entronque Naucalpan y el Entronque Lerma de Villada.

El Entronque Lerma de Villada está ubicado esta sobre la autopista México-Toluca, a la altura del Río Lerma y entroncará la carretera México-Toluca, con el libramiento hacia Atlacomulco y lo que será a futuro el periférico de la ciudad.

Este entronque es muy importante por la dificultad que pueda presentar su construcción debido a las características físicas del lugar pues; este sitio presenta varias dificultades como son el mismo cruce del Río Lerma, la ubicación de torres de alta tensión sobre el camellón central de la autopista, así como el cruce de una vía ferroviaria y ductos tanto de teléfonos como de Pemex, etc.

**CAPITULO I**

**ESTUDIO SOCIOECONOMICO**

**DE LA ZONA**

## **CAPITULO I**

### **ESTUDIO SOCIOECONOMICO DE LA ZONA**

En el proceso del desarrollo nacional es muy importante el conocer adecuadamente sobre los poblados que son afectados por la construcción de obras de esta magnitud. La información estadística constituye un insumo fundamental para la elaboración de diagnósticos, la formulación, instrumentación y control de planes y programas, por parte de los usuarios, del sector privado y académico, y del público en general. Con la información estadística es posible caracterizar y conocer los fenómenos económicos y sociales, lo cual permite el análisis y la toma de decisiones para alcanzar los objetivos que se persiguen.

#### **I. 1 LOCALIZACION GEOGRAFICA**

La localización de caminos comprende muchos aspectos, como los costos para usuarios, costos de construcción, efectos en la población, servicios al tráfico, efectos en el ambiente y adquisición de la propiedad.

El libramiento Noreste de Toluca tiene una longitud de 30 km aproximadamente y esta localizado en el Estado de México, uno de los accesos al libramiento es la carretera México-Toluca, la cual cuenta con 65 km. de longitud ubicada al suroeste del Distrito Federal en el Estado de México, dicho libramiento se entronca con la carretera en el kilometro 51+170 a la altura del Municipio de Lerma de Villada, en la parte norte del libramiento, éste se entronca con la carretera Toluca-Atlaconulco en el kilometro 60+740, a la altura del poblado de San Cayetano.

Para el análisis de estudio se contemplaron los siguientes municipios del Estado de México, como son: Ocoyoacac, San Mateo Atenco, Lerma de Villada, Xonacatlan de Vicencio, Toluca de Lerdo, Ixtlahuaca de Rayón y Atlacomulco de Fabela.

De antemano sabemos que el Estado de México esta ubicado al centro del país y cuenta con las coordenadas siguientes; al norte 20°17', al sur 18°25' de latitud norte; al este 98°33' y al oeste 100°28' de latitud oeste, además, colinda al norte con Querétaro Arteaga e Hidalgo; al este con Hidalgo, Tlaxcala, Puebla y el Distrito Federal; al sur con Morelos y Guerrero; al oeste con Guerrero y Michoacán de Ocampo.

En la tabla I.1 se tiene la ubicación geográfica de los municipios de influencia económica que afectan a la obra .

CUADRO I.1 Localización geográfica por municipios de la zona de influencia

MUNICIPIO	LATITUD NORTE		LATITUD OESTE		ALTITUD MSNM
	GRADOS - MINUTOS		GRADOS-MINUTOS		
Ocoyoacac	19	16	99	28	2580
San Mateo Atenco	19	16	99	32	2570
Lerma de Villada	19	17	99	31	2560
Xonacatlan	19	24	99	32	2580
Toluca de Lerdo	19	17	99	40	2560
Ixtlahuaca de Rayón	19	34	99	46	2540
Atlacomulco	19	48	99	52	2570

## I. 2 ESTUDIO SOCIOECONOMICO

### 2.1 INFRAESTRUCTURA

Para el desarrollo de cualquier obra o proyecto es importante conocer con qué tipo y con cuánta infraestructura se cuenta, desde los asentamientos humanos hasta las vías de comunicación actuales en la región de estudio.

#### 2.1.1 ASENTAMIENTOS HUMANOS

CUADRO I.2 Superficie territorial por uso actual del suelo según la región (al 31 de marzo de 1994).

HECTAREAS.

REGION	TOTAL	AGRICOLA	PECUARIO	FORESTAL	OTROS USOS*
Estado	2249995	885887	385933	727919	250256
Toluca	302604	153462	20796	81073	47273
Atacomulco	320827	192319	28065	76672	23771

\* Comprende el uso urbano, cuerpos de agua y otros.

El cuadro I.2 nos muestra la distribución del uso del suelo de las regiones de Toluca y Atacomulco, en este caso de ve como con respecto al total de su región el uso agrícola tiene más del 50%.

CUADRO I.3 Licencia de funcionamiento otorgadas a empresas para el control de emisiones a la atmósfera por principales giros de actividad según municipio (1994).

MUNICIPIO	TOTAL	QUIMICA	METAL MECANICA	ALIMEN- TICIA	TEXTIL	AUTOMO- TRIZ	PLASTI- CO	OTROS*
Estado	176	39	29	19	18	16	13	42
Ocoyuncac	6	3	1	0	0	0	2	0
Lerma	49	8	10	5	10	4	6	6
Toluca	62	14	6	8	4	5	4	21
Ixtlahuaca	1	1	0	0	0	0	0	0
Atlacomulco	4	1	2	0	0	0	0	1

\* Comprende los giros de actividad: Zapatera, bebidas, cal y cemento, mecánica, editorial, curtidora, entre otras.

En el cuadro I.3 se aprecia que las licencias otorgadas a los municipios de influencia es el 70% del total otorgadas en todo el Estado, lo que representa una gran actividad económica en la zona de estudio.

### 2.1.2 CARRETERAS

Actualmente la longitud total de la red carretera del Estado de México es de 9510.79 km., de los cuales para carreteras principales pavimentadas corresponden 1038.40 km. y para revestidas 2180.58 km., para carreteras secundarias pavimentadas corresponden 3976.60 km. que incluyen 271.50 km. de vialidades y para revestidas 2315.21 km., en el siguiente cuadro se muestra un análisis comparativo con el año de 1990, 1992 y 1994.



CUADRO I.4 Comparación con años anteriores de la red carretera del Estado de México.

AÑO	LONGITUD TOTAL KM.	PRINCIPALESa/		SECUNDARIASb/	
		PAVIMENTADASc/	REVESTIDASd/	PAVIMENTADASc/	REVESTIDASd/
1990	6805	1116	0	3139	2550
1992	10482	1075	0	6435	2399
1994	9511	1038	2181	3977	2315

NOTA: Los datos que hacen referencia al año de 1994 disminuyen con respecto a los de los años anteriores, debido a ajustes realizados por la fuente.

CUADRO I.5 Longitud de la red carretera por clase y superficie de rodamiento según municipio (al 31 de diciembre de 1994). (km.)

MUNICIPIO	TOTAL	PRINCIPALES a/		SECUNDARIAS b/	
		PAVIMENTADAS c/	REVESTIDASd/	PAVIMENTADAS c/	REVESTIDASd/
Ocoyoacac	95.72	26.00	0.00	64.02	5.70
San Matco Atenco	18.70	0.00	0.00	16.70	2.00
Lerma	117.37	16.70	7.70	92.97	0.00
Xonacatlan	28.10	11.00	0.00	17.10	0.00
Toluca	233.20	6.50	5.23	198.83	22.64
Ixtlahuaca	270.35	18.00	70.10	82.90	99.35
Atlacomulco	194.00	17.80	49.00	57.00	70.20

a/ Son carreteras troncales o primarias con objeto de servir al tránsito de larga distancia. Comprende caminos federales en servicio, directo o de cuota y concesionadas.

b/ Son carreteras estatales o alimentadoras, tienen como propósito servir de acceso a las carreteras principales.

c/ Comprenden caminos de dos, cuatro o más carriles.

d/ Las carreteras revestidas son los caminos rurales a cargo de la federación.

En el cuadro anterior se tiene la longitud de carretera de los municipios, donde la mayor parte de su longitud son carreteras secundarias pavimentadas, con lo que se corrobora la importancia de estos municipios en el sistema de comunicación terrestre.

## 2.2 ESTUDIOS DEMOGRAFICOS

CUADRO I.6 Población total por sexo, superficie y densidad poblacional por municipio.

MUNICIPIO	POBLACION TOTAL	HOMBRES	MUJERES	SUPERFICIE KM. <sup>2</sup>	DENSIDAD POBLACIONAL HAB/KM <sup>2</sup>
Estado	9815795	4834549	4981246	21355.00	459.65
Ocoyoacac	37395	18465	18930	121.31	308.26
San Mateo Atenco	41926	20580	21346	23.65	1772.77
Lerma	66912	33329	33583	215.10	31.07
Xonacatlan	28837	14298	14539	37.98	759.27
Toluca	487612	235837	251739	300.75	1621.32
Ixtlahuaca	88545	42976	45969	374.39	236.50
Atacomulco	54067	26188	27879	234.86	230.21

El cuadro I.7 nos permite la cantidad de población, así como su densidad poblacional de cada uno de los municipios en estudio. Como se puede observar los municipios de San Mateo y Toluca son los más altos.

CUADRO I.8 Población total por sexo y tamaño de la localidad según municipio.

MUNICIPIO Y TAMAÑO DE LA LOCALIDAD (HAB.).	POBLACION TOTAL	HOMBRES	MUJERES
Ocoyoacac	37395	18465	18930
1-99	377	181	196

MUNICIPIO Y TAMAÑO DE LA LOCALIDAD (HAB.).	POBLACION TOTAL	HOMBRES	MUJERES
100-499	1771	908	863
500-999	2825	1416	1409
1000-1999	1782	862	920
2500-4999	6629	3231	3398
5000-9999	6380	3174	3206
15000-19999	17631	8693	8438
San Mateo Atenco	41926	20580	21346
1-99	89	47	42
100-499	323	168	155
500-999	773	397	376
1000-1999	4514	2228	2286
20000-49999	36227	17740	18487
Lerma	66912	33329	33583
1-99	103	54	99
100-499	1988	975	1013
500-999	5883	2947	2936
1000-1999	15672	7831	7841
2000-2499	4492	2191	2301
2500-4999	8425	4208	4217
5000-9999	17369	8622	8747
10000-14999	12980	6501	6501
Xonacatlan	28837	14298	14539
1-99	278	139	139
100-499	4225	2122	2103
500-999	2665	1344	1321
2000-4999	2065	1050	1015
5000-9999	6526	3242	3284

MUNICIPIO Y TAMAÑO DE LA LOCALIDAD (HAB.).	POBLACION TOTAL	HOMBRES	MUJERES
10000-14999	13078	6401	6677
<b>Toluca</b>	<b>487612</b>	<b>235873</b>	<b>251739</b>
1-99	602	299	303
100-499	7324	3734	3590
500-999	11153	5543	5610
1000-1999	28002	13903	14099
2000-2499	15533	7601	7932
2500-4999	34160	16791	17369
5000-9999	46842	23022	23820
15000-19999	16131	8067	8064
100000-499999	327865	156913	170952
<b>Ixtlahuaca</b>	<b>88545</b>	<b>42976</b>	<b>45569</b>
1-99	214	118	96
100-499	2375	1180	1195
500-999	12216	5894	6322
1000-1999	19780	9511	10269
2000-2499	8976	4266	4710
2500-4999	23797	11576	12221
5000-9999	21187	10431	10756
<b>Atacomulco</b>	<b>54067</b>	<b>26188</b>	<b>27879</b>
1-99	500	233	267
100-499	3942	2001	1941
500-999	7267	3595	3672
1000-1999	13020	6335	6685
2000-2499	2037	985	1052
2500-4999	13826	6666	7160
10000-14999	13475	6373	7102

El cuadro 1.8 nos muestra el grado de dispersión de la población de los municipios en estudio, además de, permitir hacer el análisis del grado de urbanización medido en el tamaño de las localidades, según el número de habitantes.

Se considera localidad rural a aquella donde la población es menor a los 2500 habitantes y urbana a las localidades de 2500 y más habitantes. En este caso, se aprecia que predominan las localidades rurales.

### 2.3 NIVEL EDUCATIVO

CUADRO I.9 Población de 6 años y más por municipio, según nivel de instrucción y sexto grado aprobado en primaria.

MUNICIPIO	POBLACIÓN DE 6 AÑOS Y MAS	SIN INSTRUCCION PRIMARIA	SEXTO GRADO APROBADO	CON INSTRUCCION POTTS PRIMARIA	NO ESPECIFICADO
Estado	8305770	918055	1497028	3271708	153909
Ocoyoacac	31949	3756	5551	12299	421
San Mateo Atenco	34919	3891	6424	13520	443
Xonacatlan	24385	3614	4337	7741	2999
Lerma	56634	6427	10177	19888	2144
Toluca	415666	43907	62628	186298	7023
Ixtlahuaca	72618	15247	13537	13258	1837
Atacomulco	44510	7302	6994	11894	1468

El cuadro I.9 proporciona el nivel educativo de la región en estudio, esto a su vez, es un parámetro de la capacidad de desarrollo económico y social de dicha región.

Como se puede apreciar el municipio de Toluca es el más alto en desarrollo educativo lo que afecta a toda la región de análisis.

## 2.4 POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA

CUADRO I.10 Población de 12 años y más por municipio, sexo según condición de actividad.

MUNICIPIO Y SEXO	POBLACION DE 12 AÑOS Y MAS	POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA			POBLACION ECONOMI- CAMENTE INACTIVA	NO ESPECI- FICADO
		TOTAL	OCUPADOS	DESOCUPADOS		
Ocoyoacac	26235	10536	10247	289	15360	339
Hombres	12286	8328	8088	240	4310	188
Mujeres	13409	2208	2159	49	11050	151
San Mateo Atenco	27840	11570	11287	283	15841	429
Hombres	13490	9267	9041	226	4028	195
Mujeres	14350	2303	2246	57	11813	234
Lerma	45909	18708	18249	459	25523	1678
Hombres	22671	14857	14488	369	6854	960
Mujeres	23238	3851	3761	90	18669	718
Xonacatlan	19601	7370	7042	328	12079	152
Hombres	9634	6117	5844	273	3448	69
Mujeres	9967	1253	1198	55	8631	83
Toluca	342633	149953	145272	4681	186827	5853
Hombres	163013	107275	103619	3656	53051	2687
Mujeres	179620	42678	41653	1025	133776	3166
Ixtlahuaca	55371	20447	19729	718	34257	667
Hombres	26262	16003	15414	589	9908	351
Mujeres	29109	4444	4315	129	24349	316
Atacomulco	34514	14406	14127	279	19313	795
Hombres	16351	10831	10611	220	5133	387
Mujeres	18163	3575	3516	59	14180	408

En el cuadro I. 10 se nos informa sobre las personas activas e inactivas económicamente, lo que permite hacer una evaluación sobre el material humano que se requiera para cualquier tipo de proyecto, ya sea a largo o corto plazo.

Cuadro I.11 Población ocupada según sector de actividad y municipio.

MUNICIPIO	POBLACION OCUPADA	SECTOR DE ACTIVIDAD					
		Agricultura, ganade- caza y pesca	Minería	Extracción de Petroleo y gas	Industria Manufacturera	Electricidad y agua	Construcción ria,
Estado	2860976	248140	3802	10440	811269	24087	204650
Ocoyoacac	10247	1108	1	11	3492	75	1078
San Mateo Atenco	11287	526	4	8	6056	36	414
Xonacatlan	18249	2158	5	14	6619	99	2424
Lerma	7042	1101	2	1	1163	14	1917
Toluca	145272	5650	155	162	34214	2296	12999
Ixtlahuaca	19729	5576	2	1	4457	45	1585
Atlacomulco	14127	3220	7	4	2332	146	1019

En el cuadro anterior se muestra los diferentes tipos de actividad de la población económicamente activa, además, de indicar las distintas predominantes que hacen la diferencia en el desarrollo de los municipios, clasificando en forma funcional el área de influencia. Las ramas de la construcción, manufacturera, agricultura, ganadería, caza y pesca son las que tiene mayor cantidad de habitantes con actividad económica.

## 2.5 VIVIENDA

CUADRO I.12 Viviendas particulares habitadas y ocupantes por municipio y clase de vivienda según su tenencia.

MUNICIPIO	VIVIENDAS OCUPADAS Y OCUPANTES	TENENCIA			
		PROPIA	RENTADA	OTRA SITUACION	NO ESPECIFICADA
Ocoyoacac (V)	6410	5691	391	302	26
(O)	37327	33720	1994	1494	119
San Mateo Atenco (V)	7069	5905	787	331	46
(O)	41686	35765	3922	1760	239
Lerma (V)	12007	10671	688	515	133
(O)	66882	60562	3208	2467	645

MUNICIPIO	VIVIENDAS OCUPADAS Y OCUPANTES	T E N E N C I A			
		PROPIA	RENTADA	OTRA SITUACION	NO ESPECIFICADA
Xonacatlan (V)	4868	4352	217	281	18
(O)	28819	26120	1142	1454	103
Toluca (V)	92612	69445	18650	4036	481
(O)	485138	383920	79798	18979	2441
Ixtlahuaca (V)	15604	14631	593	298	82
(O)	88291	83709	2633	1461	488
Atlacomulco (V)	9843	8417	995	361	70
(O)	53955	47551	4349	1709	346

(V) Viviendas

(O) Ocupantes

De acuerdo con el cuadro anteriores pueden observar las condiciones de vida y la situación económica de la población, como se puede apreciar el nivel de vida no es tan bajo ya que la mayoría de la población cuenta con casa propia o rentada, pero sus ingresos también no son tan altos como se aprecia en el siguiente cuadro.

## 2.6 INGRESOS

CUADRO I.13 Población por municipio, según grupos de ingresos (Salario Mínimo).

MUNICIPIO	POBLACION OCUPADA	NO RECI- BEN INGRE- SOS	HASTA EL 50% DE UN S.M.	MAS DEL 50% Y MENOS DE UN S.M	UN SALA- RIO MINIM O	MAS DE UN S.M. Y HASTA 2 S.M.	MAS DE 2 S.M. Y HASTA 5 S.M.	MAS DE 5 S.M. Y HASTA 10 S.M	MAS DE 10 S.M.	NO ESPECI- FICADO
Estado	2860976	105295	144108	319101	21856	1204317	733635	146792	85593	100279
Ocoyoacac	10247	442	294	955	42	4391	3100	500	163	360
San Mateo Atenco	11287	138	457	1219	128	4939	3276	589	234	307
Xonacatlan	18249	825	1080	1507	344	7109	5272	766	262	1084
Lerma	7042	260	313	576	22	2760	1682	882	265	121
Toluca	145272	2439	6913	14318	716	54081	45884	10428	5031	5462



MUNICIPIO	POBLACION OCUPADA	NO RECIBEN INGRESOS	HASTA EL 50% DE UN S.M.	MAS DEL 50% Y MENOS DE UN S.M.	UN SALARIO MINIMO	MAS DE UN S.M. Y HASTA 2 S.M.	MAS DE 2 S.M. Y HASTA 5 S.M.	MAS DE 5 S.M. Y HASTA 10 S.M.	MAS DE 10 S.M.	NO ESPECIFICADO
Ixtlahuaca	19729	2448	2132	4030	33	6251	3124	663	363	685
Atlacomulco	14127	1390	1001	2048	15	4596	3449	706	341	581

Como se puede observar en el cuadro I.13 la población de la zona de influencia en su mayoría percibe unos ingresos mayores al 50% de un salario mínimo, con lo que podemos concluir que la mayoría de la población tiene un estrato social bajo en los municipios de influencia exceptuando al de Toluca.

## 2.7 ASPECTOS ECONOMICOS

### 2.7.1 AGROPECUARIO.

Uno de los principales aspectos económicos siempre ha sido el uso que se le da al suelo, como se sabe en todas las entidades federativas excepto el D.F., la mayoría de la superficie territorial es dedicada a las actividades agropecuarias y viene a repercutir principalmente en el aspecto económico. En los siguientes apreciaremos las distintas distribuciones de las actividades económicas de este giro.

CUADRO I.14 Unidades de producción rurales con superficie de labor y superficie de labor por disponibilidad de riego según municipio. (1991)

MUNICIPIO	UNIDADES DE PRODUCCION RURALES				SUPERFICIE DE LABOR (HECTAREAS)			
	TOTAL	SOLO RIEGO	SOLO TEMPORAL	RIEGO Y TEMPORAL	TOTAL	SOLO RIEGO	SOLO TEMPORAL	RIEGO Y TEMPORAL
Ocoyoacac	1374	20	1275	79	1275.41	21.17	1179.47	74.78
San Mateo Atenco	1324	8	1314	2	995.41	6.42	984.57	4.43
Lerma	3828	151	3587	90	3691.78	144.07	3359.75	187.95
Xonacatlan	2203	168	1921	114	2148.21	150.88	1721.78	275.56
Toluca	10364	1665	8282	417	12959.20	2449.18	9133.80	1381.23

MUNICIPIO	UNIDADES DE PRODUCCION RURALES				SUPERFICIE DE LABOR (HECTAREAS)			
	TOTAL	SOLO RIEGO	SOLO TEMPORAL	RIEGO Y TEMPORAL	TOTAL	SOLO RIEGO	SOLO TEMPORAL	RIEGO Y TEMPORAL
Ixtlahuaca	12042	5577	3781	2684	19944.46	6601.58	6005.82	7337.06
Atlacomulco	6071	1181	6411	1479	8731.63	1301.82	4396.22	3033.60

CUADRO I.15 Población ganadera según distrito. (1994) (Cabezas)

DISTRITO	BOVINO a/	PORCINO	OVINO	CAPRINO	EQUINO b/	AVES c/	GUAJO- LOTES	ABEJAS d/
Estado	646250	655800	738104	158124	176777	1798158	641356	34748
Toluca	60213	150834	147621	7700	30052	1335408	48300	1045
Atlacomulco	85975	58900	184500	7000	37123	397553	370800	347

a/ Comprende bovino para carne y leche

b/ Comprende caballar, mular y asnal

c/ Comprende aves para carne y huevo

d/ Se refiere al número de colmenas

Cabe destacar que el distrito de Toluca está comprendido por los siguientes municipios de la zona de influencia; Ocoyoacac, Lerma, San Mateo Atenco, Toluca y Xonacatlan; el distrito de Atlacomulco comprende los municipios de Ixtlahuaca y Atlacomulco.

## 2.7.2 INDUSTRIA

El desarrollo industrial ha sido fundamental el crecimiento económico del Estado de México, ya que ha creado gran cantidad de micro y macro industrias dentro y fuera de la ciudad de Toluca. Actualmente en el Estado de México y el Distrito Federal existe un gran complejo industrial que genera bienes y servicios en gran porcentaje a nivel nacional, es importante hacer mención que en esta área se aloja casi la quinta parte de la población nacional.

En los siguientes cuadros se aprecia el avance de los últimos años de cada una de las ramas de la industria.

### a) MINERIA

CUADRO I.16 Unidades económicas, remuneraciones, gastos e ingresos totales según subsector. (1993)

SUBSECTOR	UNIDADES ECONOMICAS a/	REMUNERACIONES TOTALES (MILES DE NUEVOS PESOS)	GASTOS TOTALES (MILES DE NUEVOS PESOS)	INGRESOS TOTALES (MILES DE NUEVOS PESOS)
Total	149	46662.00	169583.10	233037.70
Extracción de minerales metálicos	ND b/	2526.60	4169.00	4972.00
Explotación de minerales no metales	ND b/	44135.40	165414.10	228065.70

a/ Representan el número de cuestionarios levantados en el sector minería y extracción de petróleo.

b/ Esta información se omitió para respetar el principio de confidencialidad.

### b) MANUFACTURERA

CUADRO I.17 Valor agregado de la industria maquiladora de exportación por concepto. 1992-1994 (miles de nuevos pesos)

AÑO	TOTAL	REMUNERACIONES -NES a/	INSUMOS NACIONALES b/	GASTOS DIVERSOS	UTILIDADES Y OTROS
1992	143065	41690	ND	ND	ND
1993	148768	50071	44892	35322	18483
1994	200116	69517	63249	45192	22158

a/ Comprende sueldos, salarios y prestaciones.

b/ Comprenden materias primas y auxiliares, envases y empaques.

**e) CONSTRUCCION**

CUADRO I.18 Monto del crédito otorgado trimestralmente por la banca comercial a la industria de la construcción. (1991-1994) (miles de nuevos pesos)

TRIMESTRE	1991	1992	1993	1994
Enero-Marzo	205455	330309	846777	1031074
Abril-Junio	293039	356857	992760	1236380
Julio-Septiembre	447941	714717	1102909	1254439
Octubre-Diciembre	495465	665515	1220454	1501031

Como se observa en los cuadros anteriores el desarrollo industrial ha sido importante, ya que se ha reflejado en el crecimiento de la zona. Por otro lado, el Estado de México cuenta con tres zonas industriales muy importantes, en la zona oeste esta la segunda mas importante, la zona esta comprendida por los siguientes municipios; Lerma, San Mateo Atenco, Huixquilucan y Toluca, los cuales están comprendidos dentro de la zona de influencia.

**I. 3 DERECHO DE VIA**

El derecho de vía de una carretera es la superficie de terreno cuyas dimensiones las fija la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, que se requiere para la construcción, conservación, reconstrucción, ampliación, protección y , en general, para el uso adecuado de una vía de comunicación y de sus servicios auxiliares.

**3.1 COSTO DEL DERECHO DE VIA**

El costo del derecho de vía es un concepto que tiene que ver en el costo de transporte, el cual es primordialmente la base para la comparación de alternativas de ruta. Los otros conceptos son: velocidad de proyecto, costo de proyecto, costo de construcción, costo de operación y costo de conservación.

El concepto del derecho de vía puede variar ampliamente dependiendo del uso actual o potencial del terreno, y se divide en costo de la tierra y en el costo de los así llamados bienes ajenos de la tierra, que incluyen cercas, cultivos, canales, edificaciones, etc.

Este último concepto es el que más prevalece en el costo de los proyectos carreteros, no sólo cuando están ubicadas en las zonas de costo comercial, sino porque frecuentemente los propietarios presentan dificultades legales y de otro tipo para la obtención de los terrenos necesarios, lo que repercute en el programa y costos de la obra.

### 3.2 PROBLEMATICA DEL DERECHO DE VIA

En la carretera México-Gudalajara en el tramo del Libramiento Noreste de Toluca, se tuvo la siguiente problemática en el derecho de vía, a continuación se describen los problemas y convenios celebrados por afectaciones del derecho de vía de esta carretera.

En seguida se tiene el último informe del avance de la liberación del derecho de vía.

	NOMBRE	UBICACION	B.D.T.	FECHA FIRMA CONTR/CONV.
1	EJIDO ALMOLOYA DE J.	60+883.00-61+065.50	TRAM.	PLATICAS
2	EJIDO B. LA CABECERA	61+065.50-62+296.68	PAGAD.	FEB. 06/93
3	EJIDO S. P. AUTOPAN	62+296.68-64+360.00	TRAM.	MAY. 05/93

	NOMBRE	UBICACION	B.D.T.	FECHA FIRMA CONTR/CONV.
4	EJIDO S. M. OTZACAT.	63+172.30-64+340.80	TRAM.	MAY. 13/93
5	EJIDO S. L. TEPELIT.	64+340.80-65+384.00	PAGAD.	ABR. 14/93
6	ERNESTO ROSALES R.	65+384.00-65+526.00	TRAM.	PLATICAS
7	EULALIA MTZ. GARCIA	65+384.00-65+611.50	TRAM.	PLATICAS
8	ANASTACIO GUTIERREZ R.	65+384.00-65+724.50	TRAM.	PLATICAS
9	RICARDO TELLEZ M.	65+459.00-65+835.70	TRAM.	PLATICAS
10	DELFINO CHAVEZ B.	65+656.00-65+835.70	TRAM.	PLATICAS
11	FELIPE ROSALES J.	65+802.50-65+835.70	TRAM.	PLATICAS
12	RAUL AVILA DIAZ	65+835.70-66+336.10	TRAM.	PLATICAS
13	ESC. PRIM. I. ZARAGOZA	66+336.10-66+382.10	PEND.	INVESTIGACION
14	EJIDO S. J. L. LOMAS	66+382.10-67+408.50	TRAM.	MAY. 03/93
15	J. DOLORES CARMONA	67+480.50-67+881.14	TRAM.	MAY. 19/93
16	RUBEN HINOJOSA G.	67+881.14-68+391.80	TRAM.	PLATICAS
17	EJIDO L. PROVIDENCIAL	68+391.81-69+480.00	PAGAD.	ABR. 28/93
18	EJIDO S. A. CUEXCONT.	69+351.50-69+839.65	PAGAD.	MAY. 04/93
19	EJIDO S. A. PUENTE	69+839.65-70+210.50 70+351.50-71+106.00 72+096.50-72+303.80	PAGAD.	MAY. 16/93
20	GUSTAVO BECERRIL T.	70+210.50-70+351.50	PAGAD.	FIRMADO
21	GILLERMO GARCIA C.	71+168.00-71+392.00	PAGAD.	FIRMADO
22	FCO. GUADARRAMA DIAZ	71+392.00-71+392.00	PAGAD.	FIRMADO
23	FCO. Y CRUZ VALDES A.	71+610.90-71+746.60	PEND.	FIRMADO
24	J. TRINIDAD GALICIA	71+746.60-71+960.00	PAGAD.	FIRMADO
25	SILVINO MALDONADO M.	71+960.00-72+096.50	PEND.	FIRMADO
26	JUAN BECERRIL A.	72+303.80-72+788.60	PEND.	FIRMADO
27	EJIDO SAN JUAN BUENAVISTA	72+788.60-75+662.50	PEND.	ABR. 19/93
28	FCO. Y CAZA CONTRERAS	75+662.50-75+853.00	NO	FIRMADO
29	EJIDO V. CUAUHTEMOC	76+340.00-79+397.50	PAGAD.	MAY. 24/93
30	EJIDO S.F. XONACATLAN	79+397.50-80+122.40	PEND.	MAY. 25/93
31	EJIDO S. N. PERALTA	80+139.00-82+678.80	PEND.	JUN. 29/93
32	EJIDO S. ANTONIO EL LLANITO	82+664.00-83+462.20	PEND.	MAY. 17/93
33	EJIDO S. LORENZO H.	83+462.20-84+880.00	PEND.	JUN. 29/93
34	EJIDO S. PEDRO TOTOLTEPEC	84+880.00+86+815.92	PEND.	PENDIENTE

NOMBRE	UBICACION	B.D.T.	FECHA FIRMA CONTR/CONV.
35 BIENES COMUNALES (LITIGIO)	86+851.80-86+910.70	PEND.	PENDIENTE
36 EJIDO SAN MATEO ATENCO	86+900.00-89+860.00	PEND.	PENDIENTE
37 PEQUEÑA PROPIEDAD	89+889.00-90+018.00	PEND.	PENDIENTE

De acuerdo con la relación establecida anteriormente, se había pagado por concepto de bienes distintos a la tierra un total de N\$187269.96, quedando pendientes muchos documentos por este concepto (incluyendo construcciones) debido a que se detuvo todo trámite en este tramo.

Para estar en condiciones de poder continuar con la liberación del derecho de vía, es necesario que se continúe con trámite de la documentación detenida en las oficinas centrales, así como también se hagan los depósitos de pago de los convenios ya vencidos de ocupación de superficie ejidal.

En caso de no continuarse con la liberación del derecho de vía, es indispensable sean arregladas las obra que inicio la empresa constructora en el tramo del km. 62+100 al km. 62+700, donde quedaron obstruidos los canales de riego; por lo que se refiere al km. 65+174.00 donde se realizaron las excavaciones necesarias para el deposito de las estructuras del paso inferior vehicular, es necesario se de una solución, ya que esta obstruyendo el camino de acceso a varias colonias.

En lo referente al derecho de vía de la totalidad de la carretera México-Guadalajara "Vía Corta", se tiene el siguiente avance de afectaciones y servicios administrativos de apoyo la 31 de agosto de 1994.

<b>PAGOS REALIZADOS</b>	<b>AFECTADOS</b>	<b>IMPORTE</b>	<b>TOTAL</b>
Bienes distintos a la tierra	2744	27171170.80	
Movimiento de instalaciones especiales		0.00	
Bancos de materiales		0.00	

CABIN Honorarios	836348.45	
Honorarios Notarios	113093.09	
Deposito en Garantía y Expropiaciones	25088959.42	
CompraVenta-Terrenos	16350472.35	
Sueldos y Honorarios	2287874.24	
Viáticos	5695403.71	
Egresos por Gastos e Inversión Capitalizable	3882500.23	
<b><u>TOTAL PAGADO</u></b>		<b><u>NS 81425822.29</u></b>
<b><u>MONTOS POR CUBRIR</u></b>		
Pagos en trámite por bienes de la tierra	29782.93	
Instalaciones Espaciales		0.00
Bancos de Materiales	0.00	
CABIN Honorarios	0.00	
Honorarios de Notarios	0.00	
Depósitos en Garantía, Terreno Ejidal	0.00	
Compra-Venta	0.00	
<b><u>IMPORTAN LOS PAGOS EN TRAMITE</u></b>	<b>(*)</b>	<b><u>NS 29782.93</u></b>
<b><u>PENDIENTES DE DOCUMENTAR (ESTIMADOS)</u></b>		
Pendientes por documentar por bienes distintos a la tierra	4995785.00	
CABIN Honorarios, derrame de material, pasos vehiculares	5308400.00	
Compra Venta de Terrenos (ejidal y/o particular)	11904000.00	
<b><u>IMPORTAN LOS PENDIENTES DE DOCUMENTAR (**)</u></b>		<b><u>NS 22208185.00</u></b>
<b><u>PENDIENTE DE PAGO</u></b>		<b><u>NS 22237967.93</u></b>

(\*) Los datos por este concepto presentan los pagos pendientes por cubrir en poder de la empresa concesionaria

(\*\*) Los datos por este concepto representan los pagos en poder de la brigada correspondiente en proceso de documentarse



**CAPITULO II**

**ESTUDIOS PRELIMINARES**

## CAPITULO II

### ESTUDIOS PRELIMINARES

La localización y construcción comprende muchos aspectos, donde el estudio preliminar es indispensable para llevar a cabo la ejecución de una obra, este tipo de investigación brindan fundamentalmente un apoyo a las etapas de anteproyecto, proyecto, construcción e incluso operación.

Los principales estudios preliminares son: fisiografía y geología regional, topografía, climatología, hidrografía, así como el estudio geotécnico y el estudio de vialidad.

#### II.1 FISIOGRAFIA Y GEOLOGIA REGIONAL

La zona de estudio está ubicada en la provincia del Eje Neovolcánico y en la subprovincia de Lagos y Volcanes de Anáhuac. Esta zona tiene una clasificación fisiográfica de llanura en su totalidad.

La calidad del suelo es muy importante en este tipo de proyectos, ya que afecta directamente a la estructura del terraplén, sub base y base de la carretera.

El tipo de suelo que tiene la zona, es lacustre en un 100%, la zona de estudio está localizada en la región del Vaso Lerma que en algún tiempo fue ocupada por aguas lacustres.

La región esta limitada al sur por la Sierra Volcánica escarpada de rocas extrusivas básica e intermedias en forma de colados lávicos de basaltos y andesitas; al norte y al oeste los limites son igualmente abruptos, constituidos por rocas híbridas de arenisca-toba producida por la mezcla de cenizas con materiales sedimentarios.

La cuenca posee los rasgos geomofológicos típicos de un vaso lacustre. Es prácticamente plana y solo se ve interrumpida por las cimas de pequeños cerros de rocas volcánicas que se levantan desde el fondo de depósitos aluviales y cineríticos.

Las característica del suelo es  $(Hh+Vp)/2$  y  $(Vp+Hh)/3$  con una textura en los 30 cm. de la superficie del suelo de media a fina; el suelo Foezen Háptico (Hh) se caracteriza principalmente por su capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y nutrientes; el suelo Vertsol Pélico (Vp), es un suelo muy arcilloso que presenta grietas anchas y profundas en sequía, pegajoso con la humedad, color gris oscuro o negro, es muy fértil, pero difícil manejo y mal drenaje.

$(Hh+Vp)/2 = (1ra\ capa\ del\ suelo + 2da\ capa\ del\ suelo) / \text{textura del suelo}$

## II.2 TOPOGRAFIA

Este es un estudio importante que determina como han de incorporarse en el diseño las rasantes satisfactorias y el alineamiento horizontal, los cruces de puentes adecuados y la estética. Situado en forma adecuada, el camino es un excelente medio para facilitar el tránsito.

De acuerdo a las características fisiográficas de la zona en donde se va a desarrollar el proyecto, se presenta una superficie plana en toda la zona o región con pendientes de 1 a 4%; la zona se aloja sobre una llanura en forma de valle lacustre como tipo de suelo.

Las alturas sobre el nivel del mar varían entre 2560 y 2570 msnm, siendo la zona más alta la del Municipio de Xonacatlan de Vicencio con 2570 en su zona más baja.

### II.3 CLIMATOLOGIA

El estudio climatológico comprende los siguientes conceptos: la temperatura mínima, promedio y máxima, la precipitación pluvial promedio por mes medidas en laminas de mm. y la evaporación media por mes medida en laminas de num.

En este estudio se eligieron tres estaciones climatológicas ubicadas estratégicamente; la estación LERMA esta alojada en el cruce del Río Lerma con la carretera México-Toluca; la estación Hacienda La Y esta ubicada en la localidad Villa Cuauhtemoc y la estación Toluca esta localizada en la ciudad de Toluca.

CUADRO II.1 Temperaturas mínima, media y máxima por mes, y por estación climatológica. (°C)

MES	EST. LERMA			EST. LA "Y"			EST. TOLUCA		
	MIN.	MED.	MAX.	MIN.	MED.	MAX.	MIN.	MED.	MAX.
ENE	-10.0	9.7	32.0	-10.0	8.6	27.5	-4.5	10.2	26.5
FEB	-10.0	9.8	27.0	-12.0	9.3	27.8	-4.7	11.4	26.0
MAR	-8.5	12.4	33.8	-8.5	12.2	34.2	-1.5	13.2	28.5
ABR	-6.0	14.0	29.5	-8.5	13.9	31.0	0.5	14.6	29.5

MES	EST. LERMA			EST. LA "Y"			EST. TOLUCA		
	MIN.	MED.	MAX.	MIN.	MED.	MAX.	MIN.	MED.	MAX.
MAY	-2.0	14.5	32.5	-2.0	14.2	38.3	3.9	16	30.5
JUN	-1.0	15.3	28.5	1.0	15.1	32.5	4.9	15.7	28.7
JUL	2.0	14.2	29.0	-2.0	14.0	28.5	4.2	15.1	26.0
AGO	1.0	14.3	29.0	0.8	14.1	26.5	5.0	14.8	24.5
SEPT	-1.0	14.3	34.0	-3.1	14.0	29.0	1.5	14.4	24.8
OCT	-4.5	13.0	34.0	-7.5	12.8	27.0	-1.3	12.9	25.5
NOV	-9.5	10.1	26.0	-13.0	9.7	26.0	-4.0	12.1	25.3
DIC	-8.9	9.8	26.5	-15.0	8.9	26.6	-4.5	10.9	23.9

Como se observa en el cuadro anterior las temperaturas no varían entre las estaciones, en la estación Toluca las temperaturas son mayores, ya que esta ubicada en la capital.

El análisis de la temperatura es un factor importante para realizar algunos de los conceptos de obra, en el cuadro anterior se tiene una temperatura mínima histórica en la zona de 13 °C y la máxima histórica es de 38.3 °C, y la media fluctúa entre los 8.6 °C y 16.0 °C.

CUADRO II.2 Precipitación pluvial y evaporación promedio en mm. por mes.

MES	EST. LERMA		EST. HACIENDA LA "Y"		EST. TOLUCA	
	PRECIPITACION	EVAPORACION	PRECIPITACION	EVAPORACION	PRECIPITACION	EVAPORACION
Ene	18.3	122.1	26.0	121.8	16.1	118.1
Feb	5.6	141.2	9.6	130.3	8.3	137.1
Mar	14.3	198.4	17.4	197.5	12	190.7
Abr	29.4	191.0	41.0	189.9	33.2	190.3
May	68.7	172.8	72.5	170.6	63.7	173.8
Jun	152.7	153.7	190.0	148.0	138.9	142.9

MES	EST. LERMA		EST. HACIENDA LA "Y"		EST. TOLUCA	
	PRECIPITACION	EVAPORACION	PRECIPITACION	EVAPORACION	PRECIPITACION	EVAPORACION
Jul	181.3	129.4	182.3	131.4	151.4	124.7
Ago	160.9	120.9	167.4	126.7	144.6	122.0
Sept	108.8	116.1	125.4	114.3	115.2	113.6
Oct	60.1	110.4	65.3	120.1	57.4	118.6
Nov	15.6	102.3	19.1	111.3	11.0	109.8
Dic	8.7	105.6	10.42	92.6	7.4	104.0

Como se puede apreciar en los cuadro anterior las precipitaciones promedios por mes no varían en sus parámetros, entre las estaciones climatológicas, los máximos promedios se presentan en la temporada de lluvias, que es de junio a octubre, por lo que se debe tomar en cuenta tanto para el programa de obra como en el proceso constructivo.

Para la evaporación al igual que en las precipitaciones no varían los parámetros entre las estaciones climatológicas, prevaleciendo las más altas en los meses de estiaje, es decir, en los meses de marzo a junio, lo hay que considerarse en el proceso constructivo de la obra.

## II. 4 HIDROGRAFIA

La zona de estudio está principalmente abastecida por la corriente del Río Lerma, que esta formado en su mayor parte por tres manantiales, en los que se encuentran los de Almoloya del Río, Texcaltengo y Alta Empresa, además de pequeños escurrimientos superficiales procedentes de su cuenca propia; tiene una longitud de desarrollo de 125 km en el territorio del Estado de México, es considerado del régimen permanente y de meseta.

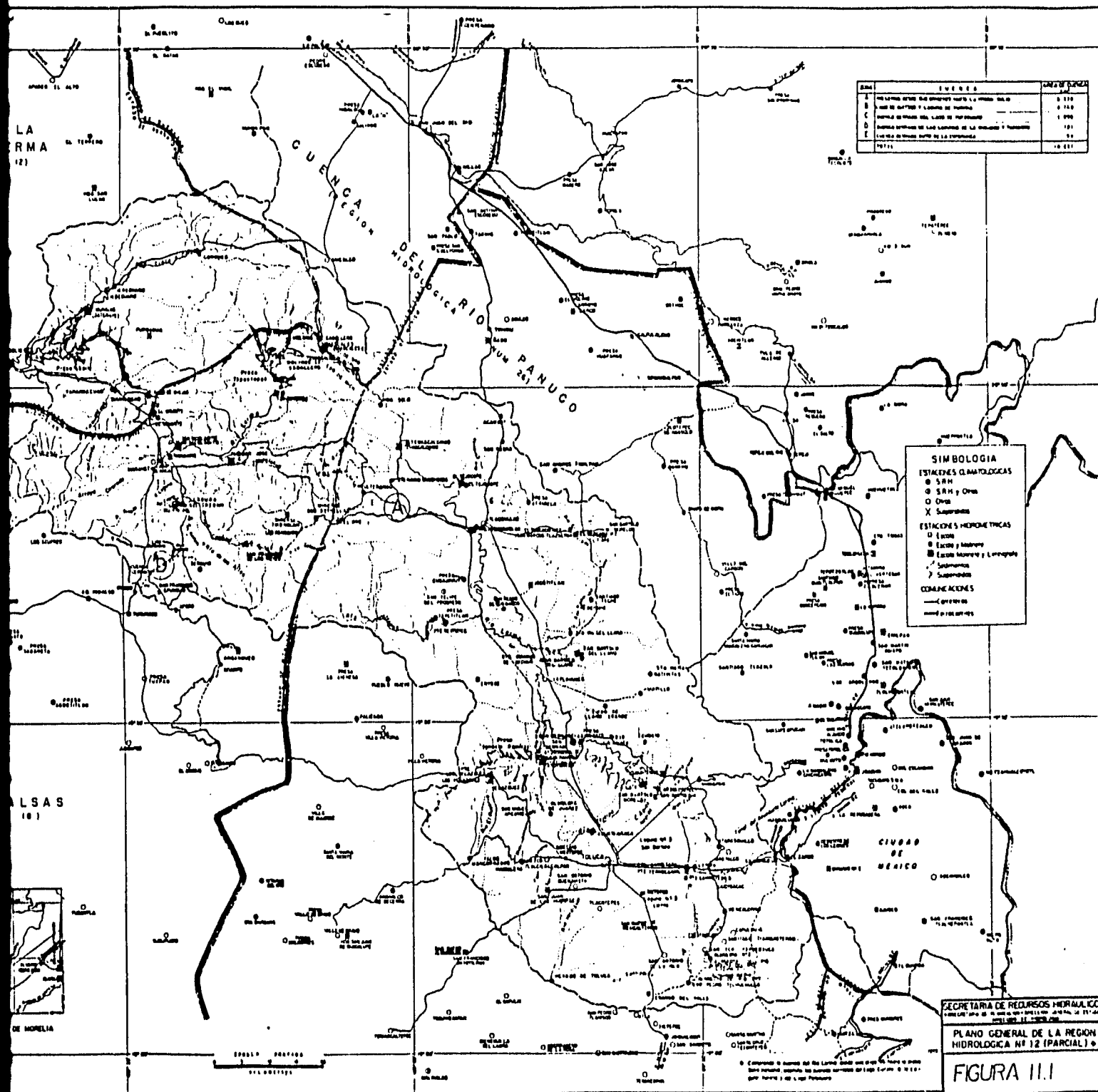
---

Tiene un área de cuenca de 885 km<sup>2</sup>, los gastos extremos (máximo y mínimo) en el período de observación son:

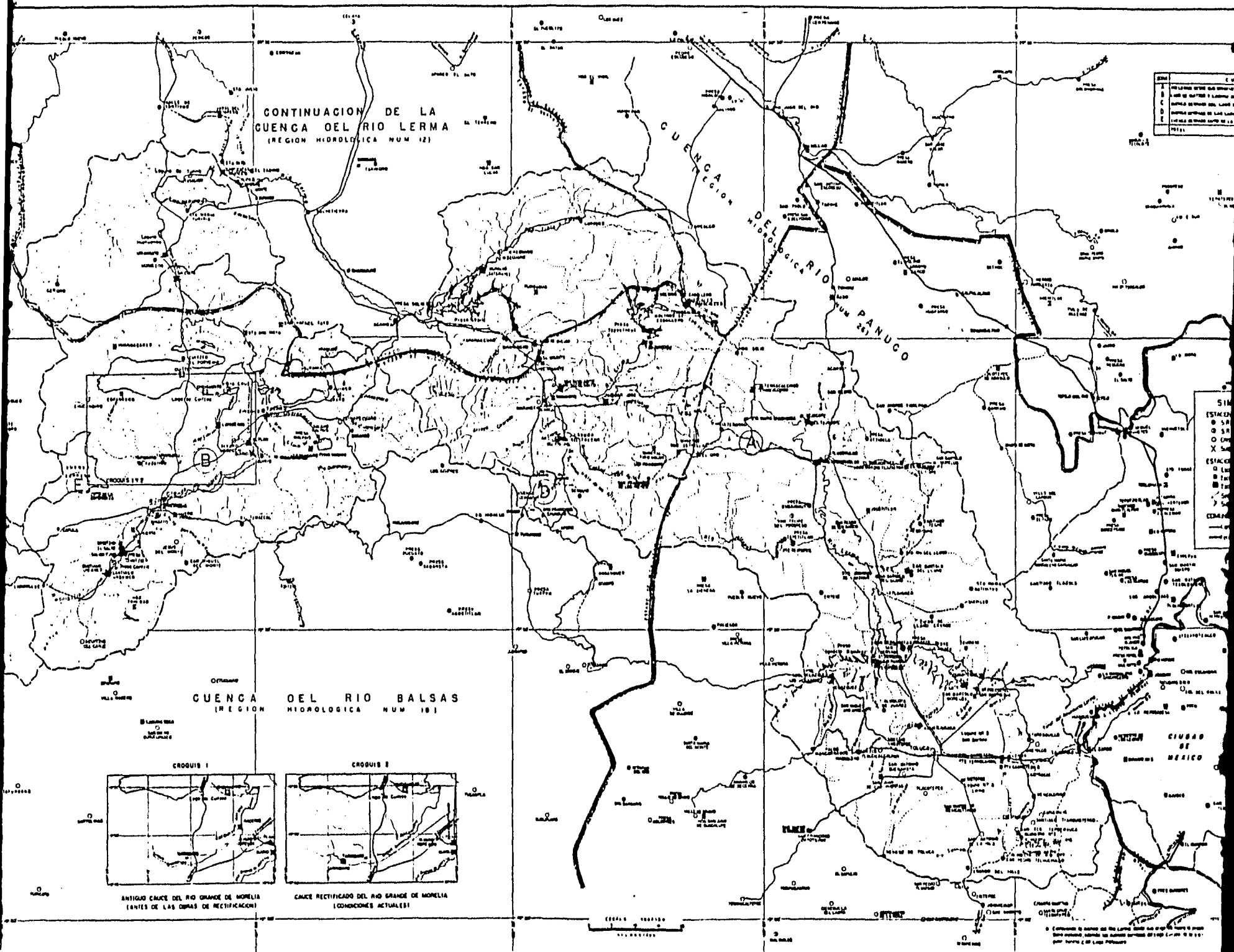
Gasto máximo: es de 11.2 m<sup>3</sup>/seg., se observó el 9 de septiembre a las 6 hrs. con una lectura de 72.29 mts. y su valor se obtuvo por medio de gastos formada con los aforos de agosto y septiembre del mismo año.

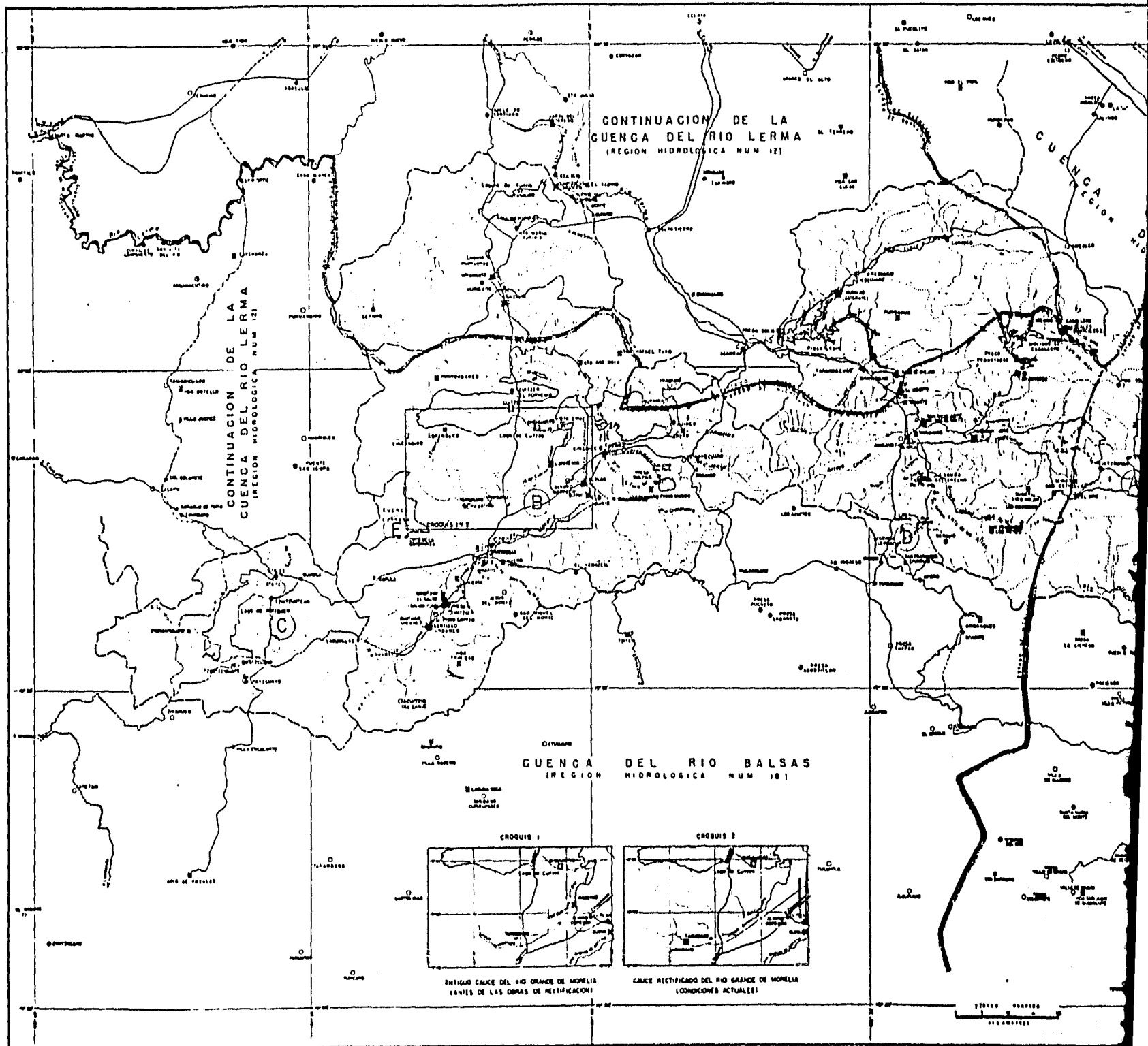
Gasto mínimo: es de 0.004 m<sup>3</sup>/seg., este se observó el 3 de mayo de 1970 a las 6 hrs. con una lectura de escala de 70.87 mts. y su valor se obtuvo por medio de una curva de gastos formada con los aforos de ese mismo mes y año.

En la figura II.1 se observa la ubicación de las estaciones climatológicas, así como la hidrografía del lugar.









## II.5 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO GEOTECNICO

De acuerdo a los estudios requeridos para la construcción del Libramiento Nororiente de la Ciudad de Toluca, se tienen los resultados de los estudios solicitados.

### 5.1 ESTUDIO DE TERRACERIAS DEL KM 73+000 AL KM 90+000

Para obtener la calidad del estrato superior de terracerias de los kilómetros mencionados, se practicaron catorce sondeos, determinándose el espesor de dicho estrato y analizando las muestras en laboratorio.

El espesor del estrato mencionado predominantemente varía de 1.00 m. a 1.50 m., aunque hay algunas zonas con menor espesor y otras con espesor de 2.10 m. De el estudio de los materiales en laboratorio, se dedujo, que el material es inaceptable para tercerías por su muy elevada expansión y la plasticidad del material que no es tan alta como podía esperarse. En lo que se refiere al valor relativo de 'soporte es muy bajo, precisamente por la expansión que acusa el material.

SONDEO KILOMETRO	ESPEJOR (MTS.)	OBSERVACIONES
73+000	1.50	
74+700	1.50	Agua a 1.50 m.
77+000	1.00	
79+100	2.10	Agua a 0.80 m.
80+000	1.30	Agua a 1.30 m.
81+000	1.00	Agua a 1.00 m.
82+000	1.50	Agua a 0.70 m.

---

SONDEO KILOMETRO	ESPESOR (MTS.)	OBSERVACIONES
83+000	1.30	
84+000	1.20	Agua a 1.20 m.
85+000	0.90	
86+000	1.35	
87+000	0.40	
88+000	0.45	
89+000	1.30	

Por lo tanto en esta zona donde han existido azolves y rellenos contra el bordo del Río Lerma, se tiene el estrato antes mencionado y que el material que lo conforma, aún cuando tiene alguna cantidad de arena, es un suelo sumamente expansivo que debe que debe ser retirado para la construcción de las terracerías.

Los resultados que se obtuvieron en las pruebas realizadas a los suelos del km 73+000 al km 90+000, se aprecian en forma más detallada en el ANEXO I.

## 5.2 ESTUDIO DE MATERIAL PARA PAVIMENTACION

Con objeto de ubicar los bancos de material que se proponen para formar la estructura del pavimento, se realizaron estudios de suelos y/o rocas de cada uno de ellos. Dichos estudios consistieron en obtener muestras de los materiales, mediante sondeos a cielo abierto par efectuarles a cada una de las muestras las pruebas de material que se requieren, de acuerdo con las especificaciones generales de construcción de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

De acuerdo, con los resultados obtenidos en materiales de los bancos de material para la construcción de las capas del pavimento se encontró que sus partículas finas son muy suaves con ciertas variantes según el banco y los frentes de ataque.

Se estimo que la base se puede construir con material cribado o triturado de a 1 1/2" de tamaño máximo, del frente que tiene partículas más densas en el banco "El Perico", mezclado en proporción 65-35 con arenisca andesita del el banco "El Mayorazgo" la cual de es muy buena calidad. Con esa misma mezcla de materiales se sugirio que se construya la capa subrasante o cuando menos la parte superior de ella, en no menos de 15 cm., aunque también puede construirse exclusivamente con material del banco "El Mayorazgo".

La capa de base se puede construir eliminándole el tezontle del banco "El perico" los finos que pasen por una malla de 1" y triturando el retenido, así como complementando la arenisca del banco "El Mayorazgo", esta capa no deberá tener espesor menor a 20 cm., el material de desperdieio que pase la malla de 1.5" ó 1" puede utilizarse, según el frente que se ataque, en la construcción de sub-base lo terracerías.

Dentro de las recomendaciones propuestas por la empresa que hizo el estudio para la construcción de la base, será con el material de sub-base indicado anteriormente, meclado con 1% o 1.5% de cemento portland. Esta alternativa ya tiene antecedentes en una carretera de Tlaxcala, donde ha dado buenos resultados; sin embargo no deja de ser menos segura que la anterior.

En el ANEXO II se precisa un poco más sobre la utilización de los materiales de los bancos y frentes más adecuados.

En la figura siguiente se aprecia la ubicación de los bancos, así como la distancia a que se encuentran del eje de la carretera.

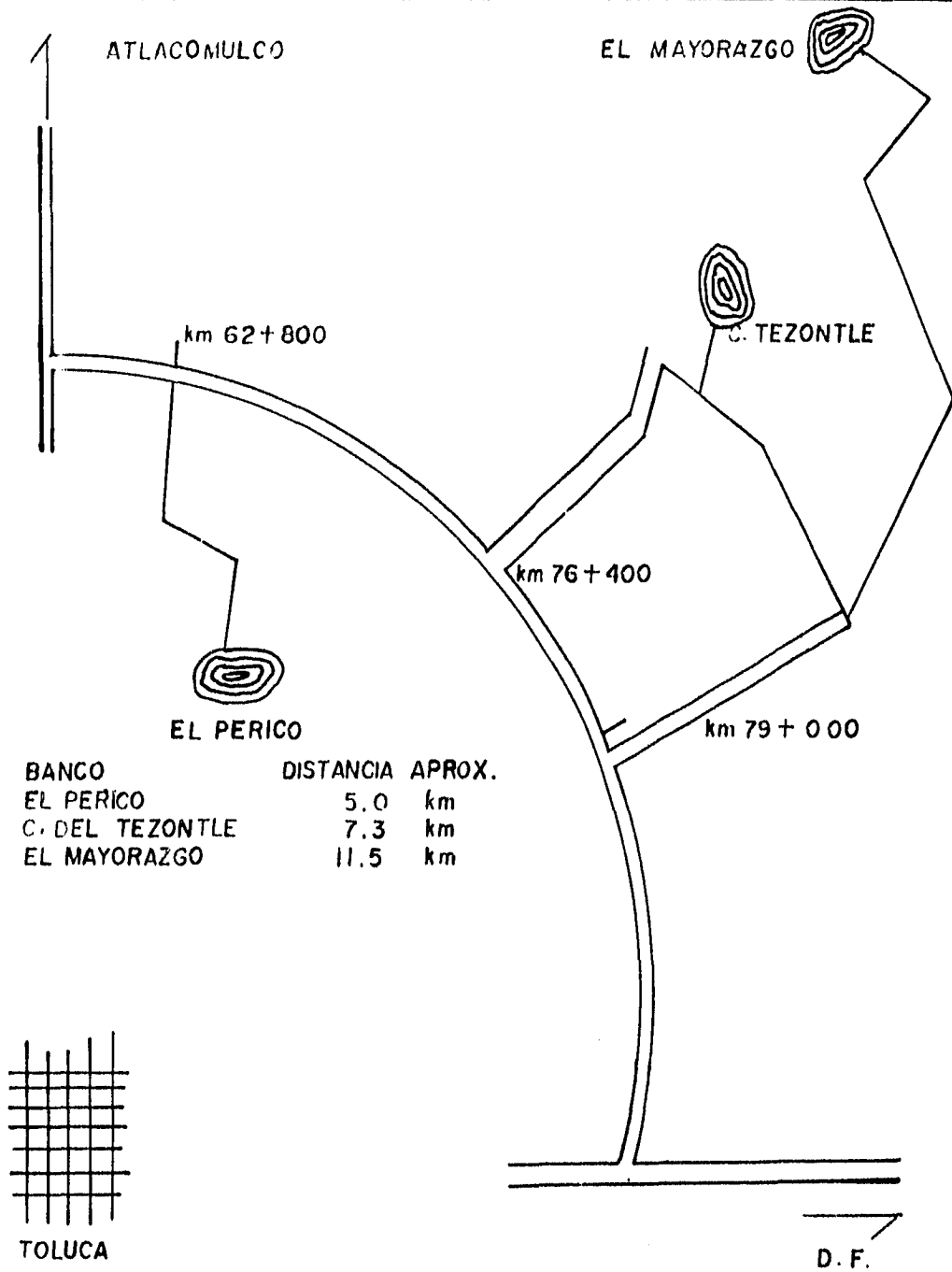


FIGURA II.2

## II.6 CONCLUSIONES DEL ESTUDIOS DE VIALIDAD

Dentro del estudio vial, el conocimiento vehicular en una red de carreteras permite determinar el grado de ocupación y las condiciones en que cada tramo opera; el análisis de su evolución histórica ayuda a definir las tendencias de movimiento y el momento a partir del cual ciertos tramos dejaran de prestar un servicio adecuado, convirtiéndose en un cuello de botella para el transporte, provocando el estancamiento del desarrollo en lugar de propiciarlo.

La información oportuna acerca del tránsito en una red es fundamental para lograr su operación, mantenimiento y desarrollos óptimos; los datos viales son un insumo indispensable para la planeación de todas las actividades de la red.

En cuanto a la operación, la determinación del flujo vehicular permite comparar la oferta de servicios con la demanda existente y realizar análisis operacionales que orienten el encausamiento del tránsito y desenvolvimiento de la red.

Con el objeto de conocer el tránsito que ocupará el Libramiento Nororiente en la Cd. de Toluca, se localizaron dos estudios de origen y destino congruentes a dicho libramiento, los cuales son:

Carretera: Naucalpan-Toluca

km: 29+800

Estación: Las Rajas

Año: 1983

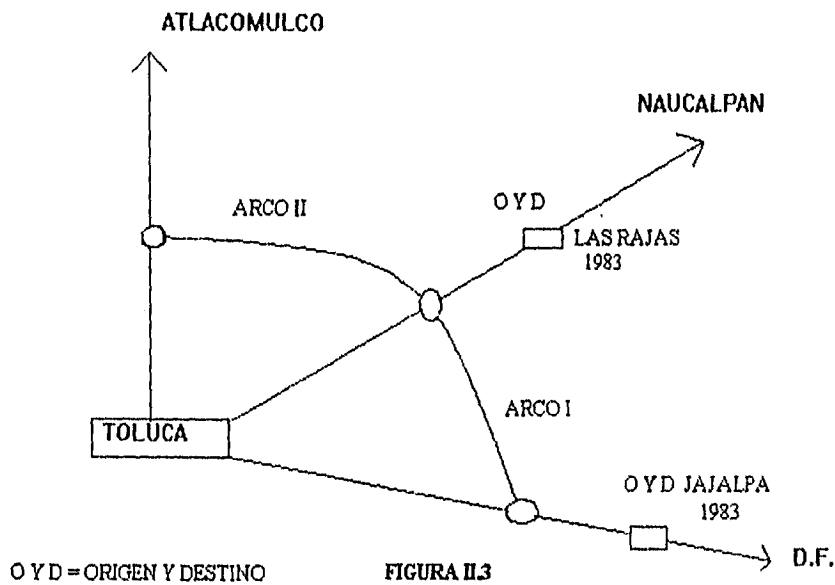
Carretera: México-Toluca

km: 43+000

Estación: Jajalpa

Año: 1983

Para obtener más detallada la información se dividió en dos arcos el libramiento, según se muestra en la figura siguiente.



Para el entendimiento del procedimiento que se llevo a cabo en este estudio, se utilizó la siguiente secuencia:

- a) De los estudios de origen y destino un porcentaje de ruta, para la estación Las Rajas, Arco 1: 2.36 %, Arco 2: 9.87 % y de la estación Jajalpa para los dos Arcos: 9.19%.



b) Obtención de tiempos de recorrido por ruta actual y por la de proyecto para ocupar la siguiente formula y obtener un factor de asignación.

$$FA = \frac{1}{1 + (T_p/T_a)^6}$$

donde:

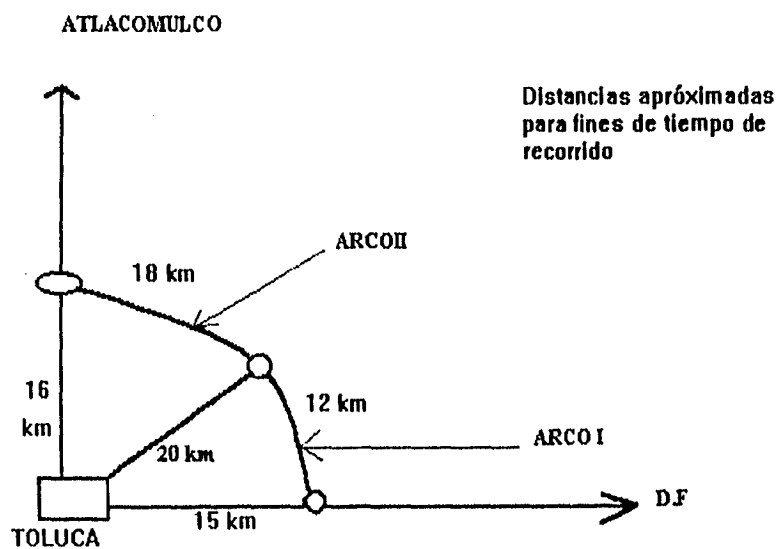
FA= Factor de Asignación

T<sub>p</sub>= Tiempo de recorrido por la ruta propuesta

T<sub>a</sub>= Tiempo de recorrido por la ruta actual

Por tal efecto, se hicieron las siguientes recomendaciones:

- Para la ruta del proyecto se utilizó una velocidad ponderada de 90 km/hr.
- Para la ruta actual se utilizó una velocidad ponderada de 50 km/hr.



c) En el factor de cuota se utilizó un criterio de:

Factor de cuota optimista = 0.80

Factor de cuota pesimista = 0.60

Para la obtención del tránsito atraído se aplicó la siguiente formula:

$$\text{TDPA} \times \% \text{ de ruta} \times \text{Factor de asignación} \times \text{Factor de cuota}$$

TDPA= Tránsito diario promedio anual

Una vez obtenido el tránsito se le suma el 6% del tránsito inducido y un 4% del tránsito generado para obtener el tránsito asignado; como la tasa de crecimiento vehicular en el Edo. de México es del orden de el 3% anual, se afecto el volumen anteriormente obtenido por la tasa de crecimiento, para obtener los volúmenes de tránsito proyectados que se usaran en el libramiento.

Para el entendimiento del procedimiento, hay que tener bien claro los siguientes conceptos.

**Tránsito Atraído:** Es el volumen de tránsito con una ruta ya fija, donde desarrolla su actividad económica.

**Tránsito Inducido:** Es la parte del volumen de tránsito que circulaba antes por otra carretera y cambia su itinerario para pasar por la ruta que se construye o se mejora.

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

Tránsito Asignado; Es el volumen de tránsito total asignado finalmente a la carretera proyectada.

En los siguientes cuadros se aprecian los resultados finales del estudio de vialidad, para los años proyectados.

ASIGNACION DE TRANSITO				
AUTOPISTA LIBRAMIENTO NOR-ORIENTE DE LA CD. DE TOLUCA, MEX.				
A R C O	VOLUMENES DE TRANSITO (1989)			
	Atraldo	Inducido	Generado	Asignado
T.CARR.(MEXICO-TOLUCA)-T.CARR.(NAUCALPAN-TOLUCA) OPTIMISTA (A-D)-(C-A)	2234	134	89	2457
T.CARR.(MEXICO-TOLUCA)-T.CARR.(NAUCALPAN-TOLUCA) PESIMISTA (A-D)-(C-A)	1676	100	67	1843
T.CARR.(NAUCALPAN-TOLUCA)-T.CARR.(TOLUCA-ATALCOMULCO) OPTIMISTA (A-D)-(C-A)	2455	148	98	2701
T.CARR.(NAUCALPAN-TOLUCA)-T.CARR.(TOLUCA-ATALCOMULCO) PESIMISTA (A-D)-(C-A)	1841	110	74	2025

PROYECCION DE VOLUMENES ASIGNADOS						
A R C O	A Ñ O					
	1992	1995	1997	2002	2007	2012
T.CARR.(MEXICO-TOLUCA)-T.CARR.(NAUCALPAN-TOLUCA) OPTIMISTA (A-D)-(C-A)	2685	2934	3113	3608	4183	4849
T.CARR.(MEXICO-TOLUCA)-T.CARR.(NAUCALPAN-TOLUCA) PESIMISTA (A-D)-(C-A)	2014	2201	2335	2707	3138	3638
T.CARR.(NAUCALPAN-TOLUCA)-T.CARR.(TOLUCA-ATALCOMULCO) OPTIMISTA (A-D)-(C-A)	2951	3225	3421	3966	4598	5330
T.CARR.(NAUCALPAN-TOLUCA)-T.CARR.(TOLUCA-ATALCOMULCO) PESIMISTA (A-D)-(C-A)	2214	2419	2567	2975	3449	3999

ASIGNACION DE TRANSITO			
AUTOPISTA LIBRAMIENTO NOR-ORIENTE DE LA CD. DE TOLUCA, MEX.			
A R C O	CLASIFICACION VEHICULAR		
	A(%)	B(%)	C(%)
T.CARR.(MEXICO-TOLUCA)-T.CARR.(NAUCALPAN-TOLUCA) OPTIMISTA (A-D)-(C-A)	74	19	7
T.CARR.(MEXICO-TOLUCA)-T.CARR.(NAUCALPAN-TOLUCA) PESIMISTA (A-D)-(C-A)	74	19	7
T.CARR.(NAUCALPAN-TOLUCA)-T.CARR.(TOLUCA-ATALCOMULCO) OPTIMISTA (A-D)-(C-A)	73	18	9
T.CARR.(NAUCALPAN-TOLUCA)-T.CARR.(TOLUCA-ATALCOMULCO) PESIMISTA (A-D)-(C-A)	73	18	9

La clasificación manejada de automóviles en los resultados del estudio es la siguiente:

Clasificación	A	Automóviles
Clasificación	B	Autobuses
Clasificación	C	Camión de carga en general

## **CAPITULO III**

### **DESCRIPCION DEL PROYECTO**

---

**CAPITULO III****DESCRIPCION DEL PROYECTO**

El proyecto del Libramiento Nororiente de Toluca es parte de un proyecto mucho más ambicioso, que será la carretera México-Guadalajara en una llamada vía corta, como se muestra en la figura III.1

El Libramiento Nororiente de Toluca inicia en el km 60+740 de la carretera Atlacomulco-Toluca a la altura del poblado de San Cayetano, teniendo un desarrollo de 30 km sensiblemente paralelo al cause del Río Lerma cruzando en su recorrido la carretera Toluca-Naucalpan y finalizando con el entronque de la carretera México-Toluca, precisamente donde cruza esta al Río Lerma. El Libramiento Nororiente formara parte de un circuito que rodeará a la Ciudad de Toluca y que tendrá una longitud total de 90 km.

El proyecto contempla la construcción de dos cuerpos con ancho de corona de 10.50 mts. cada uno, con una calzada de 7.00 m de ancho y acotamientos laterales de 2.50 m y 1.00 m, además se construirán tres entronques principales; Entronque San Cayetano, Entronque Naucalpan y Entronque Lerma, además están proyectados catorce pasos superiores e inferiores y cinco obras de drenaje mayores.

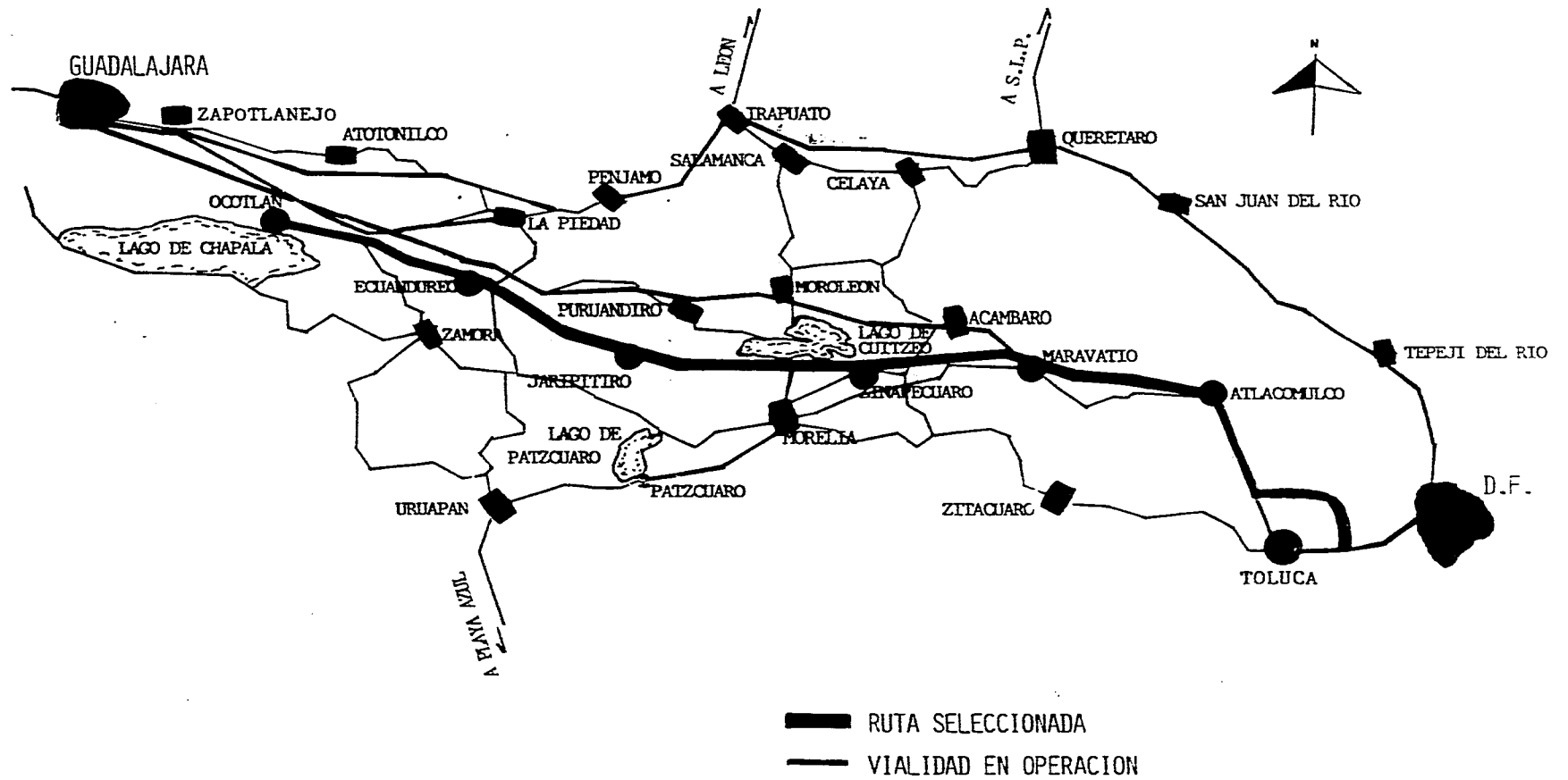


FIGURA III.1

### III.1.- GENERALIDADES

Un proyecto es el resultado de un conjunto de estudios en los que se consideran todos los casos previstos, donde se han establecido normas para la realización de la obra , así como para resolver los casos imprevistos que puedan presentarse

Actualmente se invierten importantes recursos para la construcción y conservación de carreteras, por lo que es indispensable emplear las técnicas más modernas al alcance para lograr la optimización de los proyectos, pues de la calidad de los proyectos depende la eficiencia y economía de las obras.

El uso de la tecnología que combinada con la fotogrametría y fotointerpretación, ha sido importante en la S.C.T. porque la utiliza en la elaboración de muchos proyectos de carreteras. El uso de técnicas tiene ventajas en cada una de las fases del proyecto, pues permite estudiar diferentes alternativas en áreas suficientemente amplias, con adecuada precisión y mucho mayor rapidez y economía.

La fotointerpretación permite obtener de las fotografías aéreas la información geotécnica, hidrológica y de uso de suelo, que requieren los estudios preliminares de carreteras.

Mediante la fotogrametría podemos obtener la información topográfica que requiere el proyecto en cada una de sus diferentes etapas, en forma de modelos ópticos, mosaicos, ortofotos, en forma de planos convencionales con planimetría y altimetría o en forma digital.

La tecnología actual con el uso de computadoras permite agilizar varios conceptos de proyecto con gran rapidez y economía, facilitando la optimización de los proyectos.



Para desarrollar un proyecto se tiene un sistema general que desarrolla una metodología, la cual esta comprendida en tres etapas fundamentales:

- a) Selección de ruta
- b) Anteproyecto
- c) Proyecto

La selección de ruta: Es un proceso que involucra varias actividades, desde el acopio de datos, examen y análisis de los mismos, hasta los levantamientos aéreos y terrestre para determinar a este nivel los costos y ventajas de las diferentes rutas para elegir la más conveniente. Esta es una de las faces más importantes en el estudio de una carretera.

El anteproyecto: Es el resultado del conjunto de estudios y levantamientos topográficos que se llevan a cabo con base a los datos previos, para situar en los planos obtenidos de esos levantamientos, el eje que seguirá el camino, cumpliendo con los requerimientos del proyecto.

El proyecto: Se inicia una vez situado el eje del camino, con estudios de una precisión tal, que permitan definir las características geométricas del camino, las propiedades de los materiales que lo formarán y las condiciones de las corrientes que cruza.

En la figura siguiente se observan las etapas anteriores. (figura III.2)

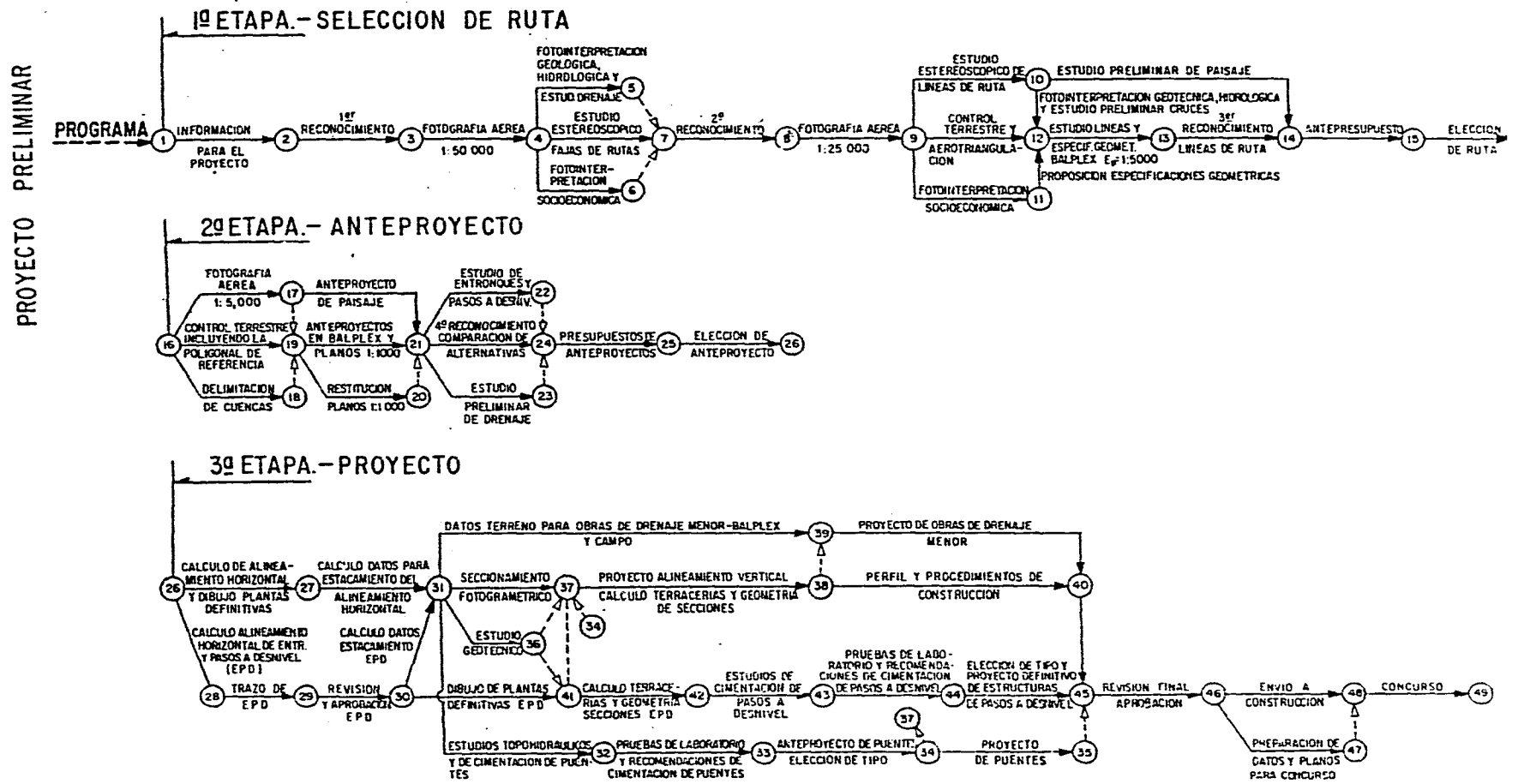


FIG. III.2 RED DEL PROYECTO DE CARRETERA

### III.2.- SELECCION DE RUTA

En esta etapa se estudian las rutas posibles y convenientes, las cuales se realizan mediante un estudio comparativo, para seleccionar la que proporcione las mejores ventajas sociales y económicas en los costos de construcción, conservación, operación.

Se entiende por ruta a la franja de terreno de ancho variable entre dos puntos obligados, dentro de la cual es factible hacer la localización de un camino. Los puntos obligados son aquellos sitios por los que necesariamente deberá pasar el camino, por razones técnicas, económicas, sociales y políticas.

En el Tramo del Libramiento a Toluca, la selección de ruta consistió en el estudio a nivel preliminar de todas las posibilidades de la ubicación de la vía y la selección de la mejor mediante el análisis de los costos y de los beneficios de las diferentes alternativas.

El estudio comprendió reconocimientos aéreos y terrestres, fotointerpretación desde los puntos de vista topográfico, uso del suelo, geotécnico e hidrológico y trabajos fotogramétricos y de diseño que permitieron el cálculo de cantidades y costos de obra en terracerías, drenaje, pavimento, etc., así como los correspondientes costos de conservación y operación.

Para el desarrollo de esta etapa se usaron cartas a diferentes escalas, todas estas cartas comprenden el tramo de carretera en estudio, así como fotografías aéreas a escalas 1:50000 y 1: 25000 de diversas fuentes. La selección dependió del tipo de terreno y de la disponibilidad y confiabilidad del material topográfico y fotogramétrico.

La interpretación de las fotos a escala 1: 50 000, se hace con la ayuda del material topográfico, estereoscopio y barra de paralaje, para la medición aproximada de desniveles. El análisis de las fotografías en el concepto geología, produce un mosaico fotogeológico.

El siguiente paso se lleva a cabo por medio de fotografías a escala 1: 25 000, a estas fotografías se les hace control terrestre, con el fin de orientarlas en el instrumento Balplex 760, donde se puede realizar, a nivel de anteproyecto preliminar, el estudio de alternativas en planta, perfil y sección transversal. Se hizo una restitución a escala 1: 5000 de una faja ancha que puede delimitarse en el propio instrumento, de acuerdo a las posibilidades de ubicación de las alternativas.

Los Balplex son aparatos que permiten, por un sistema de proyectores a color, obtener el modelo estereoscópico del terreno en la mesa del aparato, que también sirve de mesa de trabajo al ingeniero proyectista, hasta a una escala de cinco veces mayor; éste modelo estereoscópico se tiene a la escala precisa de 1: 5000 y por medio de la mesilla trazadora del aparato, se pueden determinar elevaciones del terreno, levantar perfiles y secciones transversales del mismo.

La ubicación de terracerías y el cálculo de costos de operación de las alternativas del anteproyecto preliminar puede hacerse mediante tablas, nomogramas o programas de computo, en base al perfil del terreno, el perfil de la subrasante, la pendiente transversal del terreno, las secciones tipo, las características de los materiales, el alineamiento horizontal, las características del tránsito, etc.

La elección de la mejor ruta se realiza por medio de una evaluación, la cual se presenta en fotografías aéreas, planta, perfil con cantidades de obra, antepresupuesto y memoria de evaluación.

### III.3.- ANTEPROYECTO

En esta fase el principal objetivo es definir la línea que mejor cumpla los requerimientos, que debe ser trazada en el campo o bien procesada fotogramétricamente, para desarrollar el proyecto definitivo.

Sobre la línea de ruta y sus posibles variantes se señala una poligonal de referencia, y se toman fotografías aéreas a escala 1: 5000 ó 1: 10000 dependiendo de la altura de la vegetación. Para el libramiento en estudio, se tomaron fotografías a escala 1: 5000.

Para el libramiento se elaboraron planos 1: 2000 con curvas de nivel a cada 2 m, basándose en las fotografías aéreas y el control terrestre, construido por la poligonal de referencia y puntos laterales de control vertical, la elaboración de planos es mediante instrumentos generalmente de segundo orden, como el Autógrafo A-8, etc.

El ancho de la faja de restitución es normalmente de 200 a 400 m, este de acuerdo con las posibilidades de ubicación del eje definitivo.

Tomando como base la línea de ruta y utilizando los planos 1: 2000, las fotografías aéreas, y eventualmente el Balplex, se estudia con detalle la mejor ubicación de la línea, deduciendo perfiles y secciones del terreno para varias alternativas, calculando costos de construcción, operación, etc.

La mayor cantidad de detalles y la mayor precisión de los planos a escala 1: 1000/1m., obtenidos en un vuelo a escala 1:5000, permite un anteproyecto más seguro, que requiere menos ajustes en el campo que si se utilizan planos a escala 1: 2000/2m., obtenidos de fotografías aéreas a escala 1:10000.

---

Los resultados de esta fase se presentan en fotos aéreas a escala 1:5000, planta y perfil con los datos de justificación de la elección.

La selección de una ruta óptima es la que se adapta económicamente a la topografía del terreno. Sin embargo, la selección de una línea y su adaptabilidad al terreno depende de los criterios adoptados, estos a su vez dependen del tiempo y volumen de tránsito previsto durante la vida útil del camino, así como la velocidad de proyecto.

Por lo tanto, clasificada la vía y fijada las especificaciones que se tomarán en cuenta en el proyecto geométrico, se busca una combinación de alineamientos que se adapten al terreno planimétricamente y altimétricamente, y cumplan los requisitos establecidos.

Existen muchos factores que pueden llegar a forzar una ruta, como lo son los requerimientos del derecho de vía, la división de propiedades, el efecto de la vía proyectada sobre otras existentes, los cruces con ríos, las intersecciones con otras carreteras o ferrocarriles, las previsiones para lograr un buen drenaje, la naturaleza geológica de los terrenos donde se alojará la carretera.

En este caso, para la construcción del Libramiento a Toluca, se tiene una serie de afectaciones que podrían modificar el trazo de la ruta, estas son: un bajo porcentaje en la adquisición del derecho de vía, la intersección con una vía de tren a la altura del entronque Lerma, ahí mismo, se cuenta con cables de alta tensión, un paso superior y el entronque con el Río Lerma.

Para la elección de alternativas, este proyecto se basó en las propuestas para la carretera México-Guadalajara "Vía Corta", en el proyecto de la carretera surgieron varias propuestas, pero lo más importante que para el tramo del Libramiento Nororiente de Toluca se eligió solo una, es decir, que para las alternativas

propuestas para la carretera México-Guadalajara las correspondientes al tramo en estudio siempre fueron las mismas, según la Dirección de General de Carreteras Federales (SCT).

En el siguiente cuadro III.1 se muestra las especificaciones para el proyecto geométrico, que gobernarán en el tramo en estudio.

Cuadro III.1 Especificaciones para el proyecto geométrico

CARRETERA TIPO	A 4S
VELOCIDAD DE PROYECTO	110 KPH
CURVATURA MAXIMA	4°
PENDIENTE GOBERNADORA	-0.30%
ANCHO DE CORONA	10.50 m.
ANCHO DE CALZADA	7.00 m.
ESPESOR DE PAVIMENTO	0.40 m.
PENDIENTE MAXIMA	1.70 %

### III.4 PROYECTO

En la etapa de proyecto definitivo se obtienen las secciones transversales, los perfiles longitudinales, los planos de detalle del terreno necesarios para el diseño geométrico de las secciones de construcción, la cubicación de las terracerías y el proyecto del drenaje, tanto de los ejes principales como de las intersecciones.

Entre la línea del anteproyecto se realiza un estudio geotécnico detallado en el campo, a base de sondeos directos y estudios geofísicos, a su vez, las brigadas topohidráulicas y de exploración efectúan los levantamientos y estudios para el drenaje.

Los datos del terreno para el proyecto definitivo se obtienen directamente en campo y también con apoyo a la fotogrametría. En la obtención de los datos en el campo, se replantean los ejes del proyecto preliminar a partir de los vértices de la poligonal de referencia que nos sirvió de control horizontal en fotos a escala 1: 5000. El cálculo de las medidas lineales y angulares, para este replanteo se hace mediante un programa de cómputo electrónico que utiliza las coordenadas X-Y de los vértices de la poligonal y la de los puntos principales y de cada 20 m del alineamiento horizontal.

Para obtener los datos del terreno por fotogrametría se hace un seccionamiento fotogramétrico; para ello se orienta en un instrumento como el Autógrafo A-7, con dispositivos automáticos de registro de coordenadas, las fotografías aéreas a escala 1:5000 y su control terrestre utilizados previamente, la planta a escala 1:2000 que contiene los ejes principales y los de las intersecciones, a las secciones transversales de cada 20 m y los ejes de las obras de drenaje. Las secciones intermedias correspondientes a quiebres del terreno se escogen durante el seccionamiento.

Una vez verificada numéricamente la orientación absoluta del modelo, mediante las coordenadas instrumentales y terrestres de los puntos de control, la operación consiste en registrar ordenadamente en la computadora las coordenadas instrumentales del terreno sobre cada sección, en el eje y en los puntos de quiebre significativos.

Con las coordenadas instrumentales X'-Y'-Z', de los puntos de quiebre registrados, son transformadas, mediante equipo de cómputo, al sistema de coordenadas terrestres, con base en las coordenadas X-Y-Z los puntos de control de terrestre; en seguida, en el mismo proceso, se transforman las coordenadas terrestres de los puntos de quiebre, al sistema convencional distancia/desnivel de cada sección, referido al terreno en cada eje seccionado.



El resultado de este proceso, se obtiene, para cada eje, el perfil longitudinal del terreno, por cadenamiento y elevación a cada 20 metros y en quiebres intermedios mediante distancia y desnivel de cada punto que quiebre respecto al terreno en el eje y para cada eje de obra de drenaje su cadenamiento y esviaje, así como su perfil longitudinal por distancia y elevación de cada punto de quiebre.

Para los datos del perfil y secciones transversales del terreno obtenidos, las secciones tipo, los datos de ampliaciones y sobreelevaciones, los datos de alineamiento vertical y los datos de suelos, se hace el proyecto de terracerías, generalmente por medio de ensayos de varias alternativas de subrasante.

Esta fase se realiza por medio de programas de cómputo, que da como resultado la geometría del alineamiento vertical y de las secciones de construcción, los volúmenes de corte y terraplén, así como las coordenadas del diagrama de masas, que se realiza para el cálculo del movimiento de tierras.

Para la subrasante definitiva, los perfiles de los ejes de las obras y los datos hidrológicos y geotécnicos, obtenidos con ayuda de la fotointerpretación, la fotogrametría y directamente en campo, se elabora el diseño geométrico preliminar de las obras de drenaje.

### III.5 ESPECIFICACIONES GENERALES PARA TERRACERIAS

Las observaciones generales para todo el tramo "Libramiento Noreste de Toluca" fijadas por la Secretaria de Comunicaciones y Transportes, son las siguientes:

Los trabajos se iniciarán con el desmonte, desraíce y limpieza general del área en donde quedará alojado el cuerpo del camino, de acuerdo a lo indicado en el proyecto.

El desplante se hará hasta la profundidad indicada en las tablas de datos y de la manera conveniente para eliminar el material correspondiente al primer estrato.

Los terraplenes desplantados en un terreno con pendiente natural igual ó mayor al 25%, se anclara al terreno natural mediante escalones de liga a partir de los ceros del mismo; cada escalón tendrá un ancho mínimo de huella de 2.50 m, en material tipo "A" ó "B" y en material "C" el escalón tendrá un metro de huella; en ambos casos la separación de dichos escalones será de dos metros medidos horizontalmente, a partir de los ceros de los mismos.

En los taludes de los cortes, no se dejarán fragmentos rocosos ni porciones considerables de material susceptibles de desplazarse hacia el camino. Con el material producto de despalme, se deberán arropar los taludes de los terraplenes.

La construcción de obras de drenaje se hará antes de iniciar la construcción de terracerías; una vez terminadas tales obras, deberán arroparse adecuadamente para evitar cualquier daño a la estructuras de las mismas durante la construcción.

Se debe propiciar la forestación de los taludes, de los cortes y terraplenes, con vegetación para evitar la erosión de los mismos.

En todo el tramo las cunetas deberán impermeabilizarse con concreto hidráulico  $f'c=100 \text{ kg/m}^2$ , con un espesor de 8 cm aproximadamente.

Debe evitarse que la boquilla de aguas abajo de las alcantarillas, descargue sus aguas sobre el talud del terraplén construido; en estos casos la obra de drenaje se prolongará con lavaderos hasta los ceros del terraplén.

Cualquier ampliación de corte por requerimiento de material, debe hacerse a partir del talud externo de la cuneta, ó bien formando una banquetta, la cual quedará debidamente drenada y de preferencia aguas abajo.

Los taludes de proyecto que deberán considerarse para terraplenes son los siguientes:

ALTURAS	INCLINACION
Entre 0.00 y 0.80 m	3:1
Entre 0.80 y 2.00 m	2:1
Mayores de 2.00 m	1.5:1

El material que forma la capa sub-rasante, no deberá contener partículas mayores de 75 mm (3"). Cuando éstas existan deberán eliminarse mediante papeo.

Al material grueso no compactable, se le dará un tratamiento de bandeo para aumentar el acomodo; este material solo servirá para formar el cuerpo del terraplén, construyéndose por capas sensiblemente horizontales, con espesor aproximadamente igual a la de los fragmento, y se dará como mínimo tres pasadas a cada punto de su superficie con tractor D-8 ó similar.

### III.6 ESPECIFICACIONES GENERALES PARA OBRAS DE DRENAJE MENORES

En lo que se refiere a las obras complementarias de drenaje menores, estas comprenderán la construcción de alcantarillas de losas de diferentes dimensiones de un  $f'c=150 \text{ kg/m}^2$  y tubos de concreto de diámetro de 0.90 y 1.05 m, con un  $f'c=100 \text{ kg/m}^2$  para los subdrenes longitudinales y pozos de visita.

El recubrimiento de recubrimiento de cunetas con una capa de 8 cm de espesor de concreto hidráulico de  $f'c=100 \text{ kg/m}^2$  con agregado de tamaño máximo de 19 mm (3/4"). La excavación y el recubrimiento de contracunetas será con suelo-cemento. Los bordillos serán de concreto hidráulico de  $f'c=100 \text{ kg/m}^2$  con sección trapecial de 15 cm en la base mayor, 8 cm en la base menor y 12 cm de altura. Con respecto a los lavaderos serán construidos de concreto hidráulico de  $f'c=100 \text{ kg/m}^2$ .

Además de construirá un cercado en los linderos del derecho de vía. Es necesario que la impermeabilización de las obras de drenaje se haga efectiva, ya que esto dependerá, en gran parte, el buen funcionamiento de las terracerías y el pavimento.

En el siguiente cuadro se muestra la cuantificación de las obras complementarias.

Cuadro III.2 Obras complementarias

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
Bordillos de concreto hidráulico de $f'c=100 \text{ kg/m}^2$	ml	118800.00
Lavaderos de ½ tubo de lámina cal. 16 de 0.61 m de diámetro	ml	3800.00
Cunetas de concreto hidráulico de $f'c=100 \text{ kg/m}^2$	m <sup>3</sup>	1056.00
Subdrenes longitudinales	ml	3300.00
Pozos de visita	pza.	41.00
Cerca de derecho de vía según proyecto tipo	ml	66000.00

### III.7 PROYECTO DE PAVIMENTACION

#### 7.1 DATOS DE PROYECTO DE PAVIMENTO

El tipo de pavimento seleccionado para los caminos en estudio es del tipo flexible, que incluye como superficie de rodamiento una carpeta de concreto asfáltico. La selección de este tipo de rodamiento en las ventajas económicas que se obtienen y la durabilidad del mismo.

##### 7.1.1 Características geométricas

Los datos de proyecto son los siguientes:

CARRETERA TIPO	A 4S
VELOCIDAD DE PROYECTO	110 KPH
CURVATURA MAXIMA	4°
PENDIENTE GOBERNADORA	-0.30%
ANCHO DE CORONA	10.50 m.
ANCHO DE CALZADA	7.00 m.
ESPESOR DE PAVIMENTO	0.40 m.
PENDIENTE MAXIMA	1.70 %

##### 7.1.2 Volumen de tránsito

De acuerdo con las estimaciones del volumen y características del tránsito definidos por la DGST, en el proyecto se consideró un volumen promedio de vehículos diarios anual (TDPA) en dos direcciones de 11196.900 unidades, utilizando estos valores y los coeficientes de equivalencia correspondientes, se calculó la cantidad de ejes equivalentes de 8.2 toneladas en el carril de diseño para

un período de 20 años aplicando una tasa de crecimiento del 4% partir de 1992. La composición del tránsito se estima en:

VEHICULOS	A	B	C
(%)	74	19	7

Donde:

A Automóviles

B Autobuses

C Camiones

### 7.1.3 CARACTERISTICAS DE LA CAPA SUBRASANTE

El factor de resistencia de los materiales naturales como componentes de la capa sub-rasante, el método de diseño está basado en el Valor Relativo de Soporte (VRS) predominante a 100% de Peso Volumétrico Seco Máximo (PVSM), para establecer este valor se consideraron todos los ensayos realizados para determinar este parámetro que se ha considerado dentro de la seguridad un valor relativo de soporte igual a 10% de acuerdo con los ensayos reportados, y tomando en cuenta el tránsito que circulará por esta carretera y las condiciones pluviométricas se proyecta un pavimento de tipo flexible, con carpeta asfáltica.

### 7.1.4 ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO

Con los parámetros señalados anteriormente se estableció la siguiente estructuración del pavimento.

Siendo los valores relativos de soporte mínimo para cada capa (VRS)

Suelo Natural	=	5 %
Sub-rasante	=	10 %
Sub-base	=	30 %
Base	=	80 %

Con los valores anteriores se obtiene la estructuración del pavimento indicada a continuación.

Sub-rasante	30 cm
Sub-base	20 cm
Base	15 cm
Carpeta	7 cm

Cabe mencionar que los valores de sub-base y base (base hidráulica) será de 40 cm por normas de proyecto, así como la carpeta asfáltica de 10 cm.

## **7.2 RECOMENDACIONES Y NORMAS DE CONSTRUCCION**

Los trabajos de desmonte, despalme, limpieza así como la construcción del cuerpo de terraplén, capa de transición y capa subrasante, se basará en el proyecto de terracerías correspondiente.

Las cláusulas e incisos a que se hace mención en los párrafos siguientes corresponden a las Normas para Construcción e Instalaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Edición 1983, Libro 3, Parte 01, Título 03 y además en el Libro 4, Parte 01, Título 03, Edición 1985 de las Normas de Calidad de los Materiales, de Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

- a) Sobre la sub-base terminada, se construirá una capa de base hidráulica de 0.40 m de espesor, utilizando materiales procedentes del banco indicado para este fin del proyecto. El material que forme esta capa se deberá compactar al 100% de su PVSM de la Prueba Porter Estándar.

Los materiales utilizados deberán ser de los tipos indicados en la cláusula 073-D del Libro 3, Parte 01, Título 03; además estos deberán cumplir con las Normas de Calidad establecidas en el inciso 009-C.06 del Libro 4, Parte 01, Título 03 y para su ejecución se deberán seguir los lineamientos indicados en la cláusula 074-F del Libro 3, Parte 01, Título 03.

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

El producto asfáltico deberá ser mencionado en la cláusula 076-D del Libro 3, Parte 01, Título 03, mismo que deberá cumplir con las Normas de Calidad establecidas en el inciso 011-B.04.c del Libro 4, Parte 01, Título 03 y para su aplicación de la cláusula 078-F del Libro 3, Parte 01, Título 03.

- c) Sobre la base hidráulica impregnada se construirá a todo lo ancho de la corona una carpeta asfáltica de dos riegos, empleando material pétreo No. 2 y 3-B procedente del banco propuesto para este fin y producto asfáltico FR-3 con una dosificación aproximada de:

1er. RIEGO	DOSIFICACION
Material pétreo No.2	8-12 $\text{lt/m}^2$
Producto asfáltico FR-3	0.6-1.1 $\text{lt/m}^2$
2do. RIEGO	DOSIFICACION
Material pétreo 3-B	6-8 $\text{lt/m}^2$
Producto asfáltico FR-3	0.8-1.1 $\text{lt/m}^2$



Los materiales utilizados deberán ser de los tipos indicados en la cláusula 073-D del Libro 3, Parte 01, Título 03; además estos deberán cumplir con las Normas de Calidad establecidas en el inciso 009-C.06 del Libro 4, Parte 01, Título 03 y para su ejecución se deberán seguir los lineamientos indicados en la cláusula 074-F del Libro 3, Parte 01, Título 03.

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

El producto asfáltico deberá ser mencionado en la cláusula 076-D del Libro 3, Parte 01, Título 03, mismo que deberá cumplir con las Normas de Calidad establecidas en el inciso 011-B.04.c del Libro 4, Parte 01, Título 03 y para su aplicación de la cláusula 078-F del Libro 3, Parte 01, Título 03.

- c) Sobre la base hidráulica impregnada se construirá a todo lo ancho de la corona una carpeta asfáltica de dos riegos, empleando material pétreo No. 2 y 3-B procedente del banco propuesto para este fin y producto asfáltico FR-3 con una dosificación aproximada de:

1er. RIEGO	DOSIFICACION
Material pétreo No.2	8-12 $\text{lt/m}^2$
Producto asfáltico FR-3	0.6-1.1 $\text{lt/m}^2$

2do. RIEGO	DOSIFICACION
Material pétreo 3-B	6-8 $\text{lt/m}^2$
Producto asfáltico FR-3	0.8-1.1 $\text{lt/m}^2$

Los materiales pétreos y el producto asfáltico que formen la carpeta de dos riegos, deberán cumplir con las normas especificadas en los incisos 010-C.02 y 011-B.04.b respectivamente, del Libro 4, Parte 01, Título 03. La construcción de la carpeta se deberá apegar a los lineamientos indicados en la cláusula 079-F del Libro 3, Parte 01, Título 03.

- d) Con el objeto de mejorar la adherencia de los materiales pétreos con los productos asfálticos de deberá prever el empleo de aditivos, cuyo tipo y dosificación serán proporcionados por el laboratorio de control de la Secretaría, cuando el agregado pétreo haya sido debidamente tratado.

Los tipos de aditivos que se utilizan más frecuentemente son los tipos ADIFLEX "GO", "GE" y "EN" para incorporarlos a los asfaltos rebajados (Riego de Impregnación y Ligas) en una proporción aproximada de 1% en peso, que ajustarán de acuerdo con las pruebas realizadas por el laboratorio de control de la Secretaría.

### **III.8 ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS**

Con el objeto de satisfacer las necesidades de la topografía del terreno de la ruta del proyecto, se cumplió con los requisitos proyectando las estructuras complementarias en los puntos requeridos del tramo.

En la estación 60+741.00 se proyecta el entronque San Cayetano, que comunicará al Libramiento Noreste de Toluca con la Carretera Toluca-Atzacmulco; en las estaciones 61+205.00, 62+790.00 y 64+341.00 que cruzan un camino o calle, el camino San Cayetano-San Pablo y terrenos de cultivo respectivamente, se propusieron pasos a desnivel (PIV).

En las estaciones 65+835.50, 66+341.00, 67+884.50 y 68+667, que respectivamente cruzan los caminos que dan acceso a terrenos de cultivo y rancherías; camino que conduce al poblado de Tlachaloya y los últimos conducen a terrenos de cultivo y rancherías; en todos estos cruces se hace necesario construir PIV por seguridad de personas y vehículos obteniendo funcionalidad en el camino.

En la estación 69+420.00 cruza el Río San Pablo, el cual cruza bastante es muy transitado y para dar una solución se requiere la construcción de un puente de 100 m de longitud, además una obra mayor canalizando entrada y salida encauzándola con un esviaje máximo de  $45^{\circ}00'$ .

En las estaciones 69+478.00 y 69+515.00 que cruzan respectivamente acueductos (Cutzamala) de tubos de 2.50 m de diámetro con una deflexión de  $27^{\circ}30'$  a la izquierda y con una profundidad aproximada de 1.50 m, se requiere un Paso Superior Vehicular (PSV) de 100 m de longitud.

Para librar los cruces siguientes 69+439.00 (camino de terracería Villa Seca-San Andres) y 69+490 (terracería mantenimiento acueducto Cutzamala) se propuso un paso superior vehicular de 100 m de longitud.

En las estaciones 71+290.00 cruce del Río Lerma, 73+985.00 cruce Arroyo Buenavista y 72+788.60, canal con valor mayor de 6.00 m, para estos cruces son necesarias obras mayores; en la estación 73+938.60 cruce con el camino de terracerías San José Buenavista-Poblado la "Y", se requiere un paso inferior (PIV).

En las estaciones 71+139.00 (camino pavimentado Toluca-Temoaya), 71+144.00 (Acueducto Cutzamala), 71+162.00 (camino de terracería margen izquierda Río Lerma) y 71+180.00 (Acueducto Cutzamala) para librar estos cruces se propone una obra mayor de 70 metros de longitud aproximadamente.

---

Para la estación 76+342.30 que cruza el camino pavimenta Toluca- Villa Cuauhtemoc es necesario un paso inferior vehicular (PIV); en la estación 76+423.00 cruza el canal de Solano el cual necesita una obra mayor.

En la estación 79+093 que cruza la carretera pavimentada Toluca Naucalpan debido a la intensidad de tráfico vehicular, en este lugar se hace necesaria la construcción de un entronque (Entronque Naucalpan).

En los kilometro 80+134.00 cruza el Dren Lerma que por sus dimensiones es necesaria una obra mayor; en la estación 80+146.37 cruza un camino de terracerías paralelo al Dren Lerma el cual sirve para dar mantenimiento a dicho dren, además que también comunica al Entronque Xonacatlan con la planta de tratamiento, para este cruce es necesario un paso inferior vehicular (PIV).

En los kilómetros 81+697.85, 81+720.00 y 81+735.38 cruzan respectivamente un dren, un camino de mantenimiento del dren y el Sistema Cutzamala, para dar paso a los tres cruces se propone una obra mayor .

Para la estación 85+342.00 que cruza el terreno de cultivo Cerillo II se necesita un paso inferior vehicular y para la estación 90+003.00 que cruza con la carretera México-Toluca es necesario construir un entronque (Entroque Lerma) por su gran aforo vehicular.

### III.9 LICITACION DE OBRA

La política de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes que sigue en la elaboración de la licitación para la ejecución de un proyecto de carreteras, se describe brevemente a continuación:

Inicialmente la Secretaría publica una convocatoria para la construcción de la obra por ejecutar, en la cual se mencionan sus características más importantes, por lo regular en estas convocatorias concurren las empresas de la iniciativa privada interesadas.

En este caso el concurso fue el NUM. SCT-CF-92-04-01, donde se muestra a las empresas interesadas, el contenido descrito brevemente a continuación:

A.- Pliego General del Concurso

B.- Apéndices que se anexan a este pliego:

- 1.- Proposición
- 2.- Manifestación escrita de conocer el sitio de los trabajos
- 3.- Presentación de cartas-compromiso en Firma de Financiamiento del Proyecto
- 4.- Proyecto de Título de Concesión
- 5.- Información sobre el régimen fiscal a que estará sujeto el ejercicio de la concesión
- 6.- Modelo de la Carta-Compromiso en Firma para las Instituciones Financieras
- 7.- Reglamento a que se ajustará la Explotación de la Concesión
- 8.- Tarifas iniciales por tipo de vehículo al aplicarse y mantenerse al valor constante durante la vigencia de la concesión
- 9.- Normas para calificar el estado físico de un camino
- 10.- Proyecto tipo de subdren

- 11.- Proyecto tipo para pozos de visita para subdrenes
- 12.- Proyecto tipo de guarniciones de concreto hidráulico
- 13.- Proyecto tipo de barrera central separadora Triblock
- 14.- Detalle del sistema de anclas "Perfobolt"
- 15.- Proyecto tipo de defensa metálica
- 16.- Proyecto de colocación del concreto lanzado con refuerzo de malla electrosoldada
- 17.- Detalle de la cerca

C.- Apéndices que se entregan por separado

- 1.-Relación de conceptos de trabajo y cantidades de obra para expresión de precios unitarios y monto total de la proposición
- 2.-Una carpeta que contiene el proyecto de pavimento y que incluye:  
Procedimientos de construcción, cuadros de bancos, secciones estructurales tipo y croquis de localización de los bancos de los materiales
- 3.-Juegos de planos de los proyectos de las obras

También deben considerarse como apéndices el Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras (edición 1986) y las Normas de Obra Pública que la secretaría tiene en vigor, cuyos libros, partes y títulos que a continuación se citan son a los que principalmente se hace referencia en este pliego:

- Libro 3, Parte 01, Título 01 .....Terracerías (edición 1984)
- Libro 3, Parte 01, Título 02.....Estructuras y Obras de Drenaje (edición 1984)
- Libro 3, Parte 01, Título 03 .....Pavimentos (edición 1983)
- Libro 4, Parte 01, Título 01, 02, 03, 04....Normas de Calidad de los Materiales (edición 1986)

Posteriormente, la secretaría da a conocer en forma oficial el fallo de la licitación, en base al monto total del presupuesto presentado, disponibilidad y capacidad de equipo, tiempo de ejecución, capital disponible que respalden créditos, reputación de la empresa y a las Especificaciones Generales de Construcción Vigentes.

A continuación se muestra las alternativas de las empresas que se sometieron a concurso, con sus respectivos montos y tiempo de concesión:

EMPRESA	ALTERNATIVA	MONTO DE LA OBRA	TIEMPO DE CONCESION	
INGENIEROS CIVILES ASOCIADOS, S.A. DE C.V.	Alt. Base	\$3'580'000'000,000.00	8 años	8 meses
	Alt. "A"	\$3'580'000'000,000.00	18 años	3 meses
	Alt. "B"	\$3'848'000'000,000.00	6 años	8 meses
	Alt. "C"	\$3'580'000'000,000.00	10 años	6 meses
	Alt. "D"	\$3'580'000'000,000.00	15 años	0 meses
LA NACIONAL COMPAÑIA CONSTRUTORA, S.A. DE C.V.	Alt. Base	\$3'836'126'067,772.00	10 años	2 meses
	Alt. I	\$3'836'126'067,772.00	10 años	8 meses
	Alt. II	\$3'836'126'067,772.00	8 años	8 meses
GRUPO EMPRESARIAL PLUS, S.A. DE C.V.		\$3'939'938'017,900.00	18 años	6 meses
CONSTRUCCION E INFRAESTRUCTURA MEXICANA, S.A. DE C.V.		\$4'285'041'107,600.99	13 años	7 meses
CONSTRUCCIONES PROTEXA, S.A. DE C.V.	Alt. Base	\$3'924'075'100,000.00	10 años	2 meses
	Alt. I	\$3'924'075'100,000.00	17 años	0 meses
	Alt. II	\$3'937'863'540,600.00	17 años	6 meses
	Alt. III	\$3'937'863'540,600.00	10 años	4 meses
GUTSA CONSTRUCCIONES, S.A. DE C.V.	Alt. Base	\$3'437'679'519,000.00	14 años	9 meses
	Alt. I	\$2'814'366'000,000.00	12 años	7 meses
	Alt. II	\$2'814'366'000,000.00	13 años	3 meses
CIA. CONTRATISTA NACIONAL, S.A. DE C.V.		\$3'884'599'952,237.00	12 años	8 meses

Estas cotizaciones no incluyen I.V.A. La empresa que ganó el concurso para el tramo del Libramiento de Toluca, fue la alternativa base de la empresa Ingenieros Civiles Asociados, S.A. de C.V. con un monto de \$ 358'419,560,193.80

**CAPITULO IV**

**PROCESO CONSTRUCTIVO  
KM 60+741-70+000**



**CAPITULO IV****PROCESO CONSTRUCTIVO KM 60+741-70+000****IV.1 GENERALIDADES**

La construcción de una obra consiste en la combinación de materiales, mano de obra y maquinaria con el objeto que satisfaga una necesidad normalmente colectiva y que cumpla con las condiciones planteadas desde el diseño del proyecto donde destaca las de seguridad, después de la construcción procede la etapa de operación y la de conservación.

En la construcción se presentan uno o varios procesos con una entrada, los recursos y una salida, la obra terminada. El proceso puede ser uno o varios, estos a su vez se pueden dividir en subprocesos, en los cuales se procederá a una de las partes de la obra, estos pueden ser atacados simultáneamente o progresivamente, esto depende de los frentes de ataque propuestos por el programa de obra. Es común que los subprocesos se analicen por separado para definir los procesos de construcción que producirán la obra requerida.

En este caso para el Libramiento Noreste de Toluca en su tramo 60+741 al 70+000 se subdividió, para su análisis en este trabajo, en los subprocesos siguientes:

- Terracerías
- Obras de Drenaje
- Pavimento
- Estructuras Complementarias

Cada uno de los subprocesos anteriores están integrados a su vez por fases, por ejemplo las terracerías están integradas por las fases de desmonte, cortes, préstamos y terraplenes.

Para las estructuras complementarias se va a considerar principalmente un paso inferior, el esta ubicado en la estación 65+174.00, ya que en el tramo predominan los pasos inferiores.

## **IV.2 TERRACERIAS**

Las terracerías son el conjunto de cortes y terraplenes ejecutados hasta la capa subrasante, su función principalmente es proporcionar una faja de apoyo al pavimento, de superficie uniforme, alineamiento, pendientes y elevación convenientes a lo proyectado previamente.

De acuerdo a la secuencia que se debe llevar en el proceso constructivo de la fase terracerías, se tiene que ejecutar la fase de desmonte previo a los cortes y terraplenes.

### **2.1 DESMONTE**

El desmonte consiste en quitar la vegetación existente en el área correspondiente al derecho de vía y en las áreas destinadas a los bancos de préstamo, con el objeto de evitar la presencia de materia orgánica o vegetal en las estructuras de la obra, impedir daños a las mismas y permitir una buena visibilidad de acuerdo con lo fijado en el proyecto.

Dentro del desmonte se tienen varias formas de ejecutar este concepto, las cuales son: tala, roza, desenraíce, limpia y quema, las que consisten en:

- Tala: cortar los árboles y arbustos.
- Roza: quitar la maleza, hierva, zacate o residuos de las siembras.
- Desenraíce: sacar los troncos o tocones de raíces, o cortando éstas.
- Limpia y quema: retirar el producto de desmonte al lugar que se haya fijado en el proyecto, estibarlos y quemar lo no utilizable.

Las operaciones anteriores se ejecutan normalmente en todo o en parte del derecho de vía, así como en la superficie limitada por las líneas trazadas, cuando menos a un metro fuera de los cerros de los canales y contracunetas y de las zonas que limitan los préstamos, bancos y las superficies fuera del derecho de vía. En cualquier caso, debe garantizarse que el material producto de desmonte quede fuera de las zonas destinadas para la construcción.

Cualquier capa de humus o de otro material que no sea apropiado para el uso de terraplenes, así como materiales no deseables del subsuelo, deben ser eliminados de la superficie removiendo el terreno.

Las operaciones de desmonte se ejecutan a mano o con máquina, dependiendo del tipo de vegetación. Cuando se hacen a mano, con el auxilio de hachas o motosierras, el corte de los árboles debe quedar a la altura máxima de 75 cm sobre la superficie, los arbustos a 40 cm., cuando se utiliza maquinaria, el tractor Bulldozer montado sobre orugas es el más idóneo.

Una vez que se ha estibado el material susceptible de ser aprovechado, se procede a la quema de la materia vegetal no utilizable, tomando las precauciones necesarias para no provocar incendios en los bosques.

En caso de que la quema no pueda realizarse por diferentes causas de seguridad de la zona, el material destinado a ser eliminado de esta manera será depositado en un lugar elegido, quemándose cuando se considere pertinente.

El desmonte debe estar terminado por lo menos un kilómetro adelante del frente de ataque de las terracerías. Si el desmonte se mide y se paga por unidad de obra terminada, se tomará como unidad la hectárea.

## 2.2 CORTES

Los cortes son excavaciones ejecutadas a cielo abierto en el terreno natural, en ampliación o bateimientos de taludes, en escalones y en despalmes de cortes o para el desplante de terraplenes, con objeto de dar forma a la sección de la obra, de acuerdo con lo fijado en el proyecto.

Los materiales son clasificados por la dificultad que representan para su extracción y carga, los cuales se clasifican en tres tipos: material A, material B y material C, su descripción es la siguiente:

**Material A :** Es el material blando o suelto, se consideran también los suelos poco o nada cementados, con partículas hasta de 7.6 cm (3"), que pueden ser eficientemente excavados con motoescropa de 90 a 110 HP sin auxilio de arados o tractores empujadores, aunque ambos se utilicen para obtener mayores rendimientos. Como ejemplo están los suelos agrícolas, los limos y las arenas.

**Material B :** Se considera como material B a las piedras sueltas menores de 75 cm, menores de medio metro cúbico y mayores de 3". Como ejemplo están las rocas muy alteradas, conglomerados medianamente cementados, areniscas blandas y tepetates.

Este material tiene dificultad de extracción y carga, solo puede ser excavado eficientemente por tractor de orugas con cuchillas con inclinación variable, de 140 a 160 HP, en la barra o con pala mecánica de capacidad mínima de un metro cúbico, sin el uso de explosivos, aunque por conveniencia éstos se utilicen para aumentar el rendimiento; o bien, pueda ser aflojado con arado remolcado por tractor de orugas de 140 a 160 HP.

**Material C:** Entre los materiales del tipo C se encuentran las rocas basálticas, las areniscas y conglomerados fuertemente cementados, calizas, riolita, granito y andesitas sanas. Este tipo de material es clasificable también por su dificultad de extracción sólo por ser excavado mediante el empleo de explosivos; se consideran este tipo de piedras sueltas con una dimensión mayor de 75 cm y mayores de medio metro cúbico.

El grado de dificultad que haya presentado un material para su extracción y carga, en la clasificación de cortes, se toman en cuenta los tres tipos de materiales antes descritos, los cuales se clasifican según su participación en el volumen total, por ejemplo un material intermedio entre A y B se clasificará 50-50-00.

En este caso el corte tiene una clasificación de material A, por lo que el sitio donde se ejecuta la acción debe ser despalmado, desalojando la capa superficial del terreno natural, que por sus características no es adecuado para la construcción de terraplenes, y por lo tanto debe ser desperdiciada. El volumen puede ser desperdiciado por las siguientes razones:

- ◆ Que no cumpla con las especificaciones de calidad que se requieren en la obra, para formar los terraplenes compensados.
- ◆ Cuando exista un exceso de volumen al formar dichos terraplenes

Este material tiene dificultad de extracción y carga, solo puede ser excavado eficientemente por tractor de orugas con cuchillas con inclinación variable, de 140 a 160 HP, en la barra o con pala mecánica de capacidad mínima de un metro cúbico, sin el uso de explosivos, aunque por conveniencia éstos se utilicen para aumentar el rendimiento; o bien, pueda ser aflojado con arado remolcado por tractor de orugas de 140 a 160 HP.

**Material C:** Entre los materiales del tipo C se encuentran las rocas basálticas, las areniscas y conglomerados fuertemente cementados, calizas, riolita, granito y andesitas sanas. Este tipo de material es clasificable también por su dificultad de extracción sólo por ser excavado mediante el empleo de explosivos; se consideran este tipo de piedras sueltas con una dimensión mayor de 75 cm y mayores de medio metro cúbico.

El grado de dificultad que haya presentado un material para su extracción y carga, en la clasificación de cortes, se toman en cuenta los tres tipos de materiales antes descritos, los cuales se clasifican según su participación en el volumen total, por ejemplo un material intermedio entre A y B se clasificará 50-50-00.

En este caso el corte tiene una clasificación de material A, por lo que el sitio donde se ejecuta la acción debe ser despalmado, desalojando la capa superficial del terreno natural, que por sus características no es adecuado para la construcción de terraplenes, y por lo tanto debe ser desperdiciada. El volumen puede ser desperdiciado por las siguientes razones:

- ◆ Que no cumpla con las especificaciones de calidad que se requieren en la obra, para formar los terraplenes compensados.
- ◆ Cuando exista un exceso de volumen al formar dichos terraplenes

- ◆ Cuando en determinada estación, la curva masa no indique la formación de terraplenes compensados.

El equipo ideal para efectuar éste tipo de trabajo, y bajo esas condiciones, el tractor Bulldozer montado sobre orugas es el indicado, obteniendo altos rendimientos.

Para el tramo en estudio se obtuvo la siguiente clasificación del material de excavación, el cual se representa en el siguiente cuadro.

Cuadro IV.1 Tratamiento de excavación del km 60+000-70+000 y bancos de préstamo

KM A KM	CLASIFICACION	ESTRATO	TRATAMIENTO	CLASIFICACION
	N	MTS.	PROBABLE	PRESUPUESTA
				A-B-C
60+000-61+100	Tierra vegetal	0.30	Despalme	100-00-00
61+100-62+300	Tierra vegetal	0.30	Despalme	100-00-00
62+300-65+000	Tierra vegetal	0.30	Despalme	100-00-00
65+000-66+000	Tierra vegetal	0.30	Despalme	100-00-00
66+000-67+000	Tierra vegetal	0.30	Despalme	100-00-00
67+000-70+000	Tierra vegetal	0.30	Despalme	100-00-00
62+800 d/d 5000 m El perico frente 1	Tierra vegetal	0.25	Despalme	100-00-00
62+800 d/d 5000 m El perico frente 2	Tierra vegetal	0.25	Despalme	100-00-00
62+800 d/d 5200 m El perico frente 4	Tierra vegetal	0.25	Despalme	100-00-00

### 2.3 SECCIONES TRANSVERSALES EN TERRAPLEN

En todo el libramiento se consideraron tres distintas secciones transversales de construcción, dadas por la demandas solicitadas por la topografía del terreno y ruta de la carretera, dichas secciones se pueden apreciar en las figuras IV.1, IV.2 y IV.3.

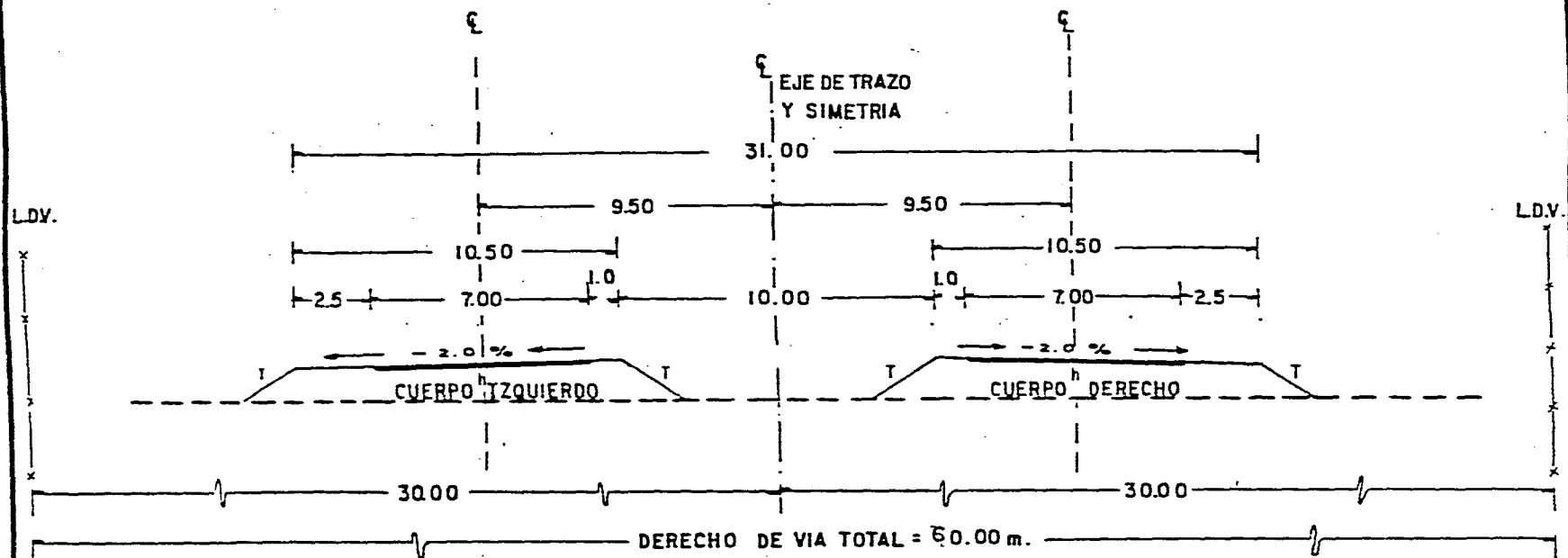
Al iniciar la construcción de las terracerías, se colocan una serie de estacas que ayudan a construir la sección solicitada. Estas estacas se colocan a cada lado de la línea del centro, en los puntos en que el talud lateral del corte o terraplén interseque la superficie del talud natural. Sobre ellas se marca el corte o terraplén que hay que realizar en relación con la cota de la subrasante en la línea del centro, así como la distancia horizontal a partir del eje del camino.

La sección transversal de un camino, es un corte vertical normal al alineamiento horizontal, permite definir la disposición y dimensiones de los elementos que forman el camino, en el punto correspondiente a cada sección con el terreno natural.

Para el tramo 60+741-70+000 de el Libramiento Noreste de Toluca se distingue un ancho de corona que no cambia formada por dos cuerpos, dada uno de los cuerpos tiene un ancho de corona de 10.50 m; las calzadas pavimentadas son de 7.00 m; los acotamientos son variables, para la parte lateral del cuerpo es de 2.50 m y para la interior es de 1.00 m para dos carriles de circulación para cada uno de los cuerpos y con un derecho de vía total de 60.00 m.



# LIBRAMIENTO NORESTE DE TOLUCA



## SECCION TIPO DE KM.-60+000 A KM.-71+500

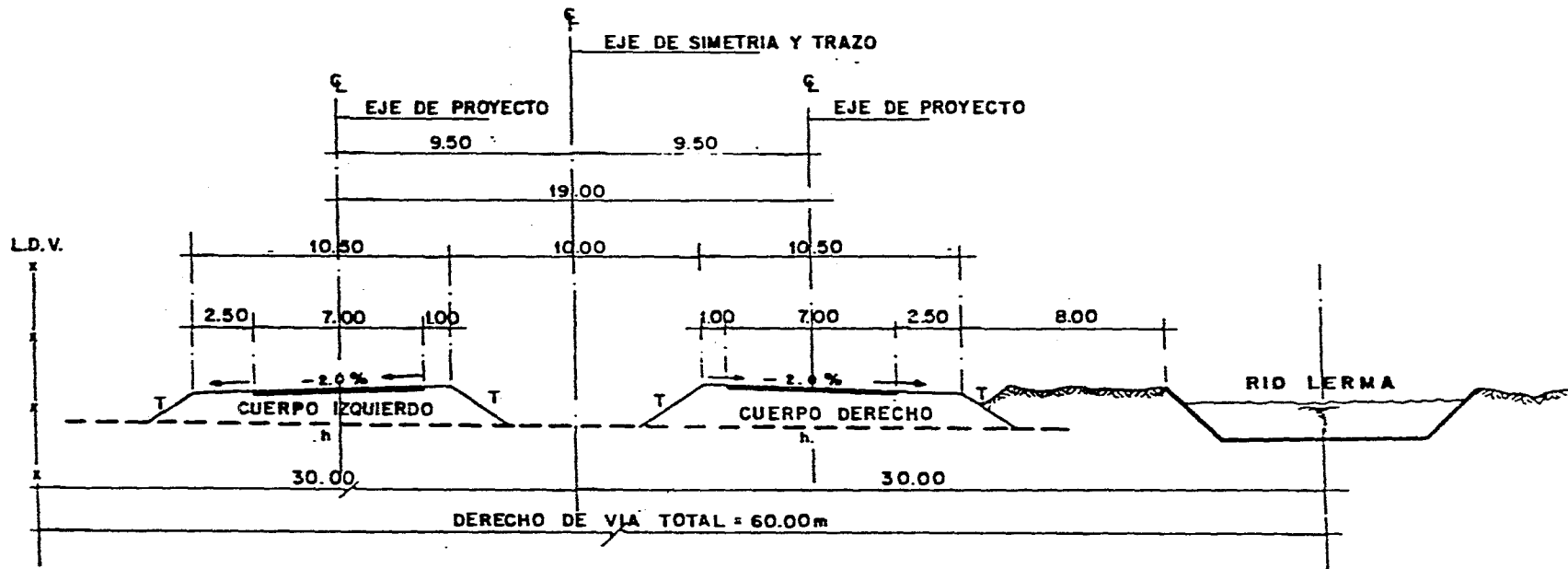
T = f(h)	
h	T
0 - 0.80	3X1
0.80 - 2.0	2X1
2.0 →	1.5X1

FIGURA IV.1

ACOTACIONES EN METROS

ESC. 1:250

JUNIO DE 1992.



## SECCION TIPO

DEL Km 79+000 AL Km 80+000

T = f (h)	
h	T
0 - 0.80	3 x 1
0.80 - 2.0	2 x 1
2.0 →	1.5 x 1

DIBUJO ESQUEMATICO  
ACOT. EN METROS

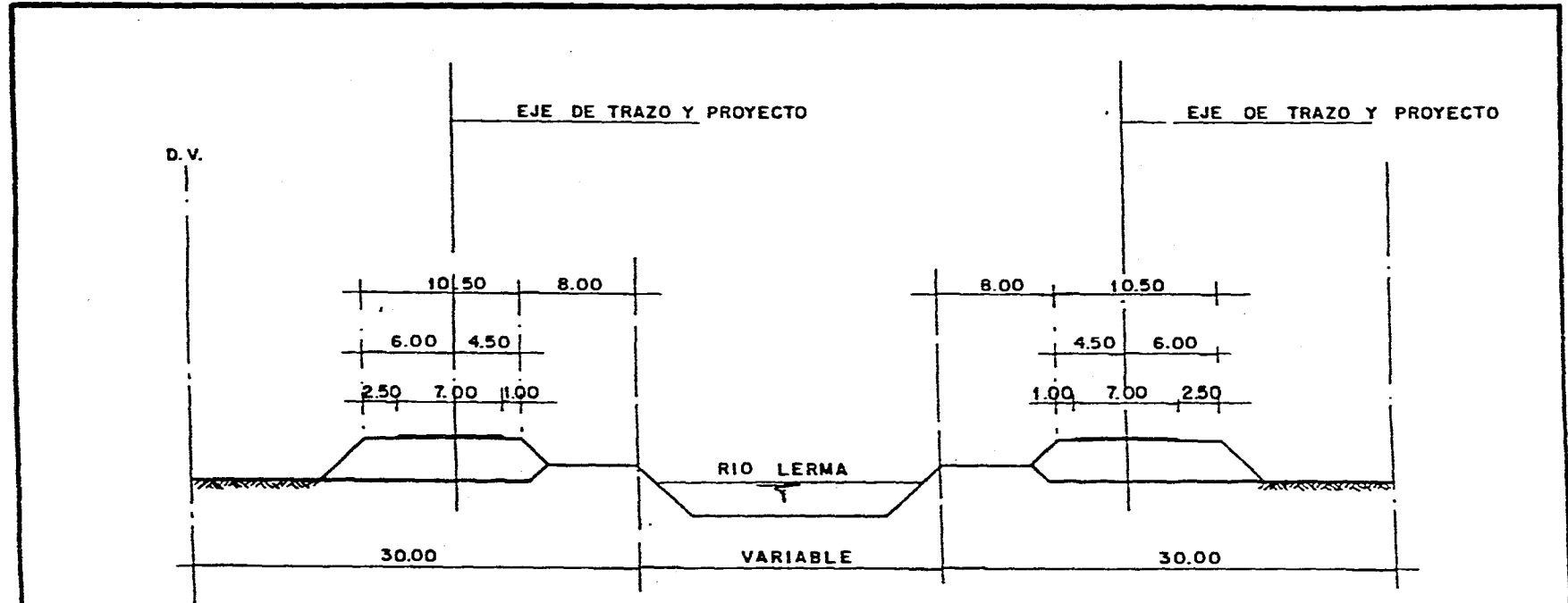
### LIBRAMIENTO TOLUCA - ATLACOMULCO

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

SECCION TIPO DEL EJE DE TRAZO Y PROYECTO

ICA INGENIERIA, S. A. de C. V.

OCTUBRE — 1992 FIGURA No. IV.2



**SECCION TIPO**

DEL Km 80+000 AL Km 90+000

T = f (h)	
h	T
0 - 0.80	3 x 1
0.80 - 2.0	2 x 1
2.0 →	1.5 x 1

DIBUJO ESQUEMATICO  
ACOT. EN METROS

<b>LIBRAMIENTO TOLUCA - ATLACOMULCO</b>	
SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES	
SECCION TIPO DEL EJE DE TRAZO Y PROYECTO	
<b>ICA INGENIERIA, S. A. de C. V.</b>	
OCTUBRE — 1992	FIGURA No. IV.3

## 2.4 PRESTAMOS

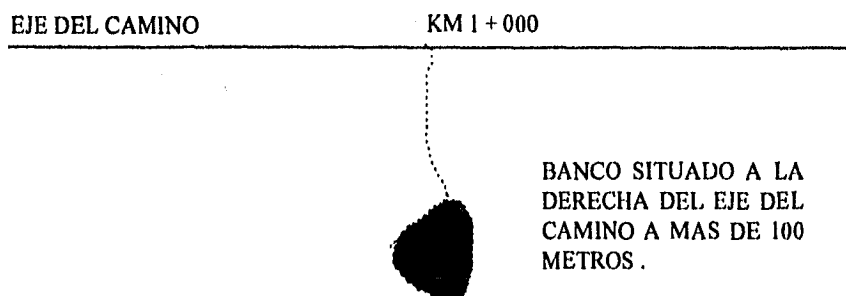
Los préstamos son excavaciones ejecutadas, a fin de obtener el material acarreado para la construcción de terraplenes y se hace preferencia al material graduado seleccionado, estos pueden ser de dos tipos: laterales o de banco.

**Préstamos laterales:** Son los ejecutados dentro de las fajas ubicadas fuera de los cerros, en uno o en ambos lados del eje de las terracerías. Los materiales de los préstamos se utilizan exclusivamente en la formación de los terraplenes situados lateralmente, con una tolerancia de + 20 m. El ancho de cada faja es de 100 m como máximo.

**Préstamos de banco:** Son los ejecutados fuera de la faja de 100 m de ancho, cuyos materiales se emplean en la construcción de terraplenes que no están situados lateralmente a dichos préstamos.

En la figura IV.4 se muestra la nomenclatura de los préstamos de bancos.

### NOMENCLATURA DE LOS PRESTAMOS DE BANCO



**FIGURA IV.4**

## 2.5 TERRAPLENES

Los terraplenes son estructuras ejecutadas con material adecuado producto de cortes o bancos de préstamo, de acuerdo con lo fijado en el proyecto en este caso para este tramo serán por préstamo de banco. Se consideran también como tales las cuñas contiguas a los estribos de los puentes y el relleno de excavaciones adicionales abajo de la subrasante en cortes.

Es importante hacer notar, que no todos los materiales que se emplean en la construcción de terraplenes, se clasifican en compactables y no compactables; los compactables son los fragmentos de rocas muy alteradas, conglomerados medianamente cementados, areniscas blandas y tepetates; los no compactables son los fragmentos provenientes mantos sanos, tales como el basalto, conglomerados fuertemente cementados, calizas, riolitas, granitos y andesitas.

En campo se hace una prueba para comprobar si el es o no compactable, la cual considera porcentaje y tamaño del material retenido en la malla de 3"; si el material retenido es mayor del 30 % en peso de la muestra total se considera compactable, de lo contrario es material no compactable.

La construcción de los terraplenes se inicia una vez despalmado el sitio donde se desplantará, desalojando la capa superficial del terreno natural, a continuación se rellenan los huecos ocasionados por el desenraíce, se escarifica y se compacta el terreno natural en el área de desplante hasta alcanzar el porcentaje de compactación de 90 %, para un espesor variable.

A continuación se muestran las características del terreno natural, conforme a los kilómetros en estudio ( Cuadro IV.2).

Cuadro IV.2 Características del terreno natural

KM A KM	CLASIFICACION	ESTRATO MTS.	COEFICIENTE DE VARIACION VOLUMETRICA			TRATAMIENTO PROBABLE	TALUD	CLASIFICACION PROPUESTA A-B-C
			0.90	0.85	0.80			
60+000-61+100	Arena arcillosa color café con gravillas en 15% aproximadamente de baja plasticidad	Indefinido	0.90	0.85	0.80	Compactado	3/4:1	80-20-00
61+100-62+300	Arena arcillosa café obscuro de media a alta plasticidad húmeda y firme con gravillas en 15 %	Indefinido	0.90	0.85	0.80	Compactado	3/4:1	80-20-00
62+300-65+000	Arena arcillosa café obscuro de bajo plasticidad húmeda y dura	1.50	0.95	0.90	0.85	Compactado	3/4:1	80-20-00
65+000-66+000	Arena arcillosa café obscuro de consistencia blanda a media, mediana plasticidad	0.50	0.90	0.85	0.80	Compactado	3/4:1	80-20-00
66+000-67+000	Arcilla de color café obscuro de consistencia blanda a media, mediana plasticidad.	0.80	0.90	0.85	0.80	Compactado	3/4:1	80-20-00
67+000-70+000	Arcilla de color café obscuro de consistencia blanda a media, mediana plasticidad.	1.50	0.90	0.85	0.80	Compactado	3/4:1	80-20-00

Posteriormente se procederá a construir el cuerpo de el terraplén utilizando el material procedente de los bancos de préstamo. Los terraplenes se construyen por capas sensiblemente horizontales en todo el ancho de la sección y de un espesor aproximadamente uniforme que se ejecutan conforme a lo siguiente: en el caso de material compactable, el espesor de las capas sueltas debe ser de tal que obtenga la

compactación fijada; en este caso el material se tendera en capas con un espesor máximo de 30 cm, debiendo compactarse cada capa al 90 % de su P.V.S.M. como mínimo, hasta alcanzar el nivel de desplante de la capa de transición.

Los terraplenes se forman con una corona más ancha y con un talud diferente a los del proyecto; se obtienen así las cuñas laterales, las que son recortadas una vez que se termina la construcción del terraplén. Esto con el fin de que el equipo cubra el grado de compactación fijado para toda la sección.

Los terraplenes son afinados, nivelados y seccionados, cuyos datos deben estar dentro de las tolerancias que al respecto marcan las Especificaciones Generales de Construcción de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

## **2.6 CAPAS DE SUSTENTACION DEL PAVIMENTO**

### **2.6.1 CAPA DE TRANSICION**

La capa de transición o subyacente se construye con material compactable, de acuerdo con el espesor de 0.20 m, cuando la altura de estos sea menor de 0.80 m y cuando sea mayor, la transición será de 0.50 m; el material se tendera y se compactará en una sola capa, cuando el espesor sea de 20 cm y en dos capas de 25 cuando el espesor sea de 50 cm, su compactación será al 90 % de P.V.S.M. con relación a la norma AASHTO estándar modificada T 180-74 variante "D". El porcentaje de material que pase la malla No 200 no será mayor al 40 %.

La función principal de esta capa es la de evitar las imperfecciones de la cama de los cortes en roca, se reflejan en la capa subrasante y la de evitar la incrustación de esta en el cuerpo del terraplén, en el caso de que esté formado por fragmentos de roca.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Para la ejecución de la capa de transición, se coloca en capas sensiblemente horizontales en todo lo ancho de la sección y de un espesor uniforme, tal que se alcance la compactación y espesor fijados. Esta capa se ejecuta antes de la subrasante.

### 2.6.2 CAPA SUBRASANTE

Una vez terminado el proceso antes descrito se procede a la construcción de la capa sub-rasante, tiene como función:

- ◆ Resistir los esfuerzos de los vehículos que le son transmitidos por el pavimento.
- ◆ Transmitir los esfuerzos anteriores al resto de las terraserías, de manera que puedan ser resistido por los materiales subyacentes.
- ◆ Evitar la contaminación de la parte inferior del pavimento con los materiales que forman el cuerpo del terraplén.
- ◆ Disminuir el costo de las capas del pavimento, principalmente cuando se tienen terraserías de baja calidad.
- ◆ Uniformar los espesores requeridos del pavimento, al compensar la variación de resistencia en la terracería.

El espesor de la capa subrasante será de 30 cm, la que se deberá colocar en dos capas de 15 cm de espesor compactadas al 95 % de su P.V.S.M. con respecto a la norma AASHTO estándar T 99-74, variante "A" y energía específica de 6.02 kg-cm/cm<sup>3</sup>.

Su proceso de construcción es el siguiente: sobre la capa de transición es depositado el material procedente del banco que formará la subrasante, el cual es homogeneizado por la motoconformadora eliminando por papeo el material que tenga tamaño mayor de 3". Una vez formado el terraplén se procede a compactarlo agregando agua hasta lograr la humedad óptima de compactación.



La compactación se hace por medio de neumáticos ligeros y rodillos vibratorios, se afina con la cuchilla de la motoconformadora para dar su nivel de proyecto.

Por último se revisa su afinamiento, se verifica su grado de compactación, su espesor, alineamiento, el perfil, seccionamiento, ancho de corona y su acabado dentro de las tolerancias para tal caso rigen las Normas de Construcción de la S.C.T.; en el nivel  $\pm 3$  cm, en ancho de corona del centro de la línea al hombro de la sección + 10 cm y una energía de  $6.02 \text{ kg-cm/cm}^3$ . El material a utilizar para construir esta capa será arena limosa, debiendo cumplir con las siguientes características:

Limite Líquido	menor de 50 %
VRS estándar saturado	20 % mínimo
Expansión	5 %

### IV.3 OBRAS DE DRENAJE

El agua es uno de los principales problemas que se pueden tener en la ingeniería de camino, afectando de diversas maneras las superficies de los caminos, el agua puede provenir por lluvias o por filtraciones.

Los problemas que comúnmente provocan las aguas que corren en las superficies de los terrenos naturales son: la erosión en cortes y terraplenes, además que corren hacia cañadas y zonas bajas formando obstáculos que se representan en bordos de tierra, a no ser que sea oportunamente eliminado por una alcantarilla construida a través de la estructura; al almacenarse se filtraría a través del bordo produciendo en el saturación que abate su resistencia al esfuerzo cortante y propicia asentamientos, fuerzas de filtración que amenazan su estabilidad y peligro de tubicación.

El problema de drenaje es de importancia y se refleja en el buen funcionamiento de la carretera, se tienen problemas cuando las aguas se infiltran en el terreno y tienden a botar en los cortes practicados para alojar la carretera o en la corona de la misma, amenazando con la estabilidad de la estructura. El drenaje se clasifica en superficial y subterráneo, según su escurrimiento.

### **3.1 DRENAJE SUPERFICIAL**

Es el destinado a captar y eliminar las aguas que corren sobre el terreno natural o sobre la estructura; procedente de lluvias, aunque a veces son originadas en inundaciones de corrientes fluviales o en manantiales.

El drenaje superficial se clasifica por su posición en longitudinal y transversal; el longitudinal tiene por objeto captar los escurrimientos evitando que lleguen a la estructura o que permanezcan en ella, de tal manera que no causen daños a la misma; dentro de este tipo se encuentran las cunetas, contracunetas, bordillos y canales de encausamiento, que por lo regular se encuentran en forma más o menos paralela al eje del camino; el drenaje transversal tiene por objeto dar paso libre al agua que cruza de un lado al otro lado del camino, dentro de este tipo se encuentra el bombeo de la corona, las alcantarillas (drenaje mayor) y los puentes (drenaje mayor).

En el Libramiento Noreste de Toluca, en especial el tramo de estudio se destacó por que las estructuras de drenaje menor no cambiaron en la longitud del recorrido, para este caso se consideraron las típicas como son: el bombeo de la corona, los bordillos, cunetas y lavaderos.

Las cunetas son pequeñas zanjas paralelas al eje del camino, con una ligera pendiente, que se construyen en los bordes de la corona, al pie del talud de la

estructura del camino. El recoger y eliminar por gravedad las aguas que llegan desde el talud del corte en su caso y desde la zona pavimentada del camino, debido a la pendiente transversal, para este caso será de -2 % según el proyecto, por lo regular la cuneta cubre toda la longitud de la estructura del pavimento en el sentido del eje del camino y hacia algún lugar donde pueda eliminar el agua sin peligro de erosión, por lo que tal bajada es ayudada por medio de lavaderos, que son estructuras formadas de mampostería, concreto o lámina galvanizada.

La cuneta debe ir revestida por algún material impermeable y resistente a la acción del agua, para evitar filtraciones hacia los materiales que formen el pavimento o el terreno de cimentación. Generalmente se construyen de concreto hidráulico como esta especificado en los capítulos anteriores.

Los lavaderos son estructuras que se conectan directamente a los bordillos, cunetas o contracunetas, según sea el caso.

Dentro de sus características principales esta la pendiente tan pronunciada, la cual sirve para desalojar el agua, por su alto grado de erosión estas tienen que ser revestidas de concreto en su mayoría, también las hay de mampostería o de sección de medio tubo de lamina galvanizada corrugada con juntas atornilladas. En algunos casos es necesario que los lavaderos estén anclados con dentellones o pilas para garantizar su anclaje a los taludes y evitar su deslizamiento.

En la construcción de terraplenes las principales estructuras de drenaje superficial y auxiliares son las alcantarillas, los lavaderos antes descritos y los bordillos, cabe mencionar que en este tramo no se utilizarán alcantarillas, pero será auxiliado por estructuras complementarias de un solo tipo, como lo son los pasos inferiores vehiculares.

La alcantarillas son estructuras de formas diversas que tiene la función de conducir y desalojar lo más rápido posible el agua de las partes bajas de la superficie del camino. Estas están construídas de acuerdo a su sección y material, por lo que se clasifican en tubos, bóvedas, losa sobre estribos y cajones, estas secciones siempre están alojadas en el cuerpo de la terracería.

Los bordillos son pequeñas estructuras de concreto hidráulico o asfáltico, los cuales se construyen sobre los acotamientos en los bordes de la corona del camino o en la parte interior de las secciones de terraplén en curva. Su función es impedir que el agua se desborde hacia los taludes del terraplén provocando la erosión y saturación de estos, además conduce el agua hacia un lugar donde se pueda expulsar por medio de un lavadero. Sus características geométricas son de sección trapezoidal con una base inferior de 15 cm, base superior de 8 cm y altura de 12 cm.

### **3.2 DRENAJE SUBTERRANEO**

Este drenaje es el encargado de abatir el nivel friático y de canalizar los flujos de agua subterránea, hasta donde no perjudique al camino.

Cuando el agua fluye a través de los taludes de corte o de los terraplenes, se debe a que se encuentra a presión mayor que la atmosférica, por lo tanto para captarla bastará con introducir presión atmosférica, lo cual se hace por medio de excavaciones o perforaciones conectadas a la atmósfera. Esta zona de menor presión formará un gradiente hidráulico hacia ella, lo que resulta un flujo de agua que podrá ser controlado.

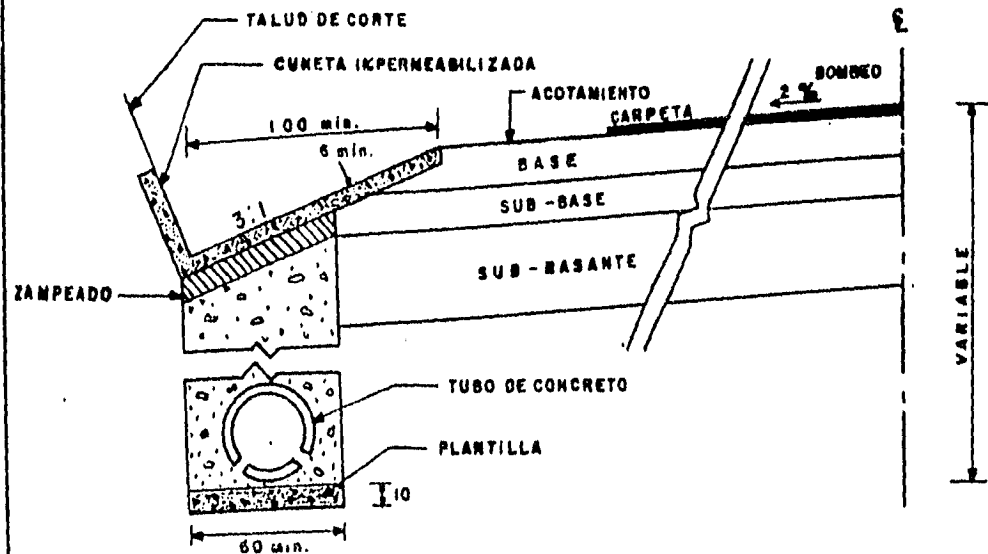
Las obras de subdrenaje más comunes son los drenes longitudinales de zanja y los drenes transversales, a estos elementos se les llama subdrenes.

## DRENES LONGITUDINALES

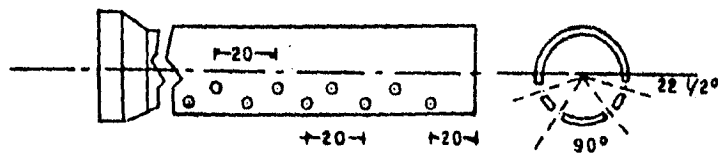
La finalidad de este tipo de subdrén es la de bajar el nivel freático del terraplén y en menor escala disminuir la zona saturada del corte en su caso.

Para construir el subdrén, se elige el sitio en donde se requiere, se excava una zanja con un ancho mínimo de 60 cm y a la profundidad requerida. En el fondo se coloca una plantilla del mismo material del filtro, apisonándola para tener una superficie resistente y uniforme, con la pendiente de proyecto, posteriormente se colocan los tubos de concreto, con diámetro interior mínimo de 15 cm, para este caso las dimensiones en promedio se mencionaron en la descripción del proyecto, dichos tubos tienen cuatro hileras de perforaciones, dos en cada lado en forma simétrica con respecto al eje vertical, con las perforaciones hacia abajo y con una pendiente mínima de 0.5 %. en seguida se cubre la tubería hasta el nivel fijado con los materiales de filtro; estos son arena-grava limpia, las cuales deben estar húmedas para evitar la segregación, se colocan a volteo por capas de 20 cm de espesor aproximado y se les da un apisonamiento suave con la finalidad que se acomoden. El material filtrante debe tener tamaños máximos de 2" y con un máximo de finos de 5 % pasando la malla 200, además debe cumplir  $LL \leq 25 \%$  (Límite líquido),  $IP \leq 6 \%$  (Índice plástico). Por último el material de filtro se cubre, para evitar que se contamine, con un zampeado o capa impermeable de material estabilizado con cemento, con espesor de 10 a 15 cm.

Con el propósito de hacer inspección y limpieza en los subdrenes, se construyen registros (pozos de visita) en la ubicación y características según sea el caso. Véase figuras IV.5 y IV.6 respectivamente.



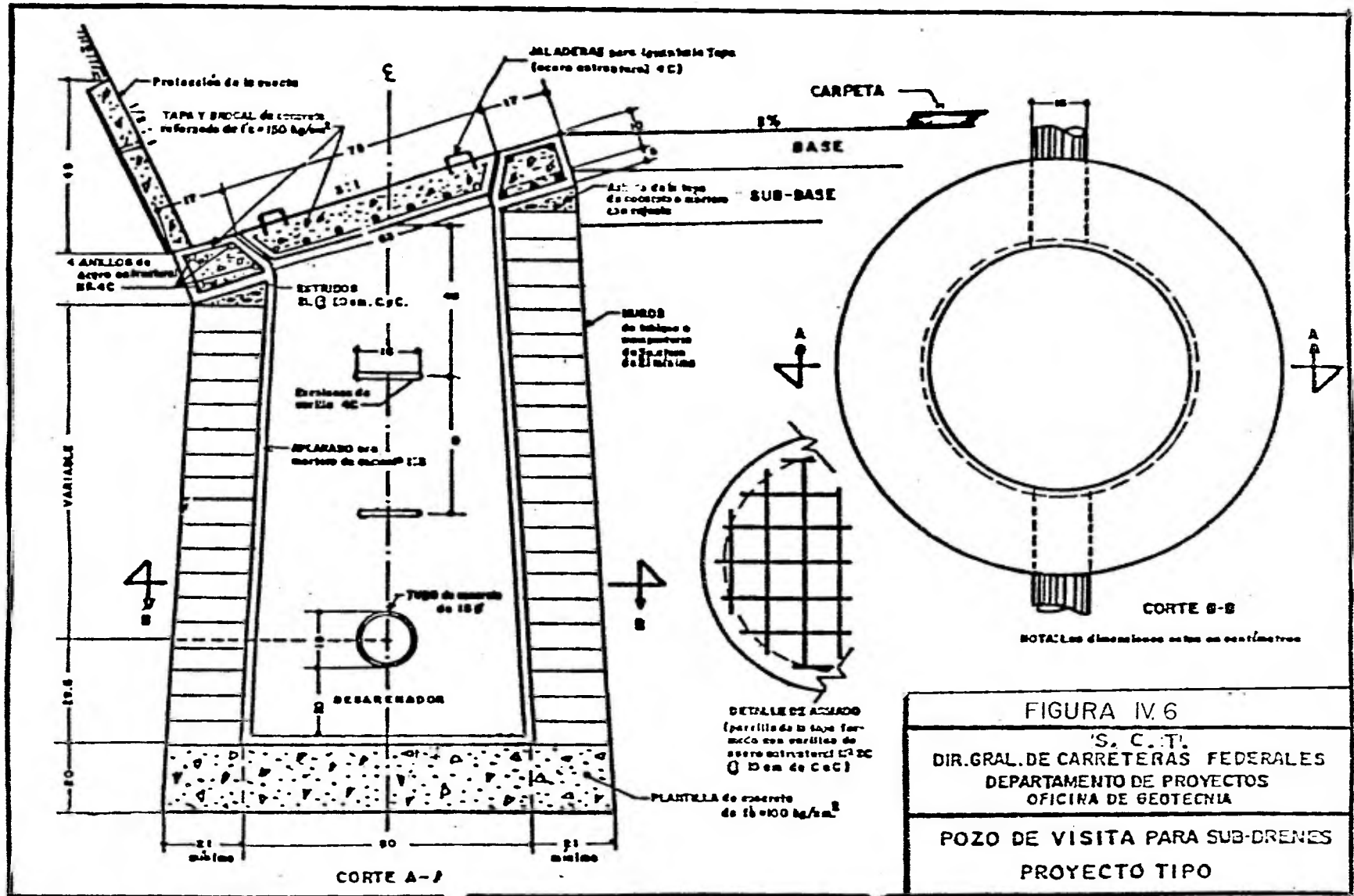
SECCION TRANSVERSAL



PERFORACIONES DEL TUBO DE CONCRETO

FIG. IV.5 SUBDRENÈS EN ZANJA

Nota: Acotaciones en cm.



## IV.4 PAVIMENTACION

### 4.1 GENERALIDADES

El pavimento es un conjunto de capas construidas con materiales seleccionados, que reciben y resisten las cargas del tránsito y las transmiten distribuidamente a las capas inferiores.

Existen dos tipos de pavimentos el flexible y el rígido; el pavimento flexible se compone de una carpeta asfáltica, una de material de base y una de sub-base, dentro de esta clasificación se incluye también los pavimentos estabilizados, que se clasifican en otros lugares como del tipo semi-rígido; el pavimento rígido es una estructura simple, reforzado, continuo o presforzado, que puede apoyarse en la sub-base o directamente sobre las terracerías.

Para el tramo de Libramiento Noreste de Toluca, se construirá un pavimento del tipo flexible. Las capas que lo constituyen, mencionadas de las superiores a las inferiores son: carpeta de concreto asfáltico y base hidráulica (base y sub-base).

La sub-base sirve de transición en lo referente a soporte de los esfuerzos, los esfuerzos que le llegan son de menor intensidad debido a su alejamiento de la superficie de rodamiento, como a la calidad en general de la estructura, ya que cuando se pasa de un material fino a uno grueso, se provocan incrustaciones que dañan al material de calidad, produciendo deformaciones.

Esta capa se utiliza como drenadora impidiendo el ascenso del agua capilar hacia la base y por otra parte permitiendo el paso del agua que se puede infiltrar desde arriba.



La base tiene una función económica y estructural, permite reducir los espesores de carpeta. Debe ser una capa que soporte las cargas del tránsito y a su vez, transmita los esfuerzos resultantes convenientes a los niveles inferiores.

La carpeta asfáltica constituye la superficie de rodamiento, uniforme y estable para soportar los efectos abrasivos y rasantes del tránsito directo, dicha carpeta debe ser además antiderrapante e impermeable.

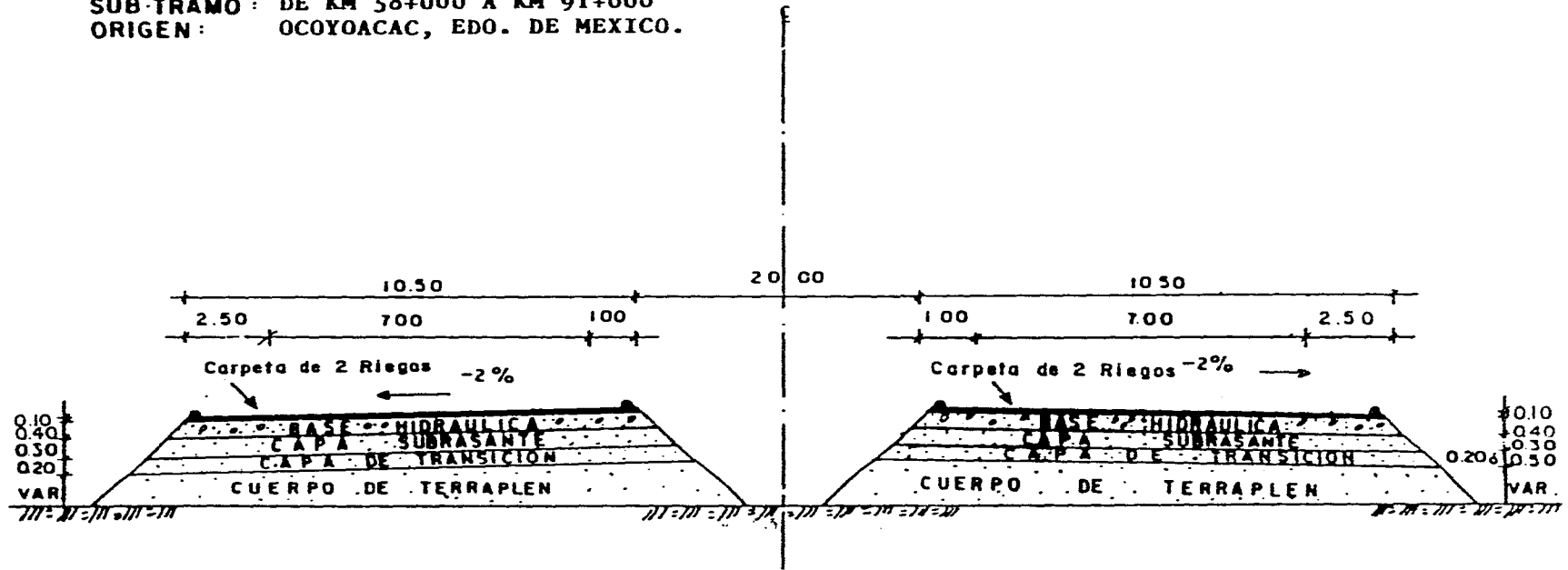
En la figura IV.7 se muestra la sección transversal definitiva de proyecto con las dimensiones de cada una de sus capas, así como de sus elementos geométricos.

#### **4.2 SUB-BASE**

La sub-base se construirá usando materiales procedentes del banco propuesto a través de acarreo en camiones de volteo; es importante respetar la separación entre los sitios de depósito del material, ya que de eso dependerá de los espesores de la sub-base, esta distancia se calcula con base a los volúmenes compactados de proyecto, para este caso, el espesor será de 15 cm y se colocará en una sola capa con la ayuda de la motoconformadora se va distribuyendo el material hasta tenerlo acamellonado, en seguida se procede a homogeneizarlo, para lo cual la motoconformadora lo va revolviendo, hasta formar otro camellón en el lado opuesto, esta operación se repite incorporándole alternativamente la humedad necesaria hasta que presente un aspecto homogéneo.

Después se procede a compactar hasta alcanzar como mínimo el 100 % de su P.V.S.M. de la norma AAHSTO modificada T 180-74, variante "D" y energía de 16.4 kg-cm/cm<sup>3</sup>.

**CARRETERA:** LIBRAMIENTO DE TOLUCA  
**TRAMO:**  
**SUB-TRAMO:** DE KM 58+000 A KM 91+000  
**ORIGEN:** OCOYOACAC, EDO. DE MEXICO.



**SECCION ESTRUCTURAL TIPO**

**FIGURA IV.7**

La curva granulométrica de este material deberá quedar comprendida en las zonas 1,2 ó 3 de las curvas mostradas en la figura IV.8 además deberá tener una forma similar a la que definen los trazos de estas zonas y sin cambios bruscos de curvatura; al porcentaje de material que pase la malla No 200 no deberá ser mayor de 15 % . La relación entre el porcentaje en peso que pase la malla No. 40, no deberá ser mayor de sesenta y cinco centésimas (0.65).

### 4.3 BASE

Esta capa se colocará sobre la sub-base, la cual será construida con los materiales de los bancos propuestos, para el tendido y acamellonamiento del material se procede de la misma forma que para la sub-base, una vez que se tiene el material tendido y homogeneizado en cuanto a granulometría y humedad se procede a efectuar su compactación.

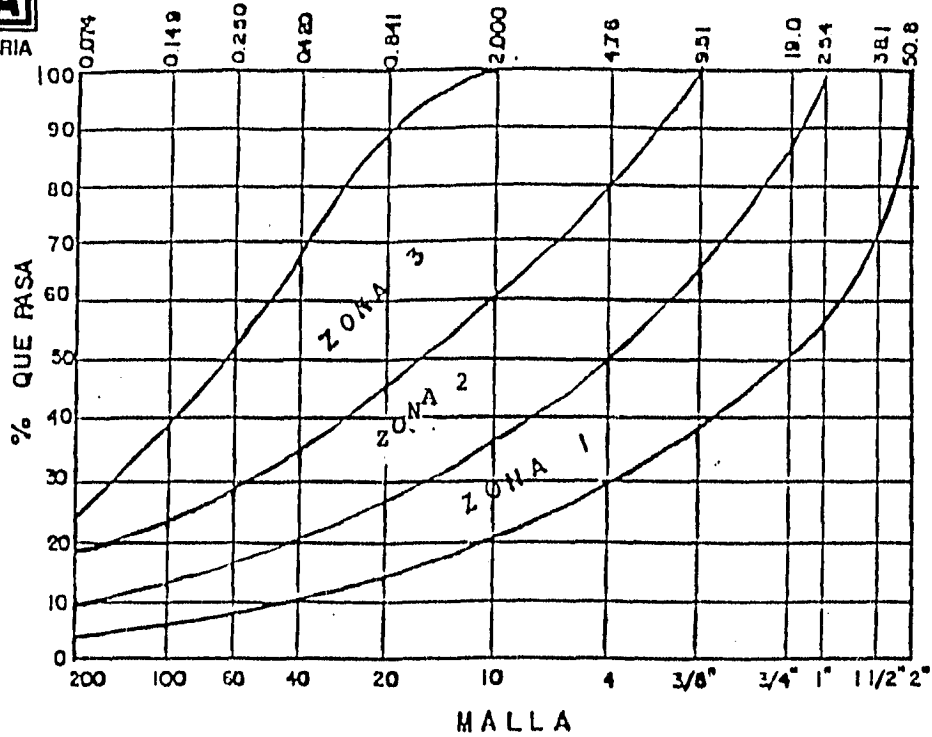
El espesor deberá ser compactado, debiendo cumplir satisfactoriamente especificaciones de calidad que se resumen a continuación:

- ◆ La curva granulométrica del material debe quedar comprendida dentro de las zonas 1 y 2, figura IV.9 y adoptar una forma similar a las curvas que delimitan dichas zonas .
- ◆ La relación entre porcentaje en peso que pase la malla No. 200 al que pase la malla No. 40, no debe ser mayor de 0.65 centésimas .

El material que se utilice en la construcción de esta capa debe cumplir con los requisitos establecidos en la figura IV.9, en lo relativo al límite líquido, valor relativo de soporte y equivalente de arena. Si el material presenta un equivalente superior del 50 % se excusará la ejecución de las otras pruebas de límites y VRS.



GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA  
DE MATERIALES PARA SUB-BASE



CARACTERISTICAS GRANULOMETRICAS  
PARA EL MATERIAL DE SUB-BASE

LIMITE LIQUIDO (%)	30 MAXIMO
VALOR RELATIVO DE SOPORTE (%)	80 MINIMO
EQUIVALENTE DE ARENA (%)	35 MINIMO

SECRETARIA DE COMUNICACIONES  
Y TRANSPORTES

LIBRAMIENTO TOLUCA - ATLACOMULCO  
EDO. DE MEX.

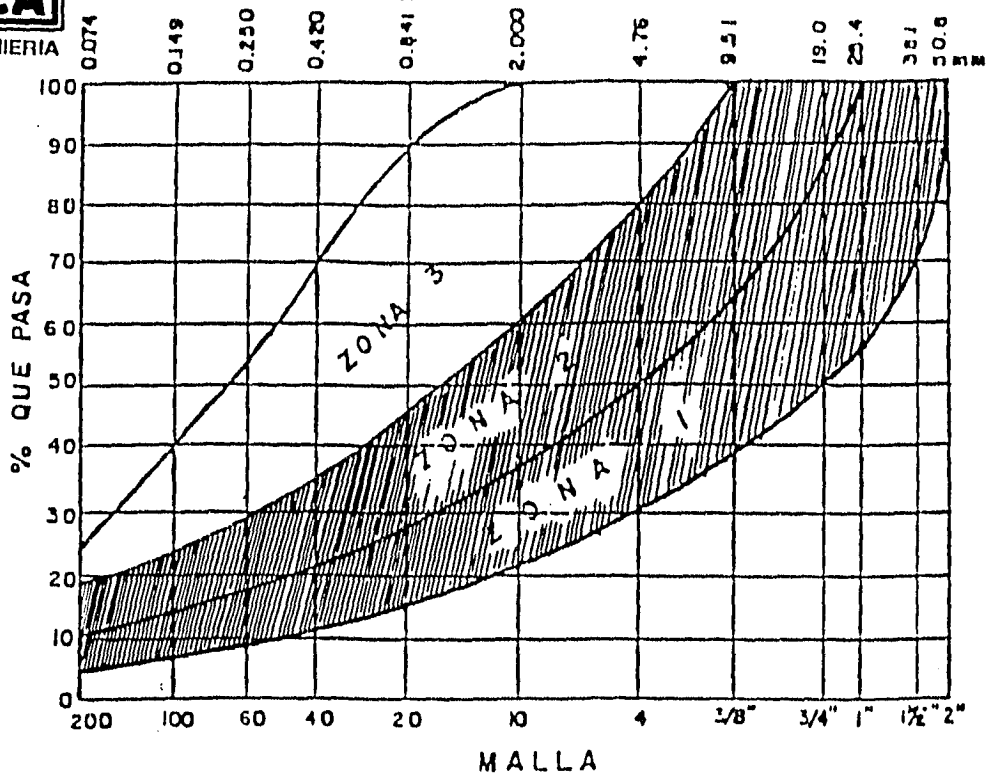
MATERIAL DE SUB-BASE

ICA INGENIERIA, S. A. de C. V.

— 199 | FIGURA IV No. 8



GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA  
DE MATERIALES PARA BASE



CARACTERISTICAS GRANULOMETRICAS  
PARA EL MATERIAL DE BASE

LIMITE LIQUIDO (%)	30 MAXIMO
VALOR RELATIVO DE SOPORTE (%)	100 MINIMO
EQUIVALENTE DE ARENA (%)	40 MINIMO

SECRETARIA DE COMUNICACIONES  
Y TRANSPORTES

LIBRAMIENTO TOLUCA - ATLACOMULCO  
EDO. DE MEX.

MATERIAL DE BASE

ICA INGENIERIA, S. A. de C. V.

— 199 FIGURA IV No 9

El material será tendido y compactado hasta alcanzar el 100 % de acuerdo al forma AASHTO modificada T 180-74, variante "D" y energía de 16.4 kg-cm/cm<sup>3</sup>

La tolerancia en los niveles para la base será de  $\pm 1.0$  cm; las pendientes de proyecto transversales y longitudinales deberán darse desde la subra-sante, con el propósito que los espesores de las capas subsecuentes del pavimento sean homogéneos.

Para lograr la compactación deseada se procede de la siguiente manera; una vez tendido el material y cuidando el control de la humedad óptima, esto se logra incorporando continuamente agua para compensar la pérdida de humedad por evaporación, se usa el equipo de compactación, que en tangentes iniciará su operación de las orillas hacia el centro y en las curvas, de la parte interior de la misma hacia la parte exterior, el equipo óptimo para realizar este trabajo sería la combinación de los rodillos giratorios, los cuales permiten compactar el espesor en una sola capa. los rodillos neumáticos, auxiliados con rodillos lisos tipo Tándem, que dejan buen acabado en la base.

#### **4.4 RIEGO DE IMPREGNACION**

Sobre la base superficial seca y barrida será aplicado un riego de impregnación con objeto de impermeabilizar y estabilizar ducha base, para favorecer la adherencia entre ella y la carpeta asfáltica. El asfalto se prepara llevándolo al lugar por medio de nodrizas, las cuales al llegar pasan asfalto a la petrolizadora la cual le da una temperatura de 60° C para poder esparirlo sobre la base por medio de espreas.

El producto utilizado es del tipo FM-1, el cual se aplica a razón de 1.2 lts/m<sup>2</sup> aproximadamente. Iniciándolo del hombro hacia el centro del camino, observando que el material asfáltico quede firmemente adherido. Este riego debe ser realizado en las horas más calurosas del día, la penetración del riego no deberá ser menor de 4 mm y la absorción total deberá presentarse en no más de 24 hrs.

Aunque en la superficie de la base no se presenten depresiones, el material asfáltico puede formar charcos; cuando esto se presente, el exceso de material asfáltico acumulado deberá ser retirado inmediatamente por medio de cepillos. La base impregnada deberá estar cerrada al tránsito por lapso mínimo de 48 hrs.

#### **4.5 RIEGO DE LIGA**

Previo al tendido de la carpeta y 48 hrs después del riego de impregnación se deberá aplicar el riego de liga con producto asfáltico tipo FR-3 a razón 0.5 a 0.7 lts/m<sup>2</sup> aproximadamente. Antes de aplicar el riego de liga sobre la base impregnada, esta deberá ser barrida para dejarla libre de materias extrañas y polvo.

Antes del tendido de la carpeta se deberá dejar transcurrir un tiempo no menor de 30 minutos para que el material asfáltico del riego de liga adquiera la viscosidad adecuada.

#### **4.6 SUPERFICIE DE RODAMIENTO ( CARPETA ASFALTICA )**

Una vez que el riego de liga adquiera la viscosidad adecuada, se procederá a colocar el material que constituirá la superficie de rodamiento, con base en los análisis realizados, la cual se construye mediante el tendido y compactación de

mezclas elaboradas en caliente, en una planta estacionaria utilizando cemento asfáltico del No. 6 y material triturado y cribado a tamaño máximo de 1" (25.4 mm).

La planta estacionaria cuenta principalmente de:

- ◆ Secador con inclinación ajustable, colocado antes de las cribas clasificadoras.
- ◆ Cribas para clasificar el material pétreo en tres tamaños.
- ◆ Tolvas para almacenar material pétreo, que lo protegen de la lluvia y el polvo.
- ◆ Dispositivos que permiten dosificar los materiales pétreos por peso.
- ◆ Equipos para calentar y dosificar el cemento asfáltico.
- ◆ Mezcladora equipada con un dispositivo para el control de tiempo de mezclado.

Se calienta el material pétreo y se seca antes de introducirlo a la mezcladora, comprendiendo una temperatura entre 120°C y 160° C en el momento de agregarle el cemento asfáltico, el cual debe tener temperaturas entre 120°C y 150° C, al salir de la planta de elaboración.

La transportación del concreto asfáltico se realiza por medio de camiones de volteo cubiertos con lona, tratando de evitar la contaminación y la pérdida de temperatura durante el trayecto, después se vacía sobre la máquina extendedora en donde debe tener una temperatura mínima de 110°C, el espesor fijado será de 10 cm, el cual regula la máquina de manera que el tendido sea uniforme en espesor y acabado. Es importante no realizar esta actividad cuando la base este húmeda, encharcada ó cuando este lloviendo.

Esta capa deberá compactarse al 100 % de su peso volumétrico seco máximo determinado por la prueba Marshall.

En general la compactación de la carpeta debe terminarse a una temperatura mínima de 70 °C. La compactación debe ser uniforme y cuidadosamente por una



aplanadora tipo Tándem de 7 a 11 toneladas de peso para dar acomodo inicial a la mezcla; este planchado debe efectuarse longitudinalmente a media rueda, realizando el recorrido de las orillas de las carpetas al centro, en las tangentes; y en las curvas, del lado interior hacia el lado exterior. A continuación se compactara la carpeta utilizando compactadores de llantas neumáticas de entre 4.5 y 6.5 toneladas, para alcanzar un mínimo del 95 % de su P.V.S.M, inmediatamente se emplea un compactador de rodillos lisos para borra las huellas que dejen los compactadores de llantas neumáticas.

Sobre la carpeta se aplicara un riego de sello constituido por lechada cemento Portland tipo I, la dosificación del riego de sello será de 0.75 kg. de cemento por metro cuadrado.

#### **4.7 REQUISITOS Y PRUEBAS DE CALIDAD**

##### **4.7.1 REQUISITOS DE CALIDAD QUE DEBEN CUMPLIR MATERIALES PETREOS PARA EL CONCRETO ASFALTICO**

Los materiales pétreos que se utilicen para la elaboración del concreto asfáltico, deberán cumplir como mínimo con las siguientes especificaciones de calidad.

- ◆ La composición granulométrica del material deberá quedar comprendida entre las curvas mostradas en la figura No. IV.10 el tamaño máximo de las partículas será de 1”.
- ◆ La contracción lineal será menor del 2 %.
- ◆ El desgaste en prueba “ Los Angeles ” será menor de 40 %.
- ◆ Las partículas que tengan forma alargada o de laja no excederá del 35 % del total.
- ◆ El equivalente de arena será mayor de 55 %.

◆ En lo que respecta a la afinidad del material pétreo con el asfalto usado, se deberá cumplir satisfactoriamente cuando menos en dos de las condiciones siguientes:

1. El desprendimiento por fricción no excederá del 25 %.
2. El recubrimiento con asfalto determinado por el método ingles, no será menor de 90 %.
3. La pérdida de estabilidad por inmersión en agua, no será mayor de 25 %.

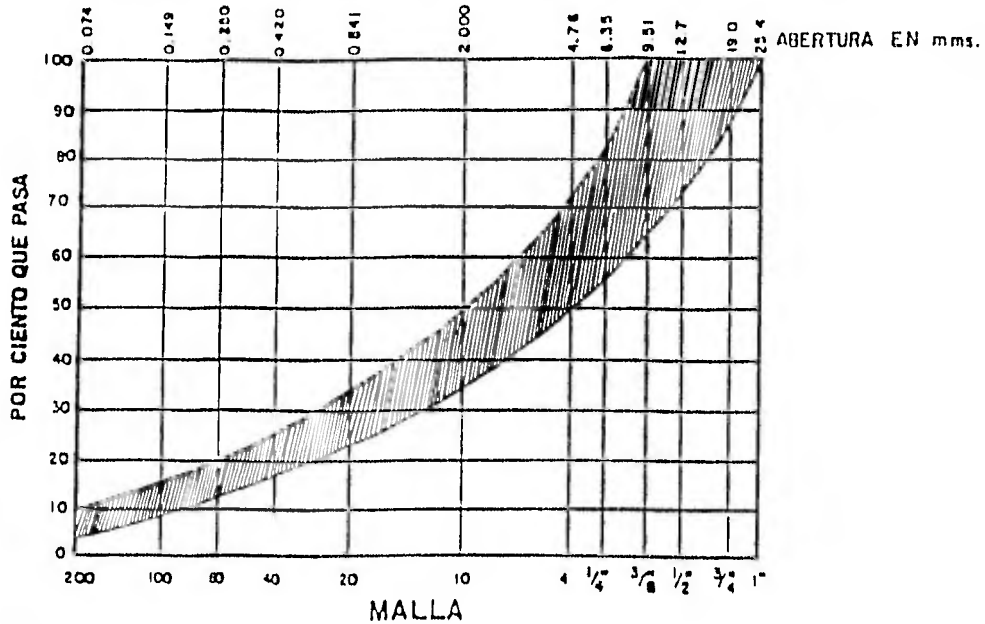
El concreto asfáltico que se utilice en la construcción de la carpeta, deberá cumplir con los siguientes requisitos, determinados por el método Marshall, en especímenes compactados con 75 golpes por capa:

Estabilidad	450 kg mínimo
Flujo	2 a 4.5 mm
Por ciento de vacíos en la mezcla, respecto al volumen del espécimen	3 a 5
Por ciento de vacíos en el agregado mineral (VAM) respecto al volumen de espécimen de la mezcla.	12 mínimo



INGENIERIA

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA



La granulometría del material cumple con los requisitos de proyecto, si está dentro de las siguientes tolerancias:

TAMAÑO DEL MATERIAL PETREO		TOLERANCIA, POR CIENTO EN PESO DEL MATERIAL PETREO
MALLA QUE PASA	RETENIDO EN MALLA	
Correspondiente al tamaño máximo.	4.76 m.m. ( Núm. 4 )	± 5
4.76 m.m. ( Núm. 4 )	2.00 m.m. ( Núm. 10 )	± 4
2.00 m.m. ( Núm. 10 )	0.420 m.m. ( Núm. 40 )	± 3
0.420 m.m. ( Núm. 40 )	0.074 m.m. ( Núm. 200 )	± 1
0.074 m.m. ( Núm. 200 )	.....	± 1

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

LIBRAMIENTO TOLUCA - ATLACOMULCO EDO. DE MEX.

CARACTERISTICAS DEL MATERIAL PARA CARPETA

ICA INGENIERIA, S. A. de C. V.

## 4.7.2 PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD Y TOLERANCIA EN LA CONSTRUCCION

Durante el proceso de construcción de los pavimentos se deberán efectuar las pruebas de control de calidad que en número mínimo se señalan en la figura No.IV.11; a través de estas pruebas se constatará que se cumplen las especificaciones de calidad descritas anteriormente. También se deben llevar a cabo las mediciones de los espesores de las capas y nivelaciones para verificar que la geometría obtenida en el pavimento esta dentro de las tolerancias que se establecen en estas especificaciones. De no cumplir con los requerimientos de calidad y/o de tolerancia geométrica, la capa o capas defectuosas deberán ser repuestas por el contratista.

### 4.7.2.1 MEDICIONES EN LA SUB-BASE Y BASE COMPACTADAS

Para poder dar por terminada la construcción de la sub-base y base se debe supervisar, el perfil, compactación, espesor y acabado; además deberán satisfacerse las siguientes tolerancias:

- ◆ Profundidad máxima de las depresiones observadas colocando una regla de 3 m de longitud, paralela y normalmente al eje igual a 1.5 cm.
- ◆ En los puntos de verificación de espesores por sondeo y nivelación, situados como se indica en la figura No. IV.11.

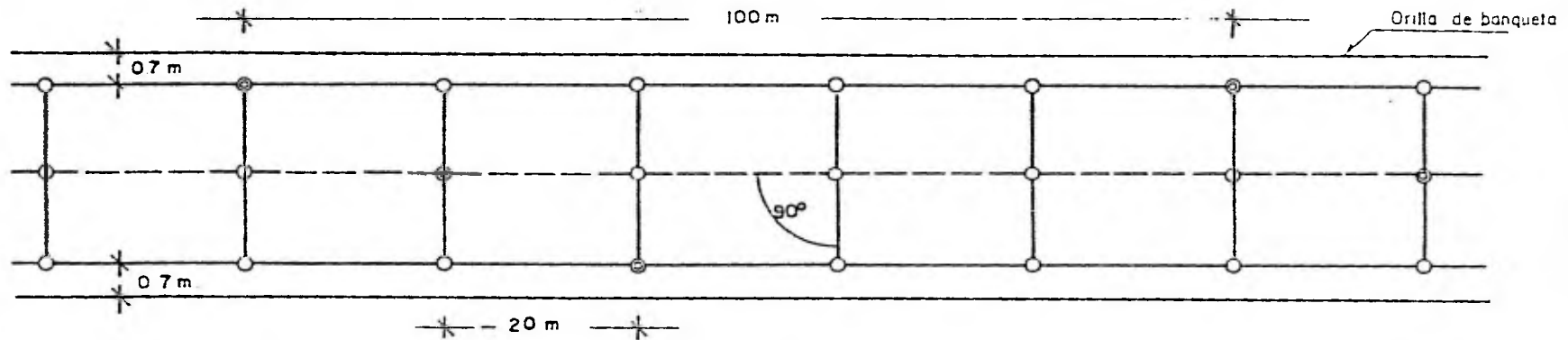
En las nivelaciones para verificar los espesores, se nivelará la corona de la subrasante terminada en cada una de la secciones transversales indicadas en la figura No. IV.11; utilizando un nivel fijo se comprobará la nivelación. Una vez terminada la sub-base y base se volverá a nivelar los mismos puntos en las secciones antes mencionadas. A partir de las cuotas de ambos seccionamientos, se obtendrá los espesores de la sub-base y base compactada.



INGENIERIA

## PUNTOS DE VERIFICACION

DISTRIBUCION DE LOS PUNTOS PARA VERIFICAR EL ESPESOR Y COMPACTACION DE LA SUB-BASE  
BASE Y CARPETA



- ⊙ PUNTOS DE SONDEO Y NIVELACION
- PUNTOS DE NIVELACION

SECRETARIA DE COMUNICACIONES  
Y TRANSPORTES

LIBRAMIENTO TOLUCA - ATLACOMULCO  
EDO. DE MEX.

VERIFICACION ESPESORES

ICA INGENIERIA, S. A. de C. V.

— 199

FIGURA IV No II

- ◆ La distribución de los sitios donde se lleven a cabo los sondeos para las verificaciones simultáneas de compactación y espesor de capas, debe ser indicada en la figura IV.11.

La compactación medida en los sondeos realizados no debe ser menor que la especificada en el proyecto de los pavimentos para cada capa.

#### **4.7.2.2 PRUEBAS EN CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO**

Para que pueda considerarse adecuado el tendido y compactación de la carpeta asfáltica se deberán cumplir los siguientes requisitos:

- ◆ El contenido asfáltico en el material prodrá variar en un porcentaje de 5 % del óptimo en peso, con respecto al dosificado en la planta de elaboración.
- ◆ El contenido de agua libre no será mayor de 1 % del peso del concreto asfáltico.
- ◆ La mezcla no contendrá disolventes.
- ◆ La mezcla usada para la carpeta deberá tener un valor de permeabilidad menor del 10 %; la distribución de los puntos donde deberán efectuarse las pruebas de permeabilidad se muestran en la figura No. IV.11. Las pruebas deberán de efectuarse después de que la carpeta se halla terminado de construir.
- ◆ Para dar por terminada la construcción de la carpeta asfáltica, se verificará el alineamiento, el perfil, la sección, la compactación, el acabado y el espesor, para constatar que son acorde con el proyecto y deberán cumplirse las siguientes tolerancias:

1. Profundidad de las depresiones observadas colocando una regla de 3 m de longitud paralela y normalmente al eje de vialidad ( 0.5 cm ). Los sondeos para la verificación de espesor y en los puntos donde se realicen las determinar, que deberán situarse con la distribución que se indica en la figura No. IV.11
2. En las nivelaciones para obtener espesores de la carpeta, se nivelará la superficie terminada de dicha carpeta en las secciones transversales indicadas en la figura No. IV.11, coincidiendo con los puntos en que se nivelo la base terminada ; el espesor de la carpeta se obtendrá de la diferencia de las cotas obtenidas en las dos nivelaciones mencionadas, las cuales deberán ser cerradas y verificadas.
3. Al efectuarse los sondeos para la verificación simultánea y de compactación y espesor de la carpeta, no deberá dañarse la parte contigua a los sondeos; el hueco formado deberá llenarse una vez efectuadas las mediciones, empleando el concreto asfáltico con que se construye la carpeta, enrasando hasta la superficie original.

**CAPITULO V**

**ANALISIS ESTADISTICO  
DE COSTOS**



## CAPITULO V

### ANALISIS ESTADISTICO DE COSTOS

#### V.1 GENERALIDADES

En la actualidad es importante estar preparado para realizar cualquier proyecto desde el punto de vista técnico, así como saber manipular el factor económico inherente a dicho proyecto, logrando que sea lo más bajo posible el costo de la obra, sin afectar la calidad de la misma.

El factor económico cobra especial importancia en la industria de la construcción, como en cualquier otra rama de la ingeniería, dentro del factor mencionado esta la determinación de los costos de obra, que en muchas ocasiones el manejo de los mismos ocasiona problemas tales como pérdidas, demoras o en el peor de los casos la suspensión de la ejecución de la obra.

La determinación de los costos en la construcción requiere, un conocimiento de todos los ingenieros que intervienen, así como su habilidad y experiencia, que ayuden a obtener resultados confiables, prácticos y cercanos a la realidad. Para determinar el costo de una obra existen dos métodos; estimación y presupuesto.

**Estimación:** Se trata del costo total de la obra ya terminada.

**Presupuesto:** Se trata del costo total de la obra previa a su ejecución

Actualmente y en este proyecto se utilizó el sistema a base de precios unitarios, el cual para poderlo definir es necesario tener las actividades involucradas en el proceso constructivo claramente identificadas, conocidas como concepto de trabajo con una unidad de medición denominada como unidad de obra.

Por lo tanto se define como Precio Unitario: La remuneración total que el contratante cubre al constructor por unidad de obra y por concepto de trabajo que se ejecute de acuerdo a las especificaciones previamente establecidas entre ambos.

En la construcción existen elementos básicos del costo como son: la mano de obra, los materiales, la maquinaria, la herramienta y fletes. Por convención se han clasificado los costos en directos e indirectos.

Costo directo: Es la suma de todos aquellos cargos aplicables al concepto de trabajo, que se derivan de las erogaciones efectivas exclusivamente para realizar dicho concepto de trabajo.

Costo indirecto: Son aquellas erogaciones necesarias para la ejecución de una obra que no han sido consideradas dentro de los costos directos.

Cabe mencionar que hasta aquí se han considerado las erogaciones hechas por el constructor, pero falta tomar en cuenta la utilidad, que es la ganancia que da como resultado de su actividad.

Ahora sí, podemos decir que el precio unitario de un concepto de trabajo es la suma de los costos directos más los costos indirectos más la utilidad, en casos de empresas privadas.

En este capítulo se analizarán los conceptos utilizados en la presupuestación, así como en el análisis de los precios unitarios, además tocaremos el tema de la inflación por la situación actual de la obra en estudio.

## V.2 CONCEPTO DE TRABAJO

En la ingeniería cada obra tiene una denominación específica, las cuales a su vez pueden subdividirse en varios grupos.

Dentro las obras existen "Campos de construcción", que son trabajos divididos por una especialidad, por ejemplo: movimiento de tierras, excavaciones en rocas, colocación de concreto hidráulico, etc.

A veces no es suficiente dividir una obra en campos de construcción, ya que la necesidad de cuantificar los recursos humanos, materiales y equipo, además de llevar el control de avance de obra y poder conocer los costos, se debe detallar más la denominación de éstos campos. para definir con mayor exactitud el tipo de trabajo que se esta realizando.

Por lo que, definir adecuadamente los conceptos de trabajo, que son el conjunto de operaciones definidas y diferentes a las demás, que se deben realizar durante la ejecución de una obra, divididas convencionalmente de acuerdo al campo que pertenezca .

Para cada tipo de obra existe ya, una relación de los conceptos de trabajo más importantes o de mayor uso dichos conceptos se han establecido por la experiencia, generado por las empresas constructoras y las dependencias del rubro.

Para este caso los conceptos de trabajos dentro de las diferentes campos de la construcción son los propuestos por la SCT y aceptados por las empresas constructoras.

Para indicar de manera simplificada, se en listarán únicamente los campos de construcción, los conceptos de trabajo y los subconceptos de trabajo más importantes.

CAMPOS DE CONSTRUCCIÓN	CONCEPTO DE TRABAJO	SUBCONCEPTO DE TRABAJO	
Terracería	Desmontes		
	Cortes		
	Excavaciones		
	Préstamos		
	Terraplenes	Compactación	
	Canales		
	Acarreos para terracerías	Sobre acarreos de materiales	
	Obras de drenaje	Excavación para estructuras	
		Rellenos	
		Mamposterías	
		Zampeados	Zampeado a cualquier altura
		Concreto hidráulico	
		Acero para concreto hidráulico	
Alcantarillas tubulares de concreto			
Subdrenes		Excavación de los subdrenes en zanja	
Trabajos diversos		Tubos perforados	
		Recubrimiento de cunetas y contracunetas	
	Guarniciones de concreto hidráulico, coladas en el lugar		
	Lavaderos metálicos		
	Cercado con postes y alambre de púas		
	Estructuras de tierra armada		
Pavimentos	Plantación de especies vegetales		
	Sub-base y base	Sub-base compactado al 100%	
		Base compactada al 100%	
	Materiales asfálticos	Asfaltos rebajados	
		Aditivos	
	Riego de impregnación		
	Carpeta asfáltica por el sistema de riegos		
	Carpeta de concreto asfáltico		
	Riego de sello		
	Acarreo de materiales para pavimentos		
Puentes y pasos a desnivel	Infraestructuras	Pilotes colados en sitio	

CAMPOS DE CONSTRUCCIÓN	CONCEPTO DE TRABAJO	SUBCONCEPTO DE TRABAJO
	Subestructura	Excavación para estructuras Mamposterías Concreto hidráulico Acero para concreto hidráulico
	Superestructuras	Concreto hidráulico Puntas de dilatación Trabes precoladas, pretensadas y montadas Acero para concreto hidráulico Estructuras de concreto reforzado Estructuras de acero
	Accesos	Terraplenes Acero para concreto hidráulico Trabajos diversos
Señalamientos	Señalamientos Caseta de cobro	

Estos son los conceptos de trabajo más importantes, en los cuales se baso la presupuestación de esta obra, cabe mencionar que el total de conceptos de trabajo fueron 125 y para analizar los costos se tomarán principalmente los campos de construcción y los conceptos de trabajo.

### V.3 ANALISIS DE COSTOS

En la industria de la construcción comúnmente se realizan análisis y el control de costos, los cuales son factores básicos para el desarrollo óptimo de cualquier proceso constructivo.

Se entiende por análisis de costos; como el desglose de factores que lo afectan directa o indirectamente, demás de poder realizar una medición tanto cuantitativa como cualitativa de cada factor para contar con la bases necesarias para la toma de decisiones adecuadas relacionadas con ellos.

El control de costos: Es el proceso en el cual se comparan de una manera sistemática cada una de los elementos constitutivos de los costos generados durante

la construcción de una obra contra los parámetros previamente establecidos, lo cual debe realizarse de una manera periódica, evitando desviaciones importantes entre lo programado y lo real.

En la ejecución de estas actividades, es necesario manejar una gran cantidad de información, por lo que se dispone de una herramienta muy valiosa, la computadora, que contiene una gran capacidad y mejoras constantes en la capacidad manejo y operación, así como costos relativamente bajos.

Esta herramienta de gran ayuda se utiliza en el control de obra con la ayuda de programas. Actualmente en el mercado se encuentran paquetes de programación y hojas de cálculos para realizar diversas actividades dentro del control de obras. Estos paquetes deberán tener programas propios que complementen y resuelvan problemas específicos para una empresa y obra determinada.

Los puntos principales para el análisis y control de obra son:

- ◆ Análisis de Precios Unitarios
- ◆ Presupuesto General de Obra
- ◆ Programa General de Obra
- ◆ Controles de Costos

Para este capítulo se abarcará sobre el análisis de precios unitarios y presupuesto general de la obra, ya que la programación general de la obra es un tema demasiado extenso, así como el control de obra.

### 3.1 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Los precios unitarios se pueden manejar en forma de matrices, que se realizan utilizando un algoritmo relativamente sencillo de programar en computadora, dichas matrices tienen tres grupos de datos básicos que son:

- ◆ Descripción de cada uno de los insumos integrante (ya sea material, mano de obra o equipo).
- ◆ Precio unitario de cada insumo (por unidad del mismo).
- ◆ Rendimiento ( cantidad necesaria de cada insumo para producir una unidad del concepto en análisis ).

Los paquetes que se encuentran en el mercado trabajan siguiendo fundamentalmente los pasos siguientes:

a) Se formula un catálogo de materiales, mano de obra y equipo.

Consiste en en listar los insumos necesarios asignando a cada insumo una clave o código, en este caso los conceptos fueron numerados, estos se basan en las necesidades de cada empresa, de tal manera que el manejo de los conceptos de trabajo y los elementos constitutivos del costo, sean más fácil de interpretar.

Es esencial al plantear una metodología para la codificación; el estudiar los conceptos que hayan de intervenir en la obra, para lograr una adecuada condificación. La ventaja que presenta esta metodología es la de mantener las subdivision a todo lo largo de las operaciones sin alterar la clasificación preestablecida de los conceptos antes mencionados.

b) Formulación del catálogo de matrices

### 3.1 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Los precios unitarios se pueden manejar en forma de matrices, que se realizan utilizando un algoritmo relativamente sencillo de programar en computadora, dichas matrices tienen tres grupos de datos básicos que son:

- ◆ Descripción de cada uno de los insumos integrante (ya sea material, mano de obra o equipo).
- ◆ Precio unitario de cada insumo (por unidad del mismo).
- ◆ Rendimiento ( cantidad necesaria de cada insumo para producir una unidad del concepto en análisis ).

Los paquetes que se encuentran en el mercado trabajan siguiendo fundamentalmente los pasos siguientes:

a) Se formula un catálogo de materiales, mano de obra y equipo.

Consiste en en listar los insumos necesarios asignando a cada insumo una clave o código, en este caso los conceptos fueron numerados, estos se basan en las necesidades de cada empresa, de tal manera que el manejo de los conceptos de trabajo y los elementos constitutivos del costo, sean más fácil de interpretar.

Es esencial al plantear una metodología para la codificación; el estudiar los conceptos que hayan de intervenir en la obra, para lograr una adecuada condificación. La ventaja que presenta esta metodología es la de mantener las subdivisión a todo lo largo de las operaciones sin alterar la clasificación preestablecida de los conceptos antes mencionados.

b) Formulación del catálogo de matrices



Las matrices son los análisis de precios unitarios en las cuales se recomienda incluir el mayor número posible de análisis. El procedimiento básico para la creación de una matriz es:

- 1) Se le otorga al análisis en cuestión su número o código y se le dio una descripción del precio unitario analizado.
- 2) En el formato se indica el código de insumo involucrado y en la columna de cantidad se coloca el rendimiento correspondiente de precios unitarios.
- 3) Con los datos mencionados el programa nos da una descripción de cada insumo, su precio y el importe que representa en el análisis total.

Tal procedimiento se llevó a cabo para realizar el análisis correspondiente a esta obra.

### **3.2 PRESUPUESTO DE OBRA**

El presupuesto de una obra es la determinación del monto de las erogaciones necesarias para llevar a cabo la ejecución de la misma, incluyendo su utilidad. El presupuesto se obtiene de multiplicar el volumen de proyecto de cada concepto por su precio unitario y efectuando la suma de todos, cumpliendo con las siguientes condiciones:

- ◆ Que cada parte de la obra corresponda a un concepto o grupo de concepto de trabajo bien definidos.
- ◆ La descripción de los conceptos debe dar una idea clara y precisa del trabajo que se refiere.
- ◆ Los análisis de precios unitarios deben ser claros y sencillos.

Cabe mencionar que los presupuestos pueden variar durante el desarrollo de la obra, debido a; trabajos extraordinarios, modificación de volúmenes de proyecto y actualización de precios unitarios.

El primer paso es definir la estructuración que se desea, la cual puede ser por partidas, por paquete, por partidas y conceptos, etc., posteriormente se hace la suma de las cantidades totales de cada concepto.

La presupuestación de este proyecto se realizó estructurando las partes en que se dividió la obra y estas a su vez en grupos de conceptos, la suma total de las erogaciones de todos los conceptos fue la presupuestación, en este presupuesto no se hizo la presentación de los montos por partida, dicha presentación se hará en este proyecto.

A continuación se muestra el resumen de la presupuestación de la obra por campos de construcción o partidas.

DESCRIPCION	IMPORTE S/I.V.A. N\$	IMPORTE + I.V.A. N\$	% DEL TOTAL
Terracerías	136'829,008,622.68	150'511,909,484.95	38
Obras de drenaje	25'489,254,717.09	28'048,080,188.80	7
Pavimentación	6'902,118,674.05	75'926,530,541.46	19
Puentes y pasos a desnivel	117'227,811,512.09	128'950,592,663.30	33
Señalamientos	9'840,366,667.94	10'824,403,334.73	3
Total	358'419,560,193.85	394'261,516,213.24	100

En la gráfica Gráfica V.1 se muestra la representación del monto total por partida.

A continuación se mostrará la presupuestación por medio de conceptos de trabajo de cada partida, es decir por partidas y conceptos.

PARTIDA	CONCEPTO DE TRABAJO	IMPORTE + I.V.A SN	% DE LA PARTIDA
Terracería	Desmontes	768,574,491.70	1
	Cortes	1'727,378,079.04	1
	Excavaciones	6'045,933,383.62	4
	Préstamos	53'566,564,692.17	36
	Terraplenes	19'672,295,626.62	13
	Canales	508,716,663.84	0
	Acarreos para terracerías	68'221,782,548.06	45

En lo referente a esta partida se presenta su gráfica representativa correspondiente  
Gráfica V.2

En la siguiente partida se empleará de la misma forma, sus montos de cada concepto en % con respecto al total de la partida.

PARTIDA	CONCEPTO DE TRABAJO	IMPORTE + I.V.A SN	% DE LA PARTIDA
Obras de drenaje	Excavación para estructuras	911,087,060.40	3
	Rellenos	849,801,668.00	3
	Mamposterías	5'599,032,387.96	20
	Zampeados	536,062,681.44	2
	Concreto hidráulico	1'161,016,661.42	4
	Acero para concreto hidráulico	673,915,935.00	2
	Alcantarillas tubulares de concreto	5'330,888,117.28	19
	Subdrenes	848,028,062.18	3
	Trabajos diversos	5'731,612,162.65	20
	Estructuras de tierra armada	1'844,420,663.47	7
	Plantación de especies vegetales	4'462,214,889.00	16

Así mismo se realizarán gráficas para los montos parciales de los conceptos, para cada uno de los campos de construcción o partidas.

PARTIDA	CONCEPTO DE TRABAJO	IMPORTE + I.V.A SN	% DE LA PARTIDA
Pavimentos	Sub-base y base	33'627,737,087.01	44
	Materiales asfálticos	14'281,331,122.14	19
	Riego de impregnación	77,355,616.80	0
	Carpeta asfáltica por el sistema de riegos	3'441,567,417.75	5
	Carpeta de concreto asfáltico	11'921,204,278.17	16
	Riego de sello	1'347,063,418.69	2
	Acarreo de materiales para pavimentos	11'230,271,600.90	15

PARTIDA	CONCEPTO DE TRABAJO	IMPORTE + I.V.A SN	% DE LA PARTIDA
Puentes y pasos a desnivel	Infraestructuras	3'051,184,646.62	2
	Subestructura	42'419,905,295.30	33
	Superestructuras	54'853,639,116.95	43
	Accesos	28'625,863,804.44	22

PARTIDA	CONCEPTO DE TRABAJO	IMPORTE + I.V.A SN	% DE LA PARTIDA
Señalamientos	Señalamientos	823,044,566.15	8
	Caseta de cobro	10'001,358,768.59	92

En la actualidad es indispensable tener alternativas en la presentación de presupuestos, aunque se basen en los seguimientos elementales, el generar distintas formas estadísticas de los costos con respecto al presupuesto, sin alterarlo, provoca la necesidad de buscar nuevas formas de presupuestar, con la finalidad de ser más práctico.

Para este proyecto también se presentará un desglose de una de las partidas, para presupuestar de forma esquemática y basándose en los precios unitarios ya fijados, por concepto de kilometro construido de carretera.

A continuación se muestran los costos por kilometro del proyecto, por partida o campo de construcción y su porcentaje con respecto a dicho costo. Por consiguiente se dividirá el costo total de la carretera en el número de kilometros de los que esta conformado el tramo, en este caso será entre 30, en la siguiente tabla se aprecia de

manera esquemática los factores que intervendrían en la elaboración de este presupuesto.

DESCRIPCION	COSTO TOTAL N\$	% DEL COSTO TOTAL	COSTO TOTAL POR KM. N\$
Terracerías	150'511,909,484.95	38	5'017'063,649.50
Obras de Drenaje	28'048,080,188.80	7	934'936,006.30
Pavimentación	75'926,530,541.46	19	2'530'884,351.38
Puentes y pasos a desnivel	128'950,592,663.30	33	4'298'353,088.78
Señalamientos	10'824,403,334.73	3	360'813,444.49
Costo Total	394'261'516'213.24	100	13'142,050,540.00

Para este fin se utilizarán los campos de construcción o partidas antes mencionadas, para la elaboración de todos los análisis que se requieren en este tipo de presupuestación, por sus características de construcción en la carretera.

DESCRIPCION	COSTO TOTAL POR KM. N\$	% DEL COSTO TOTAL	COSTO DE CONCEPTO POR KM. N\$
Desmontes		0	25'619,149.72
Cortes		0	57'579,269.30
Excavación		2	201'531,112.78
Préstamos		14	1'785'552,155.41
Terraplenes		5	655'765,320.89
Canales		0	16'957,222.13
Acarreo para terracerías		17	2'274059416.27
Terracerías	5'017,063,649.00	38	
Costo Total	13'142,050,540.00	100	

DESCRIPCION	COSTO TOTAL POR KM. N\$	% DEL COSTO TOTAL	COSTO DE CONCEPTO POR KM. N\$
Excavación para estructuras		0	30'369,568.68
Rellenos		0	28'326,718.93
Mamposterías		1	186'534,412.90
Zampeados		0	17'868,756.05
Concreto hidráulico		0	38'700,555.38

DESCRIPCION	COSTO TOTAL POR KM. NS	% DEL COSTO TOTAL	COSTO DE CONCEPTO POR KM. NS
Acero para concreto hidráulico		0	22'463,864.50
Alcantarillas tubulares de concreto		1	177'696,270.60
Subdrenes		0	31'600,935.41
Trabajos diversos		1	191'053,738.80
Estructuras de tierra armada		0	61'480,688.78
Plantación de especies vegetales		1	148'740,496.30
Obras de Drenaje	934'936,006.30	7	
Costo Total	13'142,050,540.00	100	

DESCRIPCION	COSTO TOTAL POR KM. NS	% DEL COSTO TOTAL	COSTO DE CONCEPTO POR KM. NS
Sub-base y base		9	1'120'924,570.00
Materiales asfálticos		4	476'044,370.70
Riego de impregnación		0	2'578,520.56
Carpeta asfáltica por el sistema de riegos		1	114'718,913.90
Carpeta de concreto asfáltico		3	397'373,475.90
Riego de sello		0	44'902,113.96
Acarreo de materiales para pavimentos		3	374'342,386.70
Pavimentos	2'530'884,351.38	19	
Costo Total	13'142,050,540.00	100	

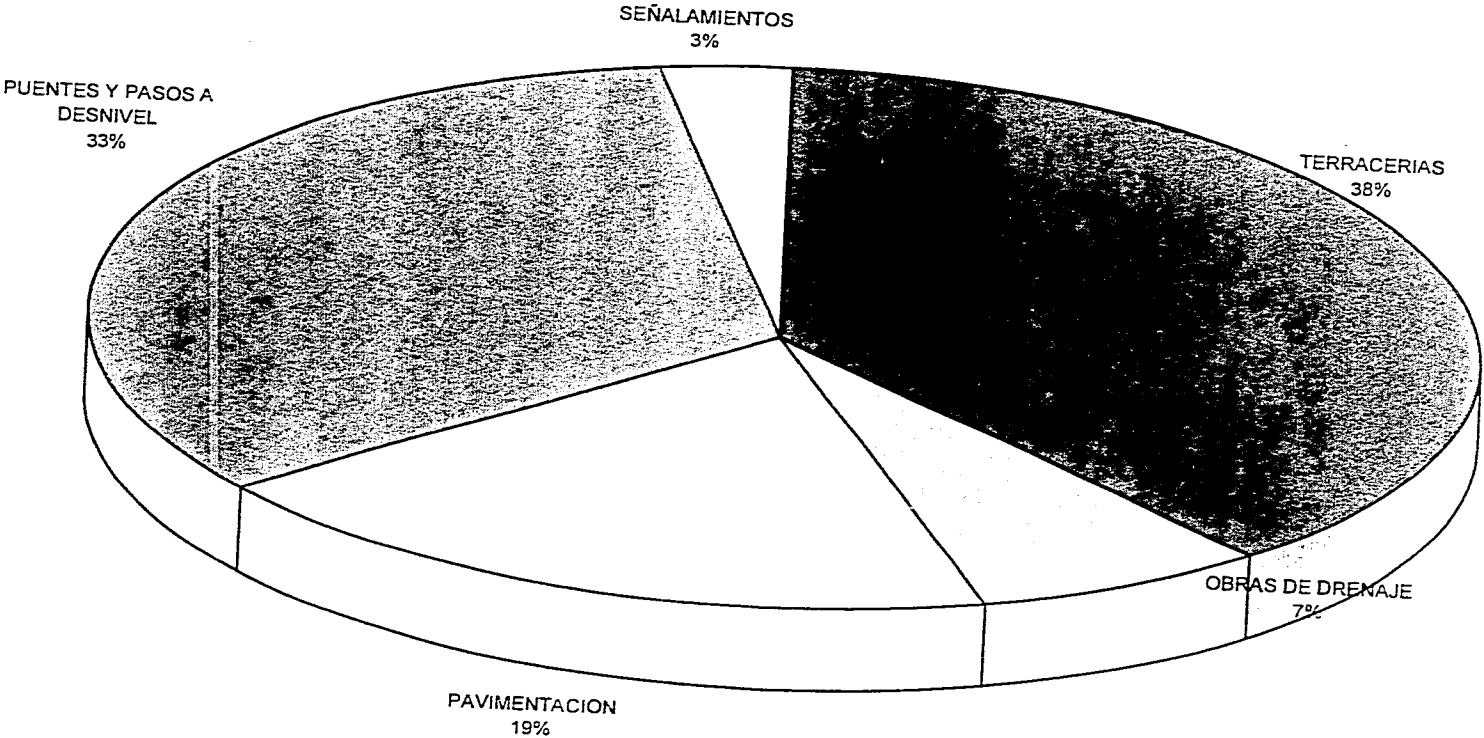
DESCRIPCION	COSTO TOTAL POR KM. NS	% DEL COSTO TOTAL	COSTO DE CONCEPTO POR KM. NS
Infraestructuras		1	101'706,154.89
Subestructura		11	1'413'996,843.18
Superestructuras		14	1'828'454,637.23
Accesos		7	954'195,453.48
Puentes y pasos a desnivel	4'298'353,088.78	33	
Costo Total	13'142,050,540.00	100	

DESCRIPCION	COSTO TOTAL POR KM. N\$	% DEL COSTO TOTAL	COSTO DE CONCEPTO POR KM. N\$
Señalamientos		0	27'434,818.78
Caseta de cobro		3	333'378,625.62
Señalamientos	360'813,444.49	3	
Proyecto	13'142,050,540.00	100	

Para terminar con este ejemplo, se observarán las gráficas correspondientes a los porcentajes del costo por concepto y por kilometro de carretera.

Se toma en cuenta que este método se tendría que realizar para todos los conceptos de la obra, considerando cada partida de conceptos o de grupos para realizar un análisis del tipo "Partidas y Conceptos" más completo.

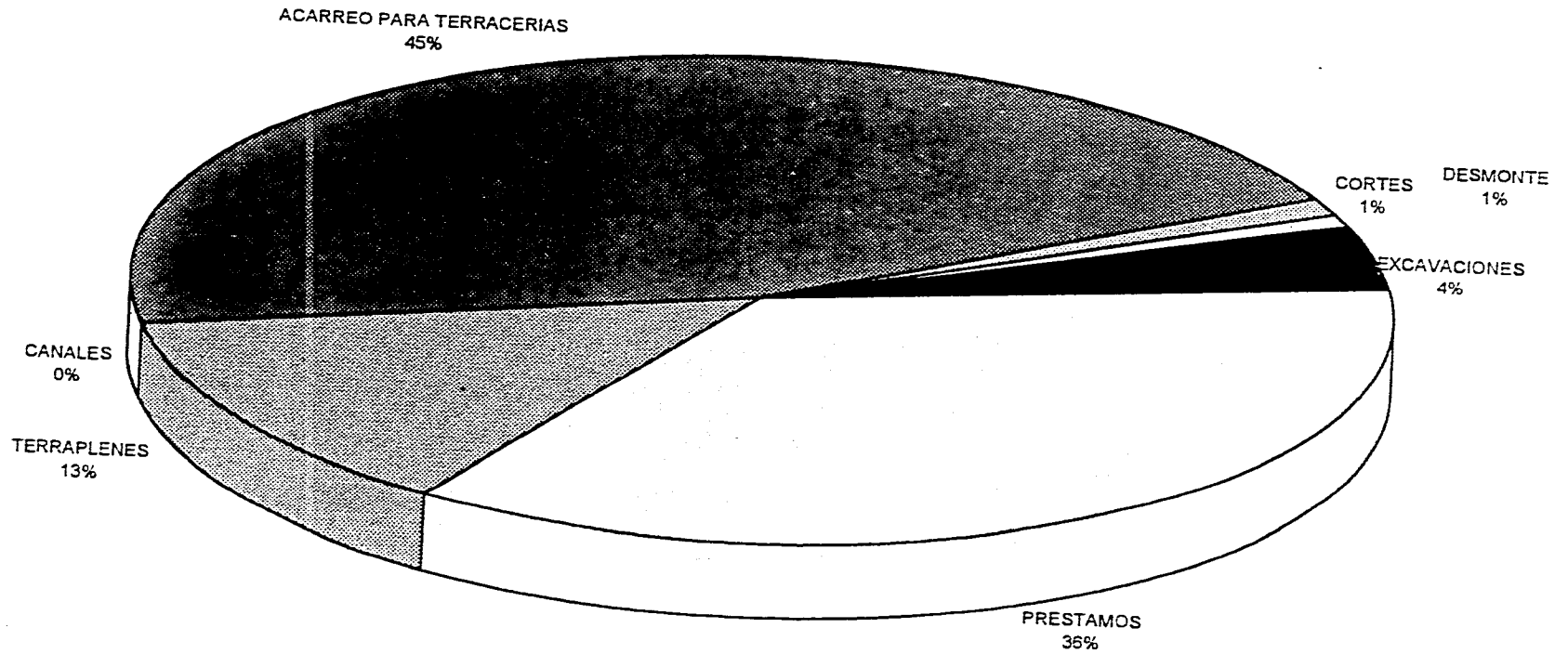
PORCENTAJES DEL MONTO POR PARTIDA



GRAFICA V.1

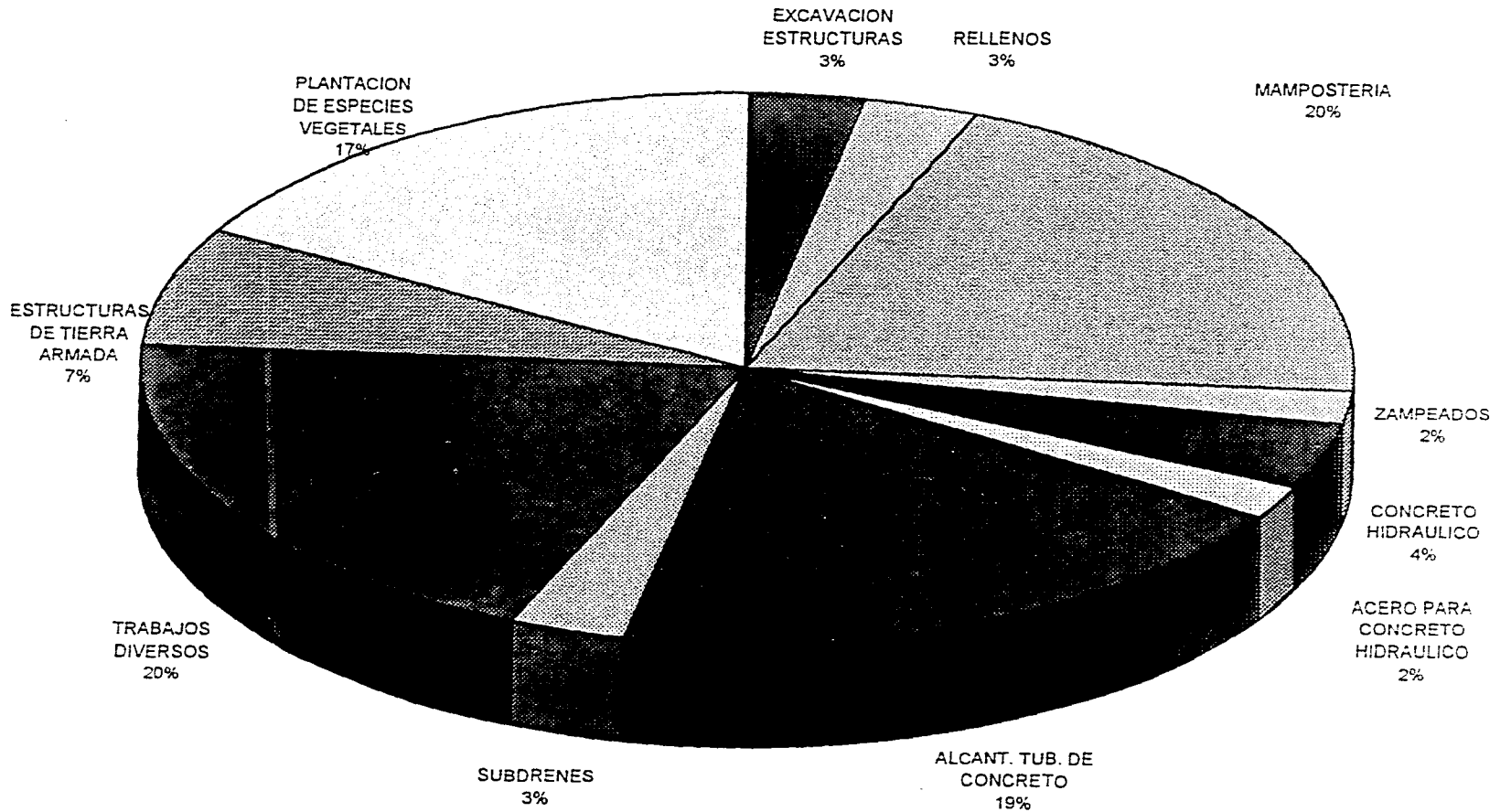


# PORCENTAJE DEL COSTO DE LOS CONCEPTOS DE TERRACERIAS



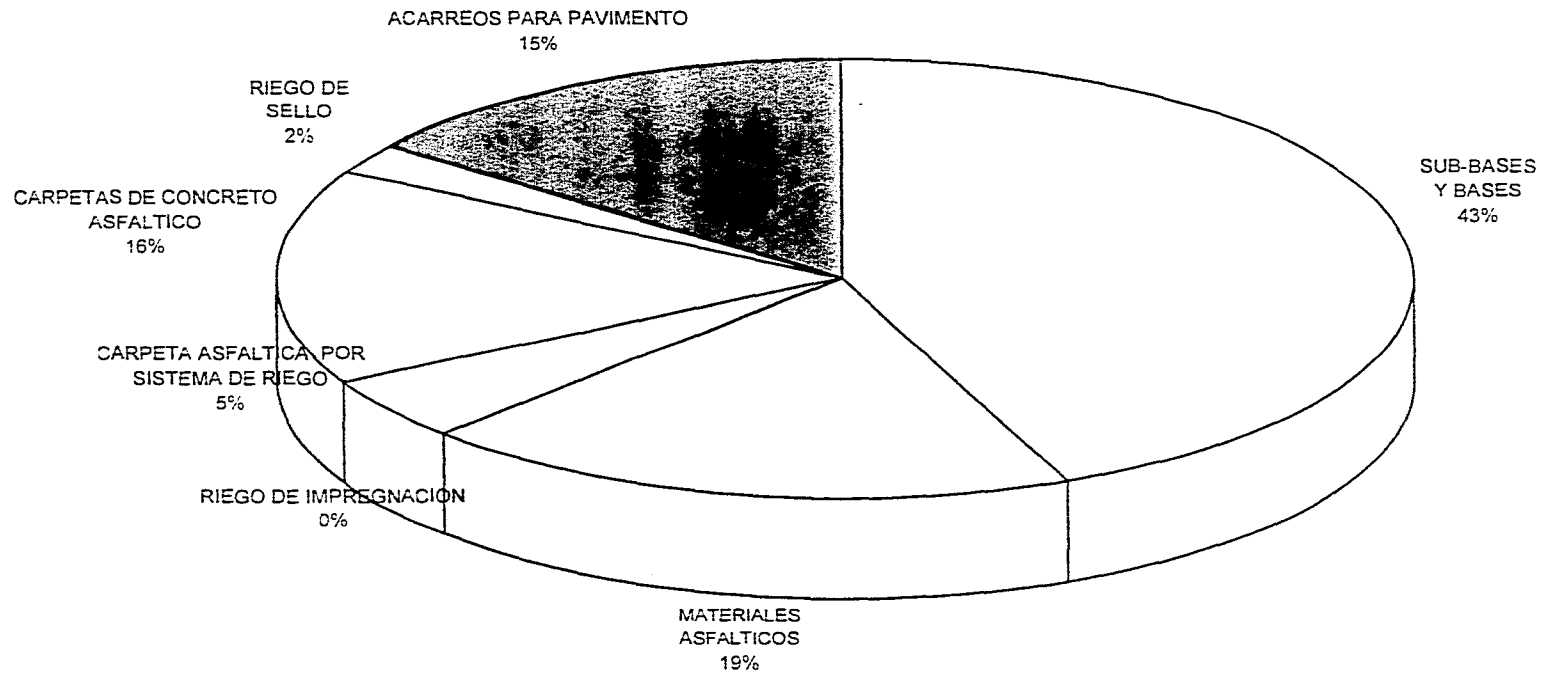
GRAFICA V.2

### PORCENTAJE DEL COSTO DE LA PARTIDA DE OBRAS DE DRENAJE



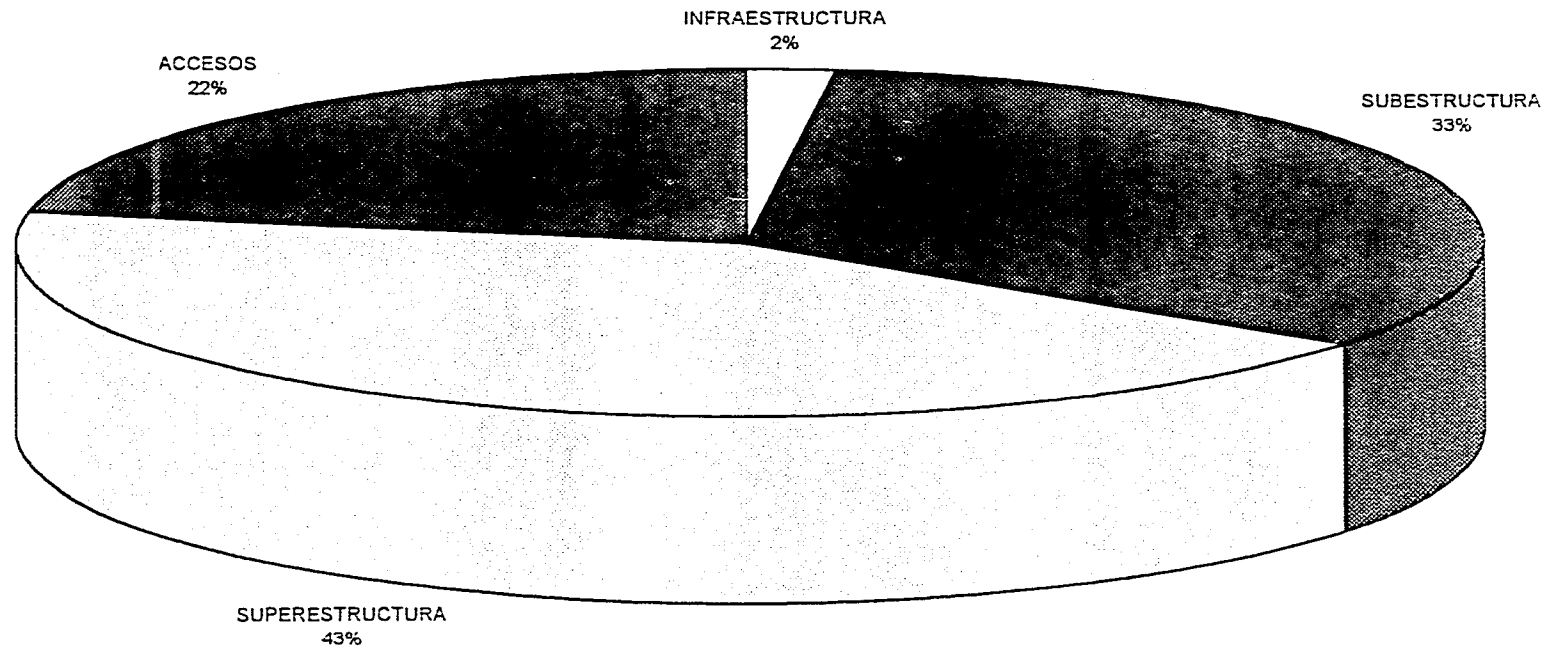
GRAFICA V.3

**PORCENTAJES DEL COSTO DE LOS CONCEPTOS DE LA PARTIDA DE PAVIMENTACION**



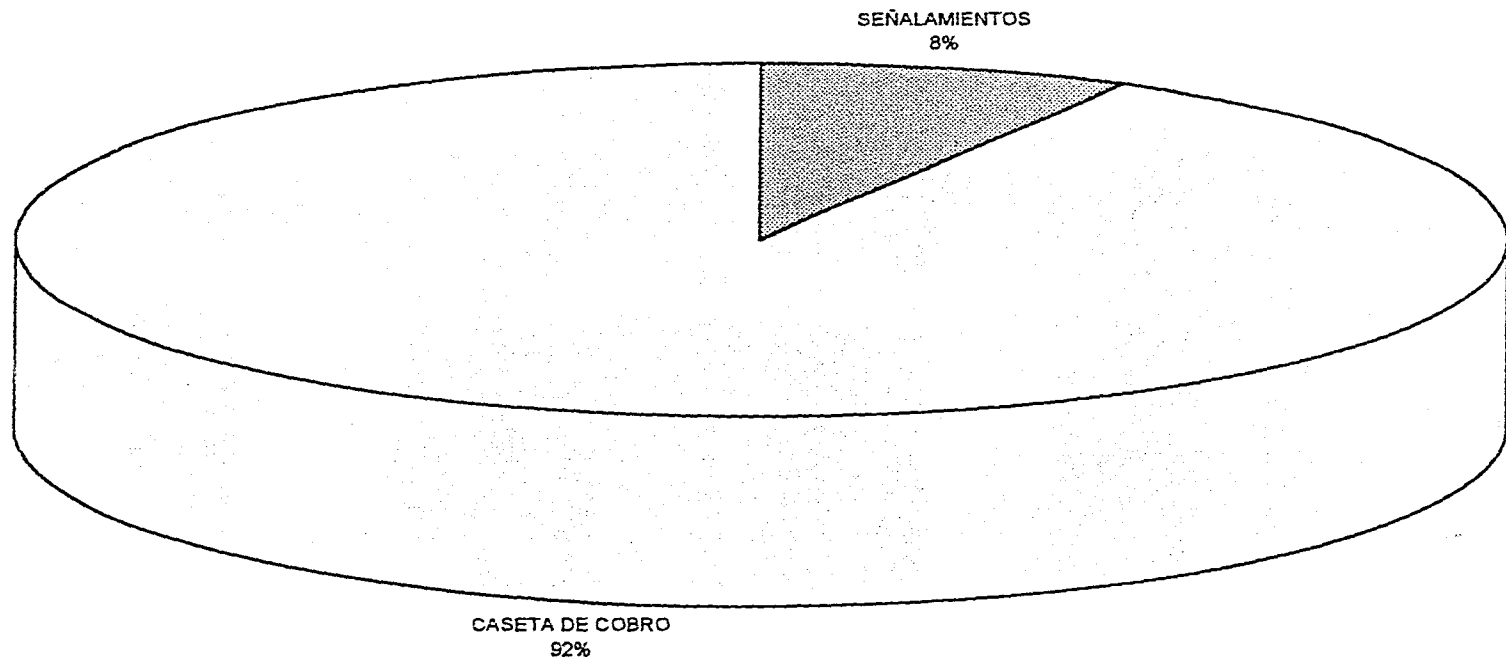
GRAFICA V.4

**PORCENTAJE DEL COSTO DE LOS CONCEPTOS DE LA PARTIDA DE PUENTES Y PASOS A DESNIVEL**



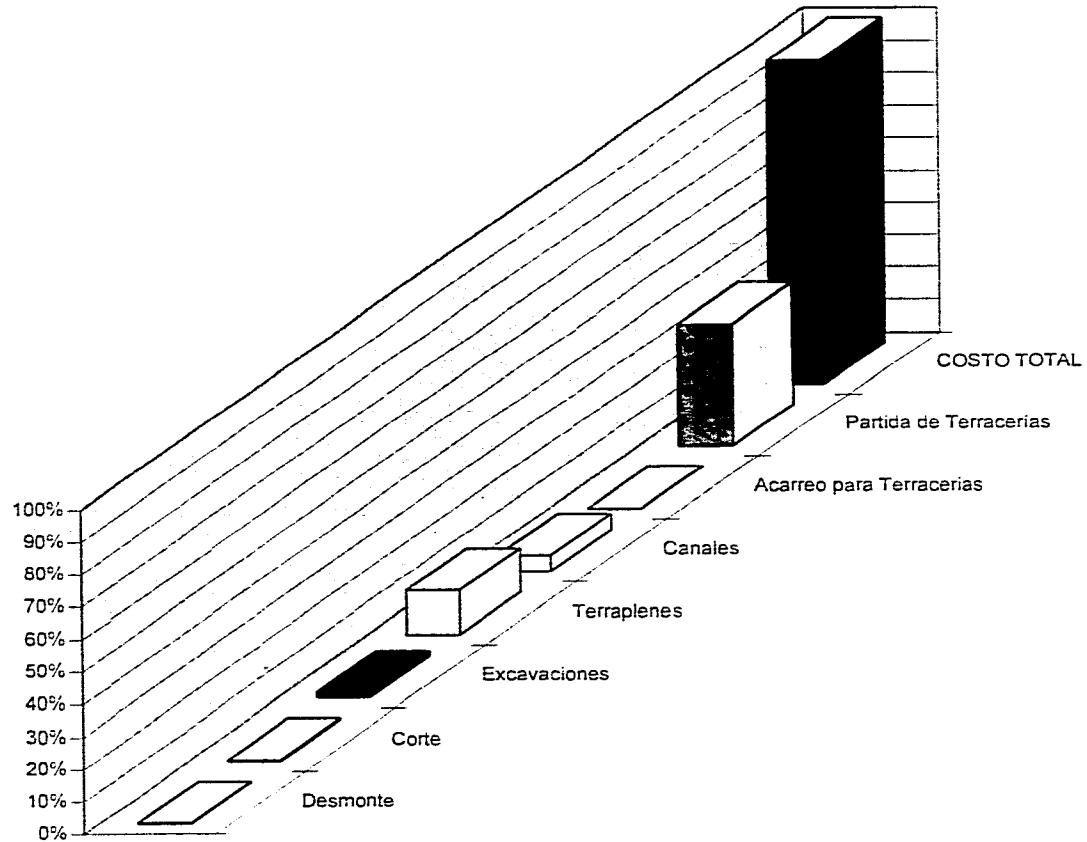
GRAFICA V . 5

**PORCENTAJE DEL COSTO DE LOS CONCEPTOS DE LA PARTIDA DE SEÑALAMIENTO**



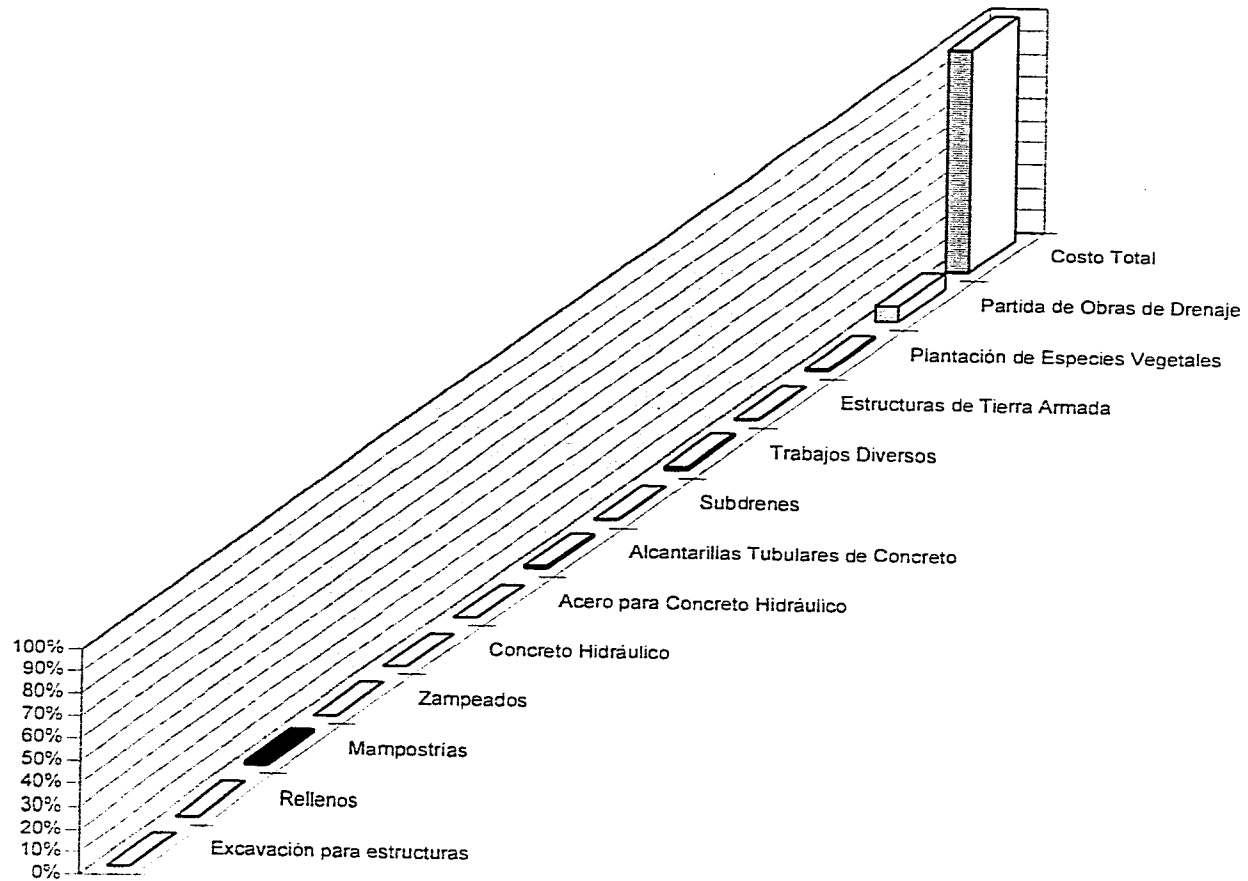
**GRAFICA V.6**

**PORCENTAJE DEL COSTO DE CONCEPTOS DE LA PARTIDA DE TERRACERIA RESPECTO AL COSTO TOTAL POR KM DE CARRETERA**



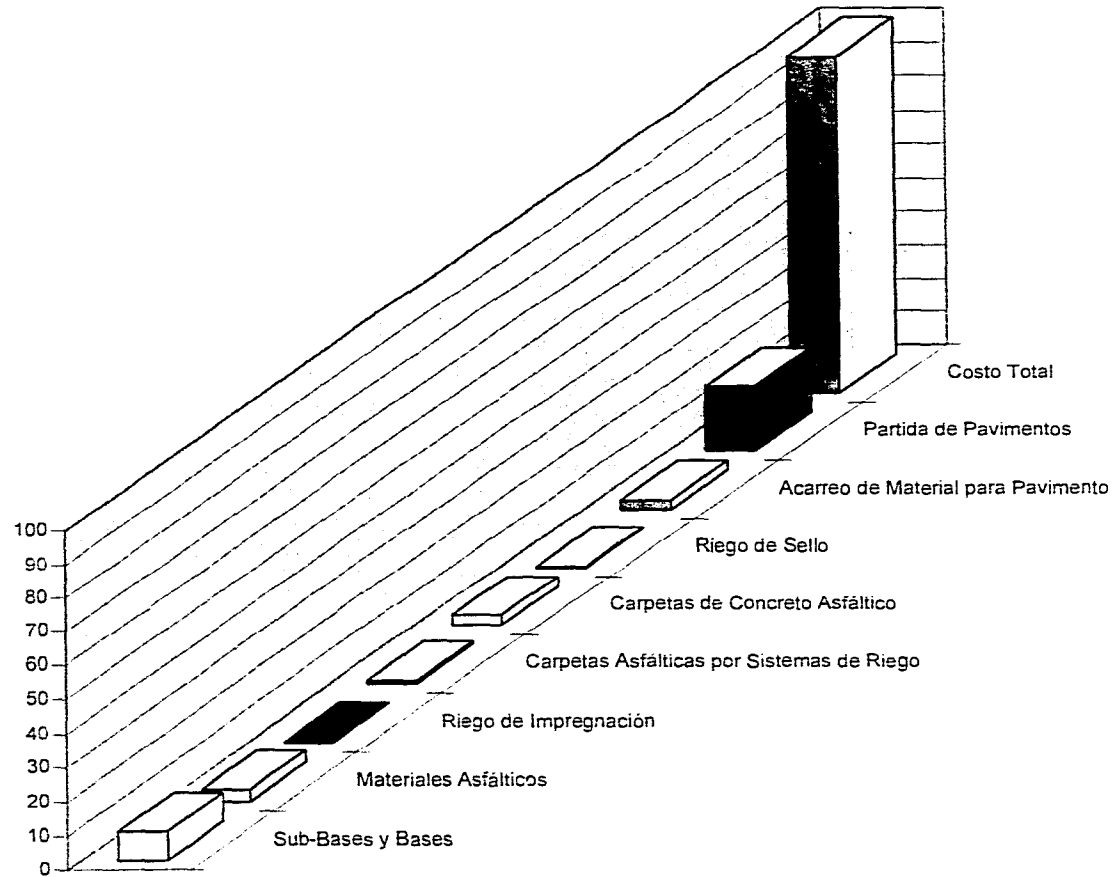
GRAFICA V. 7

# PORCENTAJE DEL COSTO DE LA PARTIDA DE OBRAS DE DRENAJE RESPECTO AL COSTO TOTAL POR KM DE CARRETERA



GRAFICA V.8

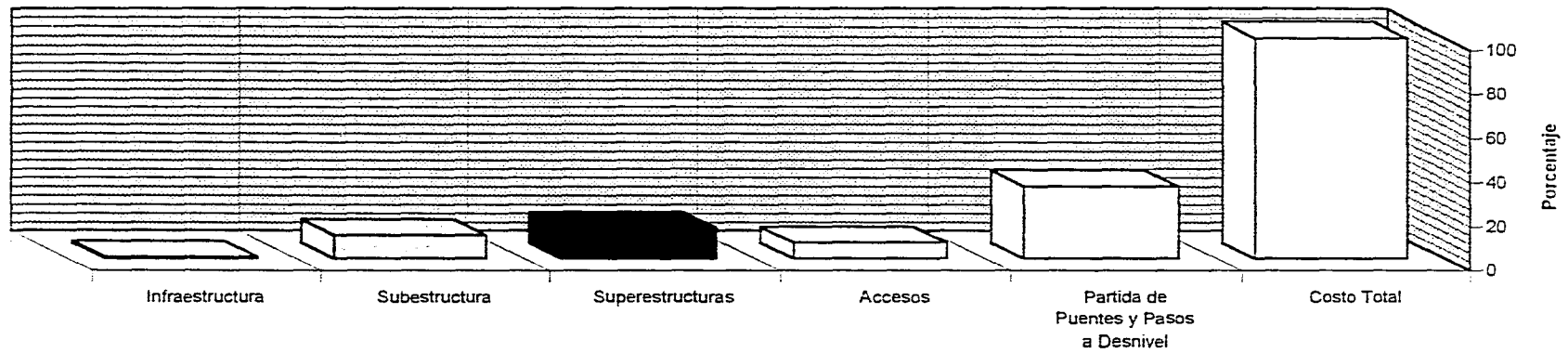
**PORCENTAJE DEL COSTO DE CONCEPTO DE LA PARTIDA DE PAVIMENTACION RESPECTO AL COSTO TOTAL POR KM DE CARRETERA**



**GRAFICA V.9**

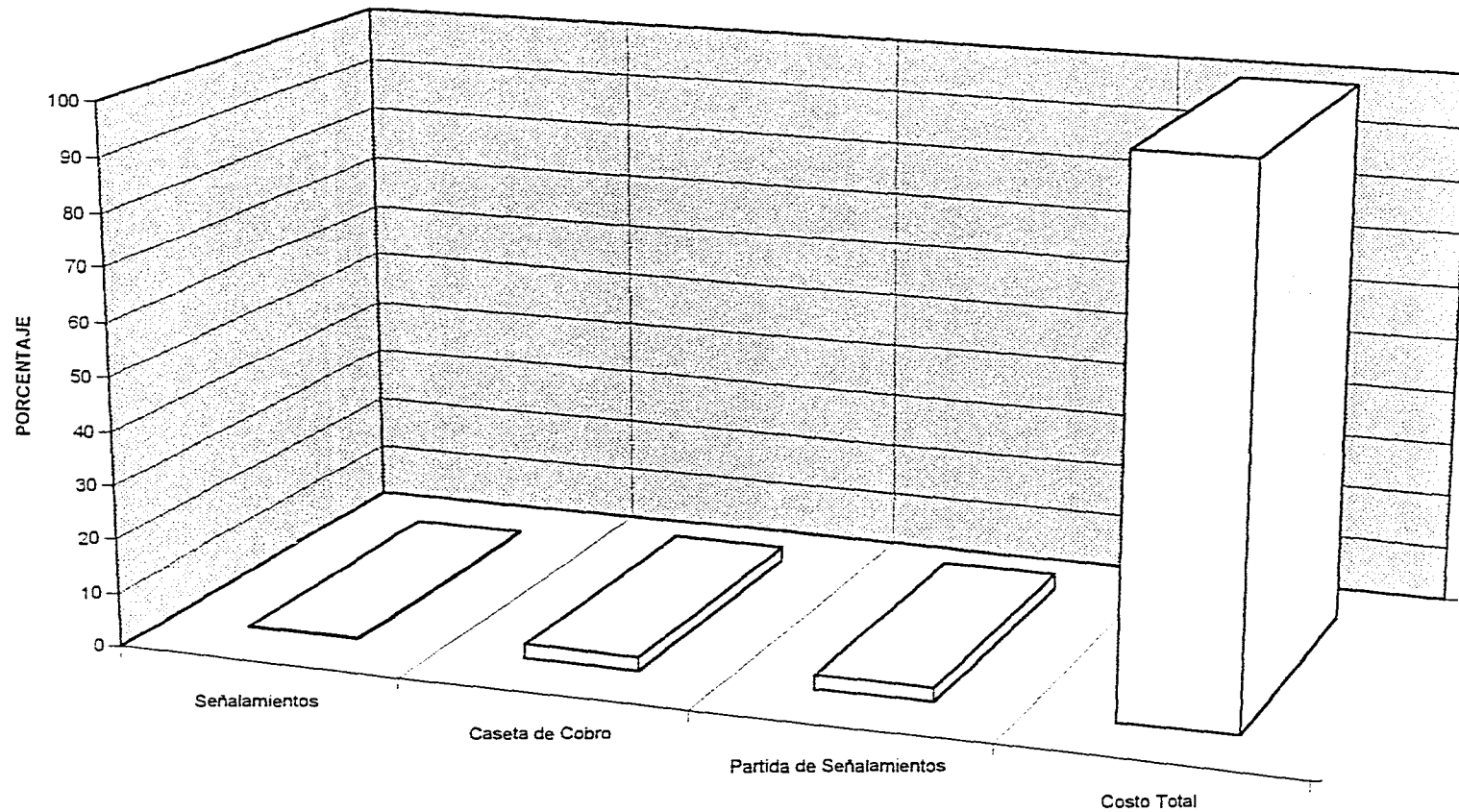


**PORCENTAJE DEL COSTO DE CONCEPTO DE LA PARTIDA DE PUENTES Y PASOS A DESNIVEL RESPECTO AL COSTO TOTAL POR KM DE CARRETERA**



**GRAFICA V.10**

**PORCENTAJE DEL COSTO DE CONCEPTO DE LA PARTIDA DE SEÑALAMIENTOS RESPECTO AL COSTO TOTAL POR KM DE CARRETERA**



**GRAFICA V.11**

#### V.4 LA INFLACION EN LOS COSTOS DE LA CONSTRUCCION

El aumento de la emisión de billetes más allá de los límites convertibles trae consigo pérdida del valor efectivo circulante, con lo que decrece el poder adquisitivo y se produce un aumento en la emisión de la deuda de dicho país, este fenómeno se le nombra INFLACION.

La inflación provoca falta de control de precios, por tanto la mercancía sube de precio con el consiguiente aumento de los salarios y costo de la vida.

El fenómeno inflacionario puede ser frenado mediante la restricción de billetes, disminución de los gastos del estado, aumento de las exportaciones, devaluación monetaria, etc.

El proceso de la inflación provoca una grave escasez de insumos y el consecuente incremento en los costos de una obra, lo que acarrea diferencias entre los contratantes y contratistas. Como consecuencia de la situación fue reconocida la necesidad de incluir en los contratos de Obra Pública, los ordenamientos de tipo legal necesarios para el ajuste de los costos de construcción. Surgió entonces una "Cláusula de Ajuste", la cual se presenta a continuación:

*CLAUSULA DE AJUSTE: Cuando los costos que sirvieron de base para calcular los precios unitarios del presente contrato, hayan sufrido variaciones originadas en incrementos en los precios de materiales, salarios, equipo y demás factores que integren dichos costos, que impliquen un aumento superior al 5% del valor total de la obra aún no ejecutada y amparada por este contrato, el contratista podrá solicitar por escrito a la Dependencia el ajuste de los precios unitarios proporcionando los elementos justificativos de su dicho.*

*Con base en la solicitud que presenta el contratista la Dependencia llevará a cabo los estudios necesarios para determinar la procedencia de la petición, en la inteligencia de que dicha solicitud sólo será considerada cuando los conceptos de obra que sean fundamentales estén realizándose conforme al programa de trabajo vigente en la fecha de solicitud, es decir, que no existe en ellos demora imputable al contratista.*

*De considerar procedente la petición del contratista, después haber evaluado los razonamientos y elementos probatorios que este haya presentado, la dependencia ajustará los precios unitarios, los aplicará a los conceptos de obra que conforme a programas se ejecuten a partir de la fecha de presentación de la solicitud del contratista.*

*Si los costos que sirvieron de base para calcular los precios unitarios del presente han sufrido variaciones originales en la disminución de los precios materiales, salarios, equipos y demás factores que integran dichos costos, que impliquen una reducción superior al 5% del valor de la obra aún no ejecutada, el contratista acepta que la dependencia, oyéndolo, para lo cual le concederá un plazo de 30 días a fin de que manifieste lo que a su derecho convenga, ajuste los precios unitarios como corresponda. Los nuevos precios se aplicarán a la obra que se ejecute a partir de la fecha de la notificación.*

Considerando la anterior, una obra construida en condiciones inflacionarias requerirá la corrección periódica de los costos ajustándolos a los aumentos generales del mercado. En la corrección se pueden utilizar diversos métodos dependiendo de factores tales como la importancia en magnitud de la obra, las partes que lo componen, etc.

Independientemente del método utilizado, es importante recordar que el costo de una obra esta compuesto fundamente por salarios, materiales y uso de maquinaria, ninguna de los tres sufre el mismo porcentaje de incremento, ni entre ellos mismos existen la mismas variaciones.

El criterio para la aplicación de cualquier fórmula dependerá de la variación de los conceptos ya mencionados.

La fórmula más simple es la siguiente:

$$PF = Pi(0.55 \frac{Sf}{Si} + 0.30 \frac{Mf}{Mi} + 0.15 \frac{Ef}{Ei})$$

en donde:

$Pf$  = el nuevo valor obtenido en el costo o precio unitario del concepto que se esté analizando.

$Pi$  = Costo inicial o de la última revisión si esta es periódica.

$\frac{Sf}{Si}$  - La relación que existe entre salario inicial al momento de la revisión ( $Sf$ ) y el salario inicial ( $Si$ ).

$\frac{Mf}{Mi}$  - La relación que existe entre el costo actualizado de los materiales ( $Mf$ ) y el costo inicial de los mismos ( $Mi$ ).

$\frac{Ef}{Ei}$  - El valor actualizado de la maquinaria considerada en forma de renta, depreciación o valor de adquisición actualizado ( $Ef$ ) al valor original ( $Ei$ ).

La fórmula anterior quiere decir que el costo y el precio actualizado está afectado en un 55% por salarios, 30% por materiales y un 15% por el uso de maquinaria, porcentajes que pueden ser fácilmente determinados en cualquier análisis de costos.

Si existen diferencias importantes en los incrementos de salarios, materiales, maquinaria y el uso de alguno de ellos en el concepto que se analice, se puede llegar a una formula del tipo de:

$$Pf = Pi (0.05 \frac{Spf}{Spi} + 0.10 \frac{Sof}{Soi} + 0.05 \frac{Saf}{Sai} + 0.03 \frac{Mcf}{Mci} + 0.07 \frac{Mef}{Mei} + 0.08 \frac{Maf}{Mai} + 0.07 \frac{Mcef}{Mcei} + 0.02 \frac{Epf}{Epi} + 0.25 \frac{Eaf}{Eai} + 0.10 \frac{Ebf}{Ebi})$$

donde:

- Spf = Salario actual de los peones
- Spi = Salario inicial de los peones
- Sof = Salario actual de los operadores de maquinaria pesada
- Soi = Salario inicial de los operadores de maquinaria pesada
- Saf = Salario actual de los empleados que estan en la administración de la construcción
- Sai = Salario inicial de los empleados que estan en la administración de la construcción
- Mcf = Precio actual de los combustibles
- Mci = Precio inicial de los combustibles
- Mef = Valor actual de los explosivos
- Mei = Valor inicial de los explosivos
- Maf = Valor actual del acero
- Mai = Valor inicial del acero
- Mcef = Valor actual del cemento
- Mcei = Valor inicial del cemento
- Epf = Valor actual del equipo pesado
- Epi = Valor inicial del equipo pesado
- Eaf = Valor actual del equipo de acreo
- Eai = Valor inicial del equipo de acreo
- Ebf = Valor actual del equipo de barrenación
- Ebi = Valor inicial del equipo de barrenación

Actualmente esta obra se encuentra parada, por necesidad de la etapa en que esta pasando el país, no conviene volver a retomar el proyecto con los precios iniciales, que incremento inflacionario fue notorio. La aplicación de cualquier fórmula será adecuada siempre y cuando se aplique considerando correctamente los factores mencionados.

#### 4.1 INDICES DE COSTOS

Otro sistema comúnmente aceptado para la corrección periódica de costos en épocas inflacionarias, es el que se basa en la utilización de índices de costos.

El número índice es una medida estadística utilizada para mostrar los cambios sufridos por una variable con respecto al tiempo y en ocasiones respecto a otros factores que afectan a dicha variable, con referencia a una base arbitraria ( comúnmente se toma como base el 100), y representa el valor de variable mencionada en un período específico previo.

Índice de costo: Es la relación entre el costo de un determinado bien o servicio en un período dado y el costo del mismo bien pero en otro período tomado como base.

$$Ic = \frac{Cn}{C1} \times 100$$

donde:

Ic = Índice de costo.

Cn = Costo de un período (n) dado.

C<sub>1</sub> = Costo en el período base.

Como en es caso anterior este proyecto necesitaría una revisión de sus costos, para ejecutarse de nuevo, cualquiera de los dos casos es válido siempre y cuando se apliquen los parámetros adecuadamente, para este método el costo en el período base sería los presupuestados en julio de 1992, y el costo en un período dado sería los costos actuales del año que se requiera retomar la obra.

Para la construcción de este proyecto es necesario hacer una revalorización general desde el trazo de la carretera hasta los precios unitarios, ya que es un proyecto encarecido y debido a la inflación se tornará más difícil su construcción.



**CAPITULO VI**

**CONCLUSIONES**

---

## CAPITULO VI

### CONCLUSIONES

El Libramiento de Toluca constituirá un tramo importante de la carretera México-Guadalajara "Vía Corta", que por su ubicación libraré pasar por la zona metropolitana de la Ciudad de Toluca, a su vez servirá de enlace con la carretera México-Toluca, la cual es importante en la red carretera del país por su gran aforo vehicular, además de conectar con varias regiones del mismo Estado de México, Guerrero y Michoacán.

Este libramiento quizá ya sea una necesidad por la gran cantidad de movimiento de centros de trabajo, de producción, de acopio y de consumo de la región, principalmente por la zona industrial de San Mateo Atenco, Lerma de Villada, la Ciudad de Toluca, además de ser un enlace para la transportación en general hacia el centro del país por la carretera Toluca-Atlaconulco y subsecuentemente por la ruta antes descrita, destacando que en el trayecto de estas rutas existen a su vez zonas industriales.

Por otra parte, con la suspensión del proyecto prácticamente desde su inicio por problemas económicos, la planeación del mismo se vio afectada, por lo que se suspendieron tranites administrativos principalmente los del derecho de vía, lo cual causó problemas con algunos propietarios.

Con situación actual de nuestro país la inflación provocó que el costo inicial del proyecto se elevará.

Continuando con la problemática del proyecto, respecto a su ubicación, son muy importantes los estudios preliminares realizados en el tramo donde la carretera esta alojada al costado del Río Lerma y en la zona del Entroque Lerma, ubicado donde se intercepta el Río Lerma con la carretera México-Toluca, desafortunadamente esta problemática no se analizó a fondo en este trabajo, por la falta de información necesaria.

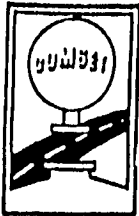
En lo que se refiere a la presupuestación, existe un gran problema por que el presupuesto de esta obra se realizó en julio de 1992, de ese tiempo a la fecha el país ha sufrido muchos cambios, sobre todo inflacionarios, esto afecta directamente al costo inicial de la obra, por lo que se tendrían que hacer correcciones a dichos presupuesto o en su defecto realizarlos nuevamente, lo que complicaría su construcción aún más, ya que los costos subirían por la devaluación de la moneda nacional.

Otro aspecto importante, es la gran cantidad de estructuras complementarias que se encuentran en este tramo tan corto.

En lo que respecta a la funcionalidad del proyecto, es buena por la ubicación que tiene, además de ser parte de un proyecto anterior que consistía en formar parte del Periférico de la Ciudad de Toluca, por este motivo fue tomado este tramo para cubrir el trayecto de la carretera México-Toluca "Via Corta", quedando entonces como una alternativa incorporarse al periférico antes mencionado.

Es importante mencionar que para cualquiera que sea la aplicación final de este tramo, los estudios y análisis realizados, serán de gran ayuda para la ejecución del proyecto.

**A N E X O I**



# compañía mexicana de servicios técnicos y laboratorios de materiales, s.a. de c.v.

RFC MST 890813 2 X 3

REG. CNEC 680

## INFORME DE TERRACERIAS

OBRA	TERRACERIAS DE TERRENO NATURAL	ENSAYES Nos.	
LOCALIZACIÓN	LITERAMIENTO NOROCCIDENTAL DE BOBUCA	FECHA DE RECIBO	
		FECHA DE INFORME	DICIEMBRE DE 1992
CONTEXTO No.	1	2	3
			4
			5
			6

IDENTIFICACION.	NUM. DE ENSAYE						
	ESTACION KM.	73+100	74+200	77+000	79+100	80+000	81+200
	LADO	DER.	DER.	DER.	DER.	DER.	DER.
	CAPA						

CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL	TAMARO MAXIMO	4.76mm	4.75mm	4.75mm	4.75mm	4.75mm	4.75mm
	% RETENIDO EN MALLA DE 75 mm.						
	% QUE PASA MALLA DE 4.75 mm.	100	100	100	100	100	100
	" " " DE 0.425 mm.	86	75	78	84	89	77
	" " " ARENE 0.075 mm.	60	59	48	55	66	52
	EQUIVALENTE DE HUMEDAD	9.1	10.1	11.9	9.4	6.8	11.1
	LIMITE LIQUIDO %	34.8	60.5	32.3	34.7	39.4	48.8
	INDICE PLASTICO %	12.3	24.2	11.8	11.2	15.2	20.8
	CONTRACCION LINEAL %	4.7	9.2	4.5	4.2	5.9	7.9
	P.E.S. SUELTO kg/m3	989	869	1014	982	901	927
	P.E.S. MAXIMO kg/m3	1376	1274	1510	1468	1400	1350
	HUMEDAD OPTIMA %	29.4	31.6	24.3	25.4	32.0	29.0
	HUMEDAD NATURAL %						
	COMPACTACION DEL LUGAR %						
	V.R.S. ESTANDAR SATURADO %	4.0	2.4	10.4	4.0	6.4	3.6
EXPANSION %	1.05	7.90	3.24	8.29	2.07	9.51	
CLASIFICACION SOPX S.C.T	CL	OL	8C	OL	OL	OL	

ESTUDIO DE ESPESORES	TIPO DE PRUEBA	PORTER MODIFICADA					
	CURVA DE PROYECTO	VARIANTE II					
	Cond. del lugar	HUMEDAD DE PRUEBA %					
		VALOR RELATIVO DE SOPORTE %					
	90% COMP.	ESPOSOR REQUERIDO, cm					
		HUMEDAD DE PRUEBA %	32.4	34.6	27.3	28.4	35.0
		VALOR RELATIVO DE SOPORTE %	5.6	4.8	5.6	4.8	6.4
	95% COMP.	ESPOSOR REQUERIDO, cm					
		HUMEDAD DE PRUEBA %	30.9	33.1	25.8	26.9	33.5
		VALOR RELATIVO DE SOPORTE %	10.4	7.3	8.8	8.0	12.1
100% COMP.	ESPOSOR REQUERIDO, cm						
	HUMEDAD DE PRUEBA %						
	VALOR RELATIVO DE SOPORTE %						
	ESPOSOR REQUERIDO, cm.						

NOTA: En gráficas dibujadas por separado se hace el análisis en conjunto de los V.R.S. y espesores de pavimentos requeridos.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES: MATERIALES CON ALTA EXPANSION Y/O BAJO VALOR RELATIVO DE SOPORTE

EL LABORATORISTA <b>C. JOSE A. AGUILAR R.</b>	EL JEFE DEL LABORATORIO <b>C. DAVID PARADO S.</b>	Vo. Bo.
--	--	---------



# compañía mexicana de servicios técnicos y laboratorios de materiales, s.a. de c.v.

RFC MST 890813 2 X 3

REG. CNEC 680

## INFORME DE TERRACERIAS

OBRA <u>TERRACERIAS DE TERMINO MUNICIPAL</u>	ENSAYES Nos. _____
LOCALIZACION <u>LIMAVIENTO NOROCCIDENTAL DE TOLUCA</u>	FECHA DE RECIBO <u>DICIEMBRE DE 1992</u>
SONDEO No. <u>7 8 9 10 11 12</u>	FECHA DE INFORME _____

IDENTIFICACION.	NUM. DE ENSAYE						
	ESTACION KM.	82+000	83+000	84+000	85+000	86+000	87+000
	LADO	IZQ	IZQ	IZQ	IZQ	IZQ	IZQ
	CAPA						

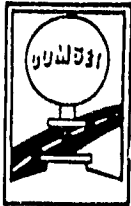
CARACTERISTICAS DEL MATERIAL	TAMARO MAXIMO	4.75mm	4.75mm	4.75mm	4.75mm	4.75mm	4.75mm
	% RETENIDO EN MALLA DE 75 mm.						
	% QUE PASA MALLA DE 4.75 mm.	100	100	100	100	100	100
	" " " " DE 0.425 mm.	90	90	90	84	93	88
	" " " " ARENA 0.075 mm.	80	78	77	78	84	61
	EQUIVALENTE DE <del>HOX XXXXXX</del> %	6.6	5.9	6.5	8.0	5.9	8.6
	LIMITE LIQUIDO %	103.0	113.2	83.8	54.5	102.5	61.2
	INDICE PLASTICO %	23.5	25.0	12.3	13.3	20.2	20.0
	CONTRACCION LINEAL %	8.9	9.4	4.7	5.1	7.7	7.7
	P.E.S. SUELTO kg/m3	650	664	683	758	675	803
	P.E.S. MAXIMO kg/m3	840	816	810	1130	1120	1166
	HUMEDAD OPTIMA %	69.2	62.7	66.2	42.6	45.0	39.3
	HUMEDAD NATURAL %						
	COMPACTACION DEL LUGAR %						
	V.R.S. ESTANDAR SATURADO %	5.6	4.0	3.2	6.4	9.6	2.6
EXPANSION %	5.15	4.34	9.12	4.05	3.65	9.07	
CLASIFICACION <del>90% S.C.T.</del>	MHT	MHT	CHT	01	MHT	CHT	

ESTUDIO DE ESPESORES	TIPO DE PRUEBA	P O R T E R M O D I F I C A D A					
	CURVA DE PROYECTO	V A R I A B I L E I					
	90% COMP. Lugar	HUMEDAD DE PRUEBA %					
		VALOR RELATIVO DE SOPORTE %					
		ESPESOR REQUERIDO, cm					
	90% COMP.	HUMEDAD DE PRUEBA %	72.2	65.7	69.2	45.6	48.0
		VALOR RELATIVO DE SOPORTE %	1.8	10.4	10.4	8.6	8.0
		ESPESOR REQUERIDO, cm					
	95% COMP.	HUMEDAD DE PRUEBA %	70.7	64.2	67.7	44.5	46.5
		VALOR RELATIVO DE SOPORTE %	8.8	16.6	16.7	15.0	14.7
		ESPESOR REQUERIDO, cm					
	100% COMP.	HUMEDAD DE PRUEBA %					
VALOR RELATIVO DE SOPORTE %							
ESPESOR REQUERIDO, cm.							

NOTA: En gráficas dibujadas por separado se hace el análisis en conjunto de los V.R.S. y espesores de pavimentos requeridos.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES: **MATERIALES CON ALTA EXPANSION Y/O BAJO VALOR RELATIVO DE SOPORTE**

EL LABORATORISTA <b>C. JOSE A. AGUIJAR R.</b>	EL JEFE DEL LABORATORIO <b>C. DAVID PARAMO S.</b>	Vo. Bo.
--	--	---------



# compañía mexicana de servicios técnicos y laboratorios de materiales, s.a. de c.v.

RFC MST 890813 2 X 3

REG. CNEC 680

## INFORME DE TERRACERIAS

OBRA <u>TERRACERIA DE TERRENO NATURAL</u>	ENSAYES Nos. _____
LOCALIZACION <u>LA ZONA DE TERCER RINGEN DE TOLUCA</u>	FECHA DE RECIBO _____
SOND. G. NO. <u>13</u>	FECHA DE INFORME <u>DICIEMBRE DE 1992</u>

IDENTIFICACION.	NUM. DE ENSAYE				
	ESTACION KM	88+000	89+000		
	LADO	IZQ	IZQ		
	CAPA				

CARACTERISTICAS DEL MATERIAL	TAMARO MAXIMO	4.75mm	4.75mm
	% RETENIDO EN MALLA DE 75 mm.		
	% QUE PASA MALLA DE 4.75 mm.	100	100
	" " " " DE 0.425 mm.	86	87
	" " " " DE 0.075 mm.	58	60
	EQUIVALENTE DE HAZO DE 20 mm. %	7.8	14.0
	LIMITE LIQUIDO %	41.7	62.2
	INDICE PLASTICO %	10.0	16.0
	CONTRACCION LINEAL %	3.8	6.1
	P.E.S. SUELTO kg/m3	858	712
	P.E.S. MAXIMO kg/m3	1282	1060
	HUMEDAD OPTIMA %	33.2	46.4
	HUMEDAD NATURAL %		
	COMPACTACION DEL LUGAR %		
	V.R.S. ESTANDAR SATURADO %	5.6	13.6
EXPANSION %	4.93	4.21	
CLASIFICACION <del>XXX</del> S.C.T.	OL	MI1	

ESTUDIO DE ESPESORES	TIPO DE PRUEBA	PORTER MODIFICADA		
	CURVA DE PROYECTO	VARIANTE II		
	Cond. del Lugar	HUMEDAD DE PRUEBA %		
		VALOR RELATIVO DE SOPORTE %		
	50% COMP.	ESPESOR REQUERIDO, cm		
		HUMEDAD DE PRUEBA %	36.2	49.4
	95% COMP.	VALOR RELATIVO DE SOPORTE %	5.6	10.4
		ESPESOR REQUERIDO, cm		
	100% COMP.	HUMEDAD DE PRUEBA %	34.7	42.2
		VALOR RELATIVO DE SOPORTE %	8.0	16.5
		ESPESOR REQUERIDO, cm		

NOTA: En gráficas dibujadas por separado se hace el análisis en conjunto de los V.R.S. y espesores de pavimentos requeridos.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

MATERIALES CON ALTA EXPANSION Y/O  
BAJO VALOR RELATIVO DE SOPORTE

EL LABORATORISTA <b>C. JOSE A. AGUILAR R</b>	EL JEFE DEL LABORATORIO <b>C. DAVID PARRA S.</b>	Vn. No.
---	---	---------

A N E X O II





# compañía mexicana de servicios técnicos y laboratorios de materiales, s.a. de c.v.

RFC MST 890813 2 X 3

REG. CNEC 680

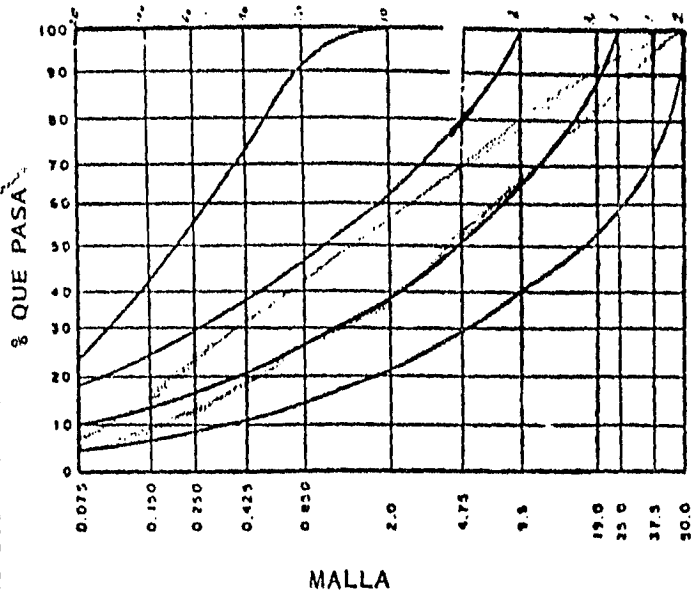
## INFORME DE ENSAYE EN MATERIALES PARA SUB-BASE Y BASE

OBRABANCO "BARRIO DE TEZONTLE" Y "EL MAYORAZGO"	ENSAYES No. _____
LOCALIZACION LIBRAMIENTO NORORIENTE DE TOLUCA	FECHA DE RECIBO DICIEMBRE 1992
(ciudad, camino, tramo, kilómetro, origen del cadenamto, etc.)	FECHA DE INFORME _____

DATOS DEL MUESTREO	MATERIAL PARA CAPA DE: SUB-BASE [ <input checked="" type="checkbox"/> ] BASE [ <input type="checkbox"/> ]
	DESCRIPCION PETROGRAFICA DEL MATERIAL TEZONTLE NEGRO Y ARENISCA DE TIPO ANDESITICO
	CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO ESTUDIO DE LABORATORIO
	TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO NINGUNO (MEZCLA 85%-15%) (CARGA DE 6.5 TON)
	UBICACION DEL BANCO _____

P.E. SECO SUELTO kg/m3		
P.E. MAXIMO kg/m3		
HUMEDAD OPTIMA %		
P.E. DEL LUGAR kg/m3		
HUMEDAD DEL LUGAR %		

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA



MALLA	RETENIDO	
	EN 50.0	EN 37.5
	% QUE PASA	
50.0	100	100
37.5	97	100
25.0	87	95
19.0	81	92
9.5	67	80
4.75	53	69
2.00	39	56
0.85	28	41
0.429	19	31
0.200	13	25
0.150	9	17
0.075	5	9

V.R.S. (ESTANDAR) %
EXPANSION %
VALOR CEMENTANTE kg/cm2
EQUIVALENTE DE ARENA %

PRUEBAS EN MAT. MAYOR QUE LA MALLA Nóm. 9.5
ABSORCION %
DENSIDAD
DURABILIDAD

PRUEBAS SOB RE MATERIAL TAMIZADO PDR LA MALLA Nóm. 0.423	
LIMITE LIQUIDO %	EQUIV. HUM. DE CAMPO %
LIMITE PLASTICO %	CONTRACCION LINEAL %
INDICE PLASTICO %	CLASIFICACION SOP

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES  
DE ACUERDO CON EL DESFASEAMIENTO DE LAS CURVAS GRANULOMETRICAS,  
LA DEGRADACION ES MUY ALTA

EL LABORATORISTA	EL JEFE DEL LABORATORIO	Vo. Bo.
JOSE ALFREDO AGUILAR R.	DAVID PARAMO SALGADO	



# compañía mexicana de servicios técnicos y laboratorios de materiales, s.a. de c.v.

RFC MST 890813 2 X 3

REG. CNEC 680

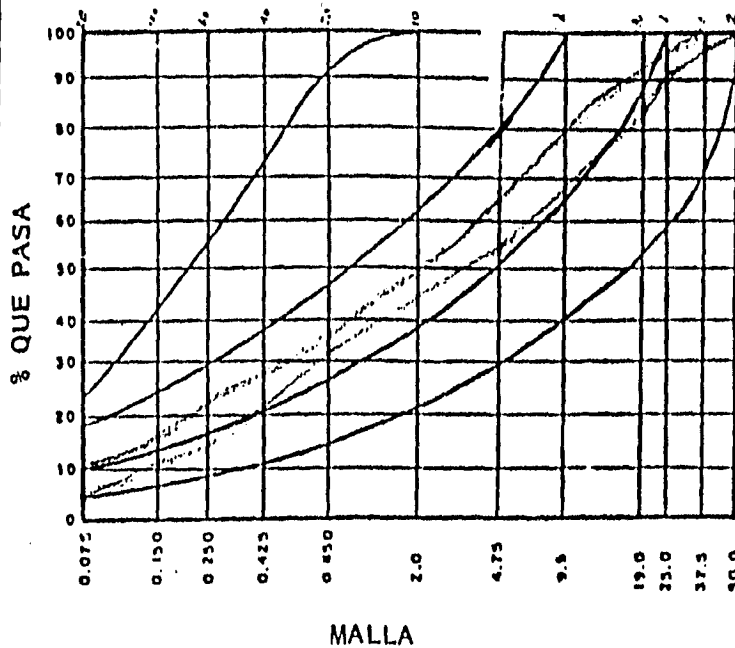
## INFORME DE ENSAYE EN MATERIALES PARA SUB-BASE Y BASE

OBRA <b>BANCOS "CERRO DEL TEZONTLE" Y "EL MAYORAZGO"</b>	ENSAYES No. _____
LOCALIZACION <b>LIBRAMIENTO NORORIENTE DE TOLUCA</b>	FECHA DE RECIBO <b>DIC-92</b>
(ciudad, camino, tramo, kilómetro, origen del cadenamfento, etc.)	FECHA DE INFORME _____

DATOS DEL MUESTREO	MATERIAL PARA CAPA DE: <b>SUB-BASE [X] BASE [ ]</b>
	DESCRIPCION PETROGRAFICA DEL MATERIAL <b>TEZONTLE NEGRO Y ARENISCA DE TIPO ANDESITICO</b>
	CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO <b>ESTUDIO DE LABORATORIO</b>
	TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO <b>NINGUNO (MEZCLA 75%-25%) (CARGA DE 6.5 TON)</b>
	UBICACION DEL BANCO _____

P.E. SECO SUELTO kg/m3	
P.E.S. MAXIMO kg/m3	
HUMEDAD OPTIMA %	
P.E. DEL LUGAR kg/m3	
HUMEDAD DEL LUGAR %	

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA



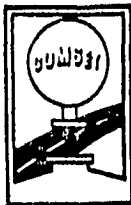
COMPOSICION GRANULOMETRICA	MALLA	RETENIDO	
		EN 50.0	
	EN 37.5		
		% QUE PASA	
	50.0	100	
	37.5	99	100
	25.0	91	95
	19.0	85	92
	9.5	70	79
	4.75	55	67
	2.00	44	50
	0.85	32	35
	0.429	22	28
	0.200	16	22
	0.150	11	16
	0.075	5	10

V.R.S. (ESTANDAR) %	PRUEBAS EN MAT. MAYOR QUE LA MALLA NOM. 9.5
EXPANSION %	ABSORCION %
VALOR CEMENTANTE kg/cm2	DENSIDAD
EQUIVALENTE DE ARENA %	DURABILIDAD

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA NOM. 0.423	
LIMITE LIQUIDO %	EQUIV. HUM. DE CAMPO %
LIMITE PLASTICO %	CONTRACCION LINEAL %
INDICE PLASTICO %	CLASIFICACION SOP

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES  
**DE AGUERDO CON EL DESFASAMIENTO DE LAS CURVAS GRANULOMETRICAS,  
 LA DEGRADACION ES DE TIPO MEDIO**

EL LABORATORISTA <b>JOSE ALFREDO AGUILAR R.</b>	EL JEFE DEL LABORATORIO <b>DAVID PARAMO SALGADO</b>	Vo. Bo.
--	--	---------



# compañía mexicana de servicios técnicos y laboratorios de materiales, s.a. de c.v.

RFC MST 890813 2 X 3

REG. CNEC 680

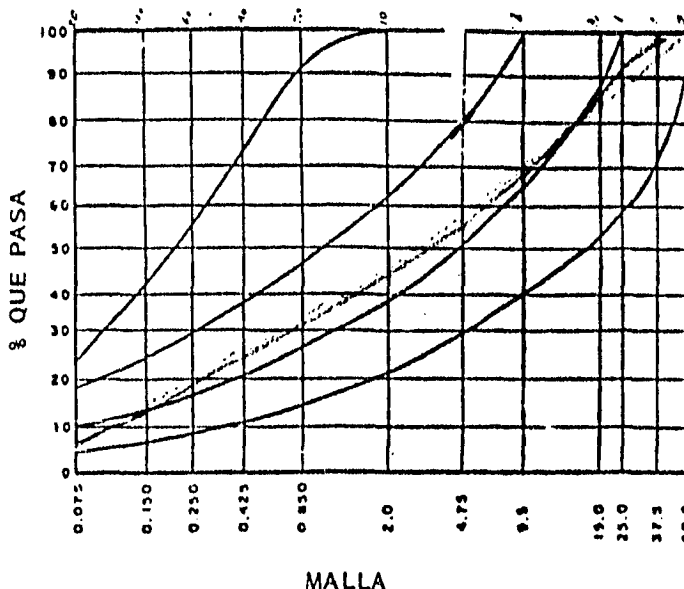
## INFORME DE ENSAYE EN MATERIALES PARA SUB-BASE Y BASE

OBRA <b>BANCOS "EL CERRO DEL TEZONTLE" Y "EL MAYORAZGO"</b>	ENSAYES No. _____
LOCALIZACION <b>LIBRAMIENTO NOROCCIDENTE DE TOLUCA</b> (ciudad, camino, tramo, kilómetro, origen del cadenamiento, etc.)	FECHA DE RECIBO <b>17/0-92</b>
	FECHA DE INFORME _____

DATOS DEL MUESTREO	MATERIAL PARA CAPA DE: SUB-BASE [ X ] BASE [ ]
	DESCRIPCION PETROGRAFICA DEL MATERIAL <b>TEZONTLE NEGRO Y ARMIENGA DE TIPO ANDRISTICO</b>
	CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO <b>ESTUDIO DE LABORATORIO</b>
	TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO <b>NINGUNO (MEZCLA 65%-35%) (CARGA DE 6.5 TON)</b>
	UBICACION DEL BANCO _____

P.E. SECO SUELTO kg/m <sup>3</sup>			
P.E.S. MAXIMO kg/m <sup>3</sup>			
HUMEDAD OPTIMA %			
P.E. DEL LUGAR kg/m <sup>3</sup>			
HUMEDAD DEL LUGAR %			

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA



COMPOSICION GRANULOMETRICA	MALLA	RETENIDO	
		% QUE PASA	% QUE PASA
	EN 50.0		
	EN 37.5		
	50.0	100	100
	37.5	96	99
	25.0	86	92
	19.0	82	85
	9.5	68	69
	4.75	55	55
	2.00	45	45
	0.85	35	35
	0.429	26	25
	0.200	19	18
	0.150	14	13
	0.075	8	7

V.R.S. (ESTANDAR) %	PRUEBAS EN MAT. MAYOR QUE LA MALLA Núm. 9.5
EXPANSION %	ABSORCION %
VALOR CEMENTANTE kg/cm <sup>2</sup>	DENSIDAD
EQUIVALENTE DE ARENA %	DURABILIDAD

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA Núm. 0.423	
LIMITE LIQUIDO %	EQUIV. HUM. DE CAMPO %
LIMITE PLASTICO %	CONTRACCION LINEAL %
INDICE PLASTICO %	CLASIFICACION SOP

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES  
**DE ACUERDO CON EL DESFAZAMIENTO DE LAS CURVAS GRANULOMETRICAS, PRACTICAMENTE NO HAY DEGRADACION**

EL LABORATORISTA	EL JEFE DEL LABORATORIO	Vo. Bo.
<b>NJOSE ALFREDO AGUILAR R.</b>	<b>DAVID PARAMO SALGADO</b>	



# compañía mexicana de servicios técnicos y laboratorios de materiales, s.a. de c.v.

RFC MST 890813 2 X 3

REG. CNEC 680

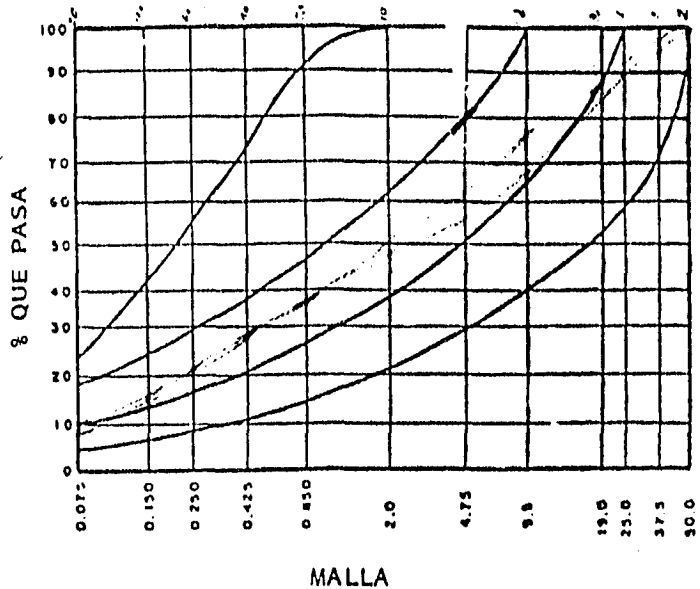
## INFORME DE ENSAYE EN MATERIALES PARA SUB-BASE Y BASE

OBRA: <b>BANCOS "CERRO DEL TEZONTLE" Y "EL MAYORAZGO"</b>	ENSAYES No. _____
LOCALIZACION: <b>TRAMIENTO NOROCCIDENTE DE COLIMA</b> (ciudad, camino, tramo, kilómetro, origen del cadenamiento, etc.)	FECHA DE RECIBO: <b>07-02-02</b>
FECHA DE INFORME _____	

DATOS DEL MUESTREO	MATERIAL PARA CAPA DE: SUB-BASE <input checked="" type="checkbox"/> BASE <input type="checkbox"/>
	DESCRIPCION PETROGRAFICA DEL MATERIAL: <b>TEZONTLE ROJO Y ARENISCA DE TIPO ANDESITICO</b>
	CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO: <b>ESTUDIO DE LABORATORIO</b>
	TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO: <b>NINGUNO (MEZCLA 85%-15%) (CARGA DE 6.5 TON)</b>
	UBICACION DEL BANCO: _____

P.E. SECO SUELTO kg/m <sup>3</sup>		
P.E.S. MAXIMO kg/m <sup>3</sup>		
HUMEDAD OPTIMA %		
P.E. DEL LUGAR kg/m <sup>3</sup>		
HUMEDAD DEL LUGAR %		

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA



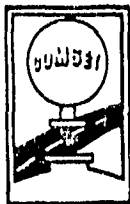
MALLA	RETENIDO	
	EN 50.0	EN 37.5
	% QUE PASA	
50.0	100	100
37.5	95	97
25.0	90	92
19.0	86	89
9.5	69	77
4.75	37	62
2.00	49	51
0.85	39	38
0.425	29	29
0.200	22	21
0.150	16	16
0.075	9	10

V.R.S. (ESTANDAR) %	PRUEBAS EN MAT. MAYOR QUE LA MALLA N <sup>o</sup> m. 9.5
EXPANSION %	ABSORCION %
VALOR CEMENTANTE kg/cm <sup>2</sup>	DENSIDAD
EQUIVALENTE DE ARENA %	DURABILIDAD

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA N <sup>o</sup> m. 0.425	
LIMITE LIQUIDO %	EQUIV. HUM. DE CAMPO %
LIMITE PLASTICO %	CONTRACCION LINEAL %
INDICE PLASTICO %	CLASIFICACION SOP

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES  
**DE ACUERDO CON EL DESPASEAMIENTO DE LAS CURVAS GRANULOMETRICAS,  
 LA DEGRADACION ES DE TIPO MEDIO**

EL LABORATORISTA <b>JOSE ALFREDO AGUILAR R.</b>	EL JEFE DEL LABORATORIO <b>DAVID PARAMO SALGADO</b>	Vo. Bo.
--	--	---------



# compañía mexicana de servicios técnicos y laboratorios de materiales, s.a. de c.v.

RFC MST 890813 2 X 3

REG. CNEC 680

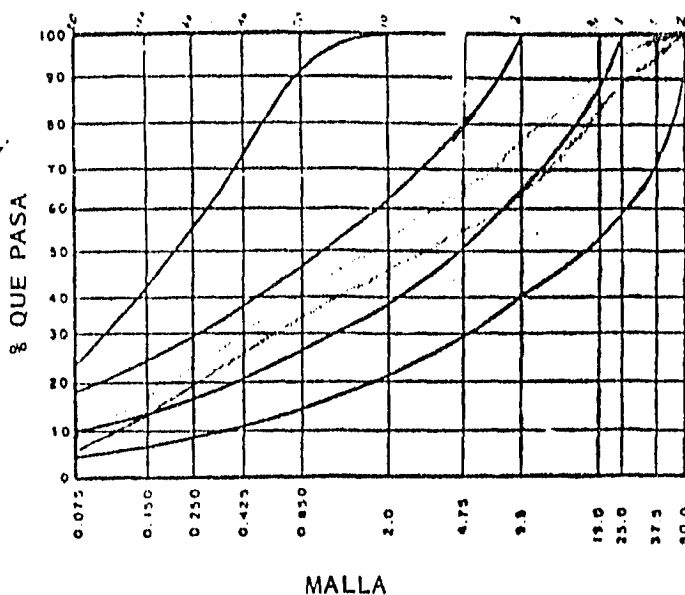
## INFORME DE ENSAYE EN MATERIALES PARA SUB-BASE Y BASE

OBRA <b>BANCOS "CERRO DEL TEZONTLE" Y "EL MAYORAZCO"</b>	ENSAYES No. _____
LOCALIZACION <b>TRATAMIENTO NORORIENTE DE TOLUCA</b> (ciudad, camino, tramo, kilómetro, origen del cadenamiento, etc.)	FECHA DE RECIBO <b>DIC-92</b>
	FECHA DE INFORME _____

DATOS DEL MUESTREO	MATERIAL PARA CAPA DE: SUB-BASE [ X ] BASE [ ]
	DESCRIPCION PETROGRAFICA DEL MATERIAL <b>TEZONTLE ROJO Y ARENISCO DE TIPO ANDESITICO</b>
	CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO <b>ESTUDIO DE LABORATORIO</b>
	TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO <b>MACHO (MECLA 750-550) (CARGA DE 0.5 TON)</b>
UBICACION DEL BANCO _____	

P.E. SECO SUELTO kg/m <sup>3</sup>	
P.E.S. MAXIMO kg/m <sup>3</sup>	
HUMEDAD OPTIMA %	
P.F. DEL LUGAR kg/m <sup>3</sup>	
HUMEDAD DEL LUGAR %	

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA



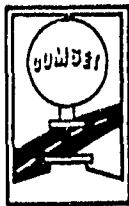
COMPOSICION GRANULOMETRICA	MALLA	RETENIDO	
		EN 50.0	
	EN 37.5		
		% QUE PASA	
	50.0	100	100
	37.5	98	98
	25.0	89	95
	19.0	85	91
	9.5	64	77
	4.75	57	67
	2.00	48	57
	0.85	39	42
	0.429	29	33
	0.200	22	26
	0.150	16	17
	0.075	9	11

V.R.S. (ESTANDAR) %	PRUEBAS EN MAT. MAYOR QUE LA MALLA N <sup>o</sup> m. 9,5
EXPANSION %	ABSORCION %
VALOR CEMENTANTE kg/cm <sup>2</sup>	DENSIDAD
EQUIVALENTE DE ARENA %	OURABILIDAD

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA N <sup>o</sup> m. 0.423	
LIMITE LIQUIDO %	EQUIV. HUM. DE CAMPO %
LIMITE PLASTICO %	CONTRACCION LINEAL %
INDICE PLASTICO %	CLASIFICACION SOP

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES  
**DE ACUERDO CON EL DESFASAMIENTO DE LAS CURVAS GRANULOMETRICAS,  
 LA DEGRADACION ES DE TIPO MEDIO.**

EL LABORATORISTA <b>JOSE ALFREDO AGUILAR R.</b>	EL JEFE DEL LABORATORIO <b>DAVID PARAMO SALGADO</b>	Vo. Bo.
--	--	---------



# compañía mexicana de servicios técnicos y laboratorios de materiales, s.a. de c.v.

RFC MST 890813 2 X 3

REG. CNEC 680

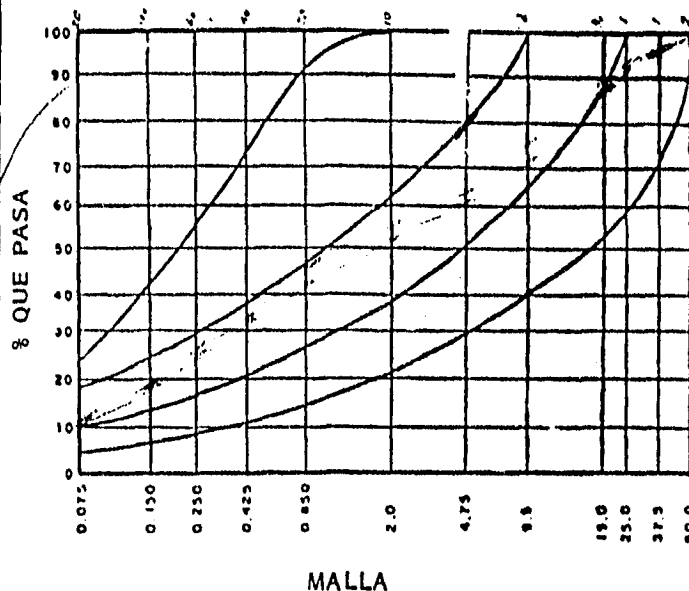
## INFORME DE ENSAYE EN MATERIALES PARA SUB-BASE Y BASE

OBRA <b>BANCOS "CERRO DEL TEZONTLE" Y "EL MAYORAZGO"</b>	ENSAYES No. _____
LOCALIZACION <b>LIBRAMIENTO HORIZONTAL DE TOLUCA</b> (ciudad, camino, tramo, kilómetro, origen del cadenamiento, etc.)	FECHA DE RECIBO <b>VIC-92</b>
	FECHA DE INFORME _____

DATOS DEL MUESTREO	MATERIAL PARA CAPA DE: <b>SUB-BASE [X] BASE [ ]</b>
	DESCRIPCION PETROGRAFICA DEL MATERIAL <b>TEZONTLE ROJO Y ARENISCA DE TIPO ANDESITICO</b>
	CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO <b>ESTUDIO DE LABORATORIO</b>
	TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO <b>NINGUNO (MEZCLA 55%-35%) (CARGA DE 6.5 TON)</b>
	UBICACION DEL BANCO _____

P.E. SECO SUELTO kg/m <sup>3</sup>	
P.E. MAXIMO kg/m <sup>3</sup>	
HUMEDAD OPTIMA %	
P.E. DEL LUGAR kg/m <sup>3</sup>	
HUMEDAD DEL LUGAR %	

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA



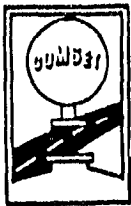
COMPOSICION GRANULOMETRICA	MALLA	RETENIDO	
	EN 50.0		
	EN 37.5		
		% QUE PASA	
	50.0	100	100
	37.5	98	96
	25.0	92	93
	19.0	88	90
	9.5	72	77
	4.75	61	63
	2.00	52	55
	0.85	42	46
	0.429	31	35
	0.200	24	27
	0.150	18	19
	0.075	11	11

V.R.S. (ESTANDAR) %	PRUEBAS EN MAT. MAYOR QUE LA MALLA N <sup>o</sup> m. 9.5
EXPANSION %	ABSORCION %
VALOR CEMENTANTE kg/cm <sup>2</sup>	DENSIDAD
EQUIVALENTE DE ARENA %	DURABILIDAD

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA N <sup>o</sup> m. 0.423	
LIMITE LIQUIDO %	EQUIV. HUM. DE CAMPO %
LIMITE PLASTICO %	CONTRACCION LINEAL %
INDICE PLASTICO %	CLASIFICACION SOP

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES  
DE ACUERDO CON EL DESFASAMIENTO DE LAS CURVAS GRANULOMETRICAS,  
PRACTICAMENTE NO HAY DEGRADACION

EL LABORATORISTA <b>JOSE ALFREDO AGUILAR R.</b>	EL JEFE DEL LABORATORIO <b>DAVID PARAMO SALGADO</b>	Vd. Bo.
--	--	---------



# compañía mexicana de servicios técnicos y laboratorios de materiales, s.a. de c.v.

RFC MST 890813 2 X 3

REG. CNEC 680

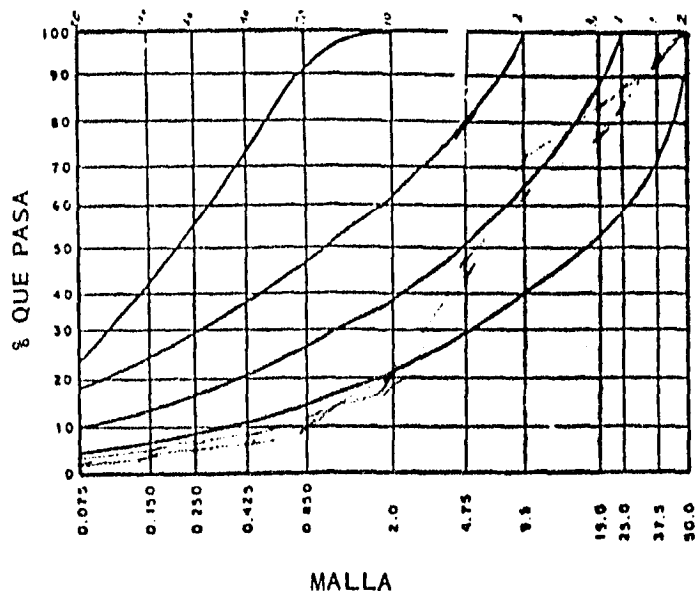
## INFORME DE ENSAYE EN MATERIALES PARA SUB-BASE Y BASE

OBRA <u>BANCO DE LA PEREIRA Y LA CALZADA</u>	ENSAYES No. _____
LOCALIZACION <u>LIBRAMIENTO INDEPENDIENTE DE TOLUCA</u>	FECHA DE RECIBO <u>DICIEMBRE 92</u>
(ciudad, camino, tramo, kilómetro, origen del cadenamiento, etc.)	FECHA DE INFORME _____

DATOS DEL MUESTREO	MATERIAL PARA CAPA DE: SUB-BASE [ X ] BASE [ ]
	DESCRIPCION PETROGRAFICA DEL MATERIAL <u>TEZONTLE NEGRO Y ARENISCA DE TIPO ANDESITICO</u>
	CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO <u>ESTUDIO DE LABORATORIO</u>
	TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO <u>NINGUNO (MEZCLA 35% - 15%) CARGA DE 55 TON.</u>
	UBICACION DEL BANCO _____

P.E. SECO SUELTO kg/m3	
P.E.S. MAXIMO kg/m3	
HUMEDAD OPTIMA %	
P.E. DEL LUGAR kg/m3	
HUMEDAD DEL LUGAR %	

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA



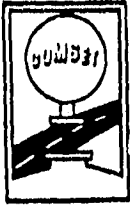
MALLA	RETENIDO	
	EN 50.0	EN 37.5
	% QUE PASA	
50.0	100	100
37.5	93	94
25.0	87	83
19.0	83	78
9.5	71	52
4.75	45	38
2.00	19	20
0.85	12	10
0.429	8	6
0.200	7	5
0.150	6	4
0.075	4	3

V.R.S. (ESTANDAR) %	PRUEBAS EN MAT. MAYOR QUE LA MALLA Núm. 9.5
EXPANSION %	ABSORCION %
VALOR CEMENTANTE kg/cm2	DENSIDAD
EQUIVALENTE DE ARENA %	DURABILIDAD

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA Núm. 0.423	
LIMITE LIQUIDO %	EQUIV. HUM. DE CAMPO %
LIMITE PLASTICO %	CONTRACCION LINEAL %
INDICE PLASTICO %	CLASIFICACION SOP

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES  
**DE ACUERDO CON EL RESULTADO DE LAS CURVAS GRANULOMETRICAS, LA DEGRADACION ES BAJA.**

EL LABORATORISTA <b>G. JOSE A. AGUILAR R.</b>	EL JEFE DEL LABORATORIO <b>G. DAVID PARAMO S.</b>	No. 86.
--	--	---------



compañía mexicana de servicios técnicos  
y laboratorios de materiales, s.a. de c.v.

RFC MST 890813 2 X 3

REG. CNEC 680

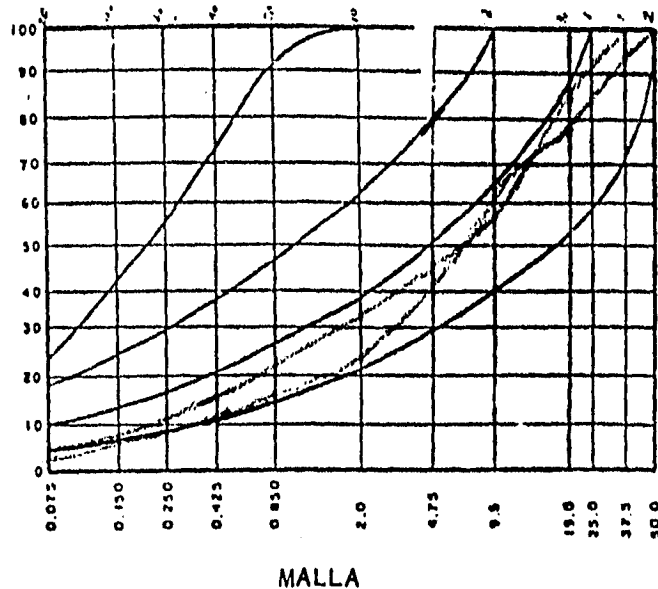
INFORME DE ENSAYE EN MATERIALES PARA SUB-BASE Y BASE

OBRA: BANCOS EL DEBERO Y EL MATOCHAZCO ENSAYES No. \_\_\_\_\_  
 LOCALIZACION: LITERARIO NOROCCIDENTE DE COJIMA FECHA DE RECIBO: DECEMBRE 1992  
(ciudad, camino, tramo, kilometro, origen del cadenamieto, etc.) FECHA DE INFORME: \_\_\_\_\_

DATOS DEL MUESTREO: MATERIAL PARA CAPA DE: SUB-BASE [ ✓ ] BASE [ ]  
 DESCRIPCION PETROGRAFICA DEL MATERIAL: TEZONTLE NEGRO Y ARENISCA DE TIPO AN DESITICO  
 CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO: ESTUDIO DE LABORATORIO  
 TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO: NINGUNO (MEZCLA 75% - 25%) (CARGA DE 6.5 TON)  
 UBICACION DEL BANCO: \_\_\_\_\_

P.E. SECO SUELTO kg/m3	
P.E.S. MAXIMO kg/m3	
HUMEDAD OPTIMA %	
P.E. DEL LUGAR kg/m3	
HUMEDAD DEL LUGAR %	

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA



MALLA	RETENIDO	
	% QUE PASA	% QUE PASA
EN 50.0		
EN 37.5		
50.0	100	100
37.5	95	100
25.0	83	91
19.0	78	84
9.5	66	59
4.75	41	44
2.00	23	31
0.85	17	23
0.429	12	15
0.200	9	11
0.150	7	9
0.075	4	5

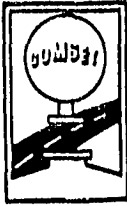
V.R.S. (ESTANDAR) %	PRUEBAS EN MAT. MAYOR QUE LA MALLA NÚM. 9.5
EXPANSION %	ABSORCION %
VALOR CEMENTANTE kg/cm2	DENSIDAD
EQUIVALENTE DE ARENA %	DURABILIDAD

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TANIZADO POR LA MALLA NÚM. 0.423	
LIMITE LIQUIDO %	EQUIV. HUM. DE CAMPO %
LIMITE PLASTICO %	CONTRACCION LINEAL %
INDICE PLASTICO %	CLASIFICACION SOP

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES: DE ACUERDO CON EL DESFASAMIENTO DE LAS CURVAS GRANULOMETRICAS LA DEGRADACION ES DE TIPO MEDIO

EL LABORATORISTA <b>C. JOSE A. AGUILAR</b>	EL JEFE DEL LABORATORIO <b>C. DAVID PARAMO S.</b>	Vo. Bo.
---	--	---------





compañía mexicana de servicios técnicos  
y laboratorios de materiales, s.a. de c.v.

RFC MST 890813 2 X 3

REG. CNEC 680

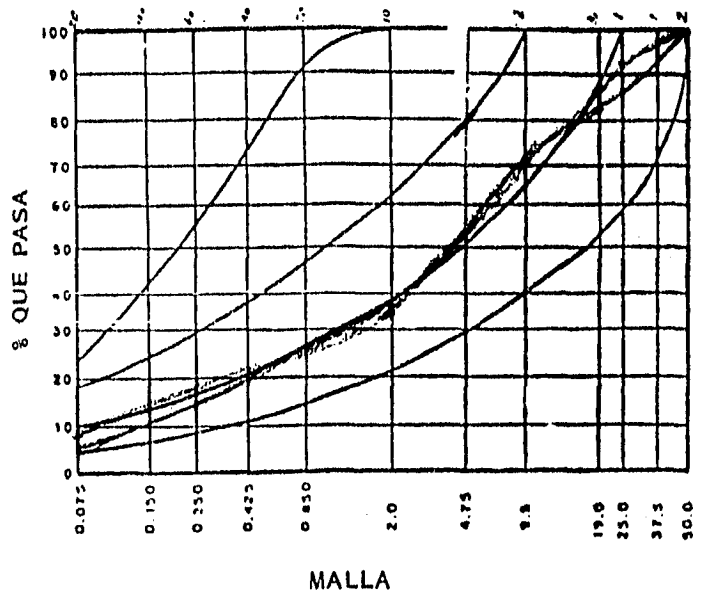
INFORME DE ENSAYE EN MATERIALES PARA SUB-BASE Y BASE

OBRA BANCOS EL PERICO Y EL MAYORAZGO ENSAYES No. \_\_\_\_\_  
 LOCALIZACION LITRAMIENTO NOROCCIDENTE DE TOLUCA FECHA DE RECIBO DICIE MBRE 1992  
 (ciudad, camino, tramo, kilómetro, origen del cadenamiento, etc.) FECHA DE INFORME \_\_\_\_\_

DATOS DEL MUESTREO MATERIAL PARA CAPA DE: SUB-BASE  ] BASE [ ]  
 DESCRIPCION PETROGRAFICA DEL MATERIAL TEZONTLE NEGRO Y ARENISCA DE TIPO ANDESITICO  
 CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO ESTUDIO DE LABORATORIO  
 TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO NINGUNA (MEZCLA 65% - 35%) (CARGA DE 6.5 TON)  
 UBICACION DEL BANCO \_\_\_\_\_

P.E. SECO SUELTO kg/m3	
P.E.S. MAXIMO kg/m3	
HUMEDAD OPTIMA %	
P.E. DEL LUGAR kg/m3	
HUMEDAD DEL LUGAR %	

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA



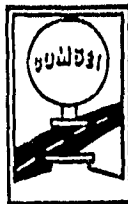
MALLA	RETENIDO	
	EN 50.0	EN 37.5
	QUE PASA	
50.0	100	100
37.5	93	97
25.0	87	93
19.0	82	87
9.5	74	70
4.75	55	54
2.00	38	36
0.85	29	25
0.429	20	22
0.200	16	17
0.150	12	14
0.075	7	9

V.R.S. (ESTANDAR) %	PRUEBAS EN MAT. MAYOR QUE LA MALLA NGm, 9.5
EXPANSION %	ABSORCION %
VALDR CEMENTANTE kg/cm2	DENSIDAD
EQUIVALENTE DE ARENA %	DURABILIDAD

PRUEBAS SOB RE MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA NGm, 0.423	
LIMITE LIQUIDO %	EQUIV. HUM. DE CAMPO %
LIMITE PLASTICO %	CONTRACCION LINEAL %
INDICE PLASTICO %	CLASIFICACION SOP

OBSERVACIONES Y RECDMENDACIONES  
**DE ACUERDO CON EL DESFASAMIENTO DE LAS CURVAS GRANULOMETRICAS LA DEGRADACION ES MINIMA**

EL LABORATORISTA <b>C. JOSE A AGUILAR R</b>	EL JEFE DEL LABORATORIO <b>C. DAVID PARAMO S.</b>	Vo. Bo.
--	--	---------



# compañía mexicana de servicios técnicos y laboratorios de materiales, s.a. de c.v.

RFC MST 890813 2 X 3

REG. CNEC 680

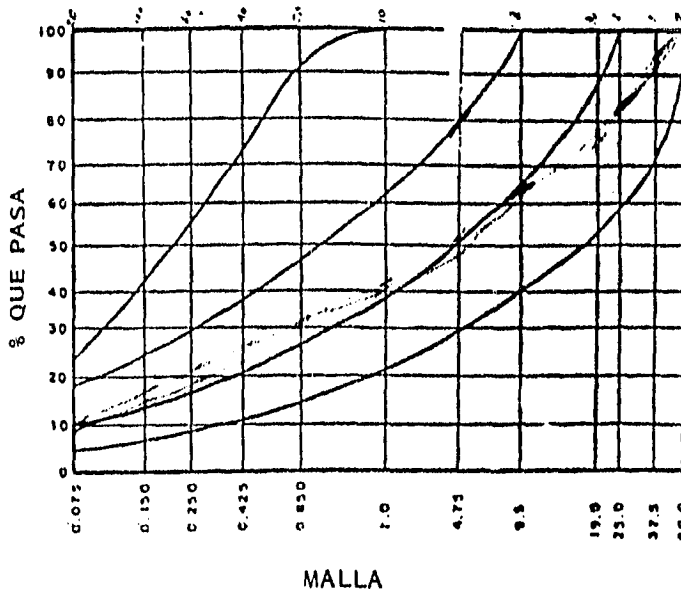
## INFORME DE ENSAYE EN MATERIALES PARA SUB-BASE Y BASE

OBRA <b>BANCOS M. PERICO Y EL MAYORAZGO</b>	ENSAYES No. _____
LOCALIZACION <b>TRAMIENTO NOROCCIDENTE DE TOLUCA</b> <small>(ciudad, camino, tramo, kilómetro, origen del cadenamiento, etc.)</small>	FECHA DE RECIBO <b>DICIEMBRE 1992</b>
FECHA DE INFORME _____	

DATOS DEL MUESTREO	MATERIAL PARA CAPA DE: SUB-BASE [ X ] BASE [ ]
	DESCRIPCION PETROGRAFICA DEL MATERIAL <b>TERON M. T. NUEVO DENSO Y ARDINISCA DE TIPO ANDE</b>
	CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO <b>ESTUDIO DE LABORATORIO</b>
	TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO <b>NINGUNO (MEZCLA 85 - 150 (CARGA DE 6.5 TON) BITICO</b>
	UBICACION DEL BANCO _____

P.E. SECO SUELTO kg/m <sup>3</sup>		
P.E.S. MAXIMO kg/m <sup>3</sup>		
HUMEDAD OPTIMA %		
P.E. DEL LUGAR kg/m <sup>3</sup>		
HUMEDAD DEL LUGAR %		

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA



COMPOSICION GRANULOMETRICA	MALLA	RETENIDO	
		EN 50.0	
	EN 37.5		
		% QUE PASA	
	50.0	100	100
	37.5	92	95
	25.0	83	83
	19.0	78	76
	9.5	63	63
	4.75	49	52
	2.00	40	41
	0.85	31	32
	0.429	23	27
	0.200	19	21
	0.150	15	17
	0.075	9	10

V.R.S. (ESTANDAR) %	PRUEBAS EN MAT. MAYOR QUE LA MALLA N <sup>o</sup> m. 9.5
EXPANSION %	ABSORCION %
VALOR CEMENTANTE kg/cm <sup>2</sup>	DENSIDAD
EQUIVALENTE DE ARENA %	DURABILIDAD

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA N <sup>o</sup> m. 0.425	
LIMITE LIQUIDO %	EQUIV. HUM. DE CAMPO %
LIMITE PLASTICO %	CONTRACCION LINEAL %
INDICE PLASTICO %	CLASIFICACION SOP

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES: **DE ACUERDO CON EL DESFASAMIENTO DE LAS CURVAS GRANULOMETRICAS PRACTICAMENTE NO HAY DESFASAMIENTO**

EL LABORATORISTA <b>C. JOSE A. AGUILAR R</b>	EL JEFE DEL LABORATORIO <b>C. DAVID PARAMO S.</b>	Vo. Bo.
---	--	---------



# compañía mexicana de servicios técnicos y laboratorios de materiales, s.a. de c.v.

RFC MST 890813 2 X 3

REG. CNEC 680

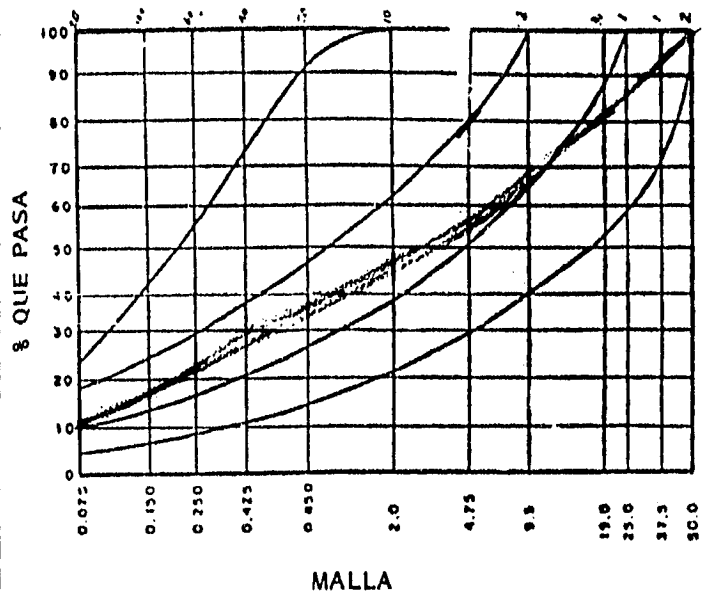
## INFORME DE ENSAYE EN MATERIALES PARA SUB-BASE Y BASE

OBRA <b>BANCOS EL PERICO Y EL MAYOMAZGO</b>	ENSAYES No. _____
LOCALIZACION <b>LITRAMIENTO NOROCCIDENTE DE TOLUCA</b> (ciudad, camino, tramo, kilómetro, origen del cadenamiento, etc.)	FECHA DE RECIBO <b>DICEMBRE 1992</b>
	FECHA DE INFORME _____

DATOS DEL MUESTREO	MATERIAL PARA CAPA DE: SUB-BASE <input checked="" type="checkbox"/> ] BASE [ ]
	DESCRIPCION PETROGRAFICA DEL MATERIAL <b>TEZONTLE NEGRO DENSO Y ARENISCA DE ORIGEN ANDESITICO</b>
	CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO <b>ESTUDIO DE LABORATORIO</b>
	TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO <b>NINGUNO (MEZCLA 75%-25%) (CARGA DE 6.5 TO N)</b>
	UBICACION DEL BANCO _____

P.E. SECO SUELTO kg/m3		
P.E.S. MAXIMO kg/m3		
HUMEDAD OPTIMA %		
P.E. DEL LUGAR kg/m3		
HUMEDAD DEL LUGAR %		

### GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA



COMPOSICION GRANULOMETRICA	RETENIDO	
	QUE PASA	QUE PASA
50.0	100	100
37.5	94	93
25.0	89	89
19.0	81	81
9.5	69	70
4.75	54	58
2.00	45	49
0.85	36	38
0.429	28	31
0.200	24	25
0.150	18	18
0.075	11	11

V.R.S. (ESTANDAR) %	PRUEBAS EN MAT. MAYOR QUE LA MALLA N <sup>o</sup> m. 9.5
EXPANSION %	ABSORCION %
VALOR CEMENTANTE kg/cm2	DENSIDAD
EQUIVALENTE DE ARENA %	DURABILIDAD

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA N <sup>o</sup> m. 0.423	
LIMITE LIQUIDO %	EQUIV. HUM. DE CAMPO %
LIMITE PLASTICO %	CONTRACCION LINEAL %
INDICE PLASTICO %	CLASIFICACION SOP

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES **DE ACUERDO CON EL DESPASAMIENTO DE LAS CURVAS GRANULOMETRICAS LA DENSIFICACION ES BAJA**

EL LABORATORISTA <b>C. JOSE A. AGUILAR R</b>	EL JEFE DEL LABORATORIO <b>C. DAVID PARAMO S,</b>	Vc. Bo.
---	--	---------



compañía mexicana de servicios técnicos  
y laboratorios de materiales, s.a. de c.v.

RFC MST 890813 2 X 3

REG. CNEC 680

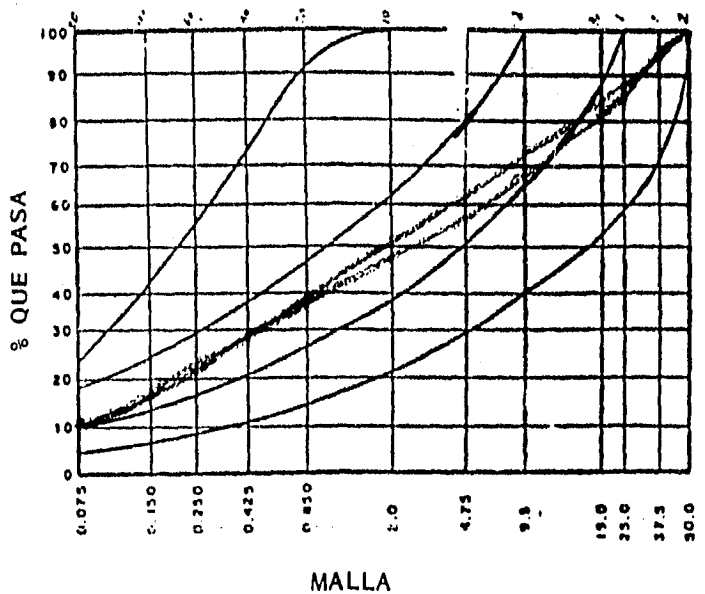
INFORME DE ENSAYE EN MATERIALES PARA SUB-BASE Y BASE

OBRA <b>BANCO EL PERICO Y EL MAYORAGO</b>	ENSAYES No.
LOCALIZACION <b>LIBRAMIENTO HOYERONTE DE CALIQUA</b> (ciudad, camino, tramo, kilómetro, origen del cadenamiento, etc.)	FECHA DE RECIBO <b>DIOS BRE 92</b>
	FECHA DE INFORME

DATOS DEL MUESTREO	MATERIAL PARA CAPA DE: SUB-BASE [x] BASE [ ]
	DESCRIPCION PETROGRAFICA DEL MATERIAL <b>TEZONTE NEGRO PUNZO Y A BENISCA D E TIPO A NDESITICO</b>
	CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO <b>ESTUDIO DE LABORATORIO</b>
	TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO <b>NINGUNO (MEZCLA 65% - 35%) (CARGA DE 6.5 TON)</b>
	UBICACION DEL BANCO

P.E. SECO SUELTO kg/m3	
P.E.S. MAXIMO kg/m3	
HUMEDAD OPTIMA %	
P.E. DEL LUGAR kg/m3	
HUMEDAD DEL LUGAR %	

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA



COMPOSICION GRANULOMETRICA	MALLA	RETENIDO	
		EN 50.D	
	EN 37.5		
		% QUE PASA	
	50.0	100	100
	37.5	96	98
	25.0	89	87
	19.0	85	82
	9.5	74	70
	4.75	61	58
	2.00	51	49
	0.85	40	39
	0.429	30	30
	0.200	25	23
	0.150	18	16
	0.075	11	10

V.R.S. (ESTANDAR) %	PRUEBAS EN MAT. MAYOR QUE LA MALLA Núm. 9.5
EXPANSION %	ABSORCION %
VALOR CEMENTANTE kg/cm2	DENSIDAD
EQUIVALENTE DE ARENA %	DURABILIDAD

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA Núm. 0.423	
LIMITE LIQUIDO %	EQUIV. HUM. DE CAMPO %
LIMITE PLASTICO %	CONTRACCION LINEAL %
INDICE PLASTICO %	CLASIFICACION SOP

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES **DE ACUERDO CON EL DESFASEAMIENTO DE LAS CURVAS GRANULOMETRICAS LA DEGRADACION ES BAJA**

EL LABORATORISTA <b>C. JOSE A. AGUILAR R</b>	EL JEFE DEL LABORATORIO <b>C. DAVID PARAMO S</b>	Vo. Bo.
---	---	---------

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

## BIBLIOGRAFIA

- ◆ "XI CENSO GENERAL DE LA POBLACION Y VIVIENDA 1990  
ESTADO DE MEXICO" TOMO I, II, III, IV  
INEGI
- ◆ "ANUARIO ESTADISTICO DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS 1991"  
INEGI
- ◆ "ANUARIO ESTADISTICO DEL ESTADO DE MEXICO. 1991, 1992"  
INEGI
- ◆ "ALMANAQUE DEL ESTADO DE MEXICO", 1983.
- ◆ "SINTESIS GEOGRAFICA DEL ESTADO DE MEXICO"  
INGE
- ◆ "ESTUDIOS DE ORIGEN Y DESTINO 1983-1984"  
DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS TECNICOS  
MEXICO, SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
- ◆ "MANUAL DE PROYECTO GEOMETRICO DE CARRETERAS"  
SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS  
MEXICO, 1971.
- ◆ SEMINARIO DE TESIS  
"CARRETERA MEXICO-TOLUCA TRAMO LA VENTA- LA MARQUEZA"  
U.N.A.M. MEXICO, 1986.
- ◆ RAFAEL ABURTO VALDES  
"MAQUINARIA PARA CONSTRUCCION"  
FUNDEC
- ◆ RAFAEL ABURTO VALDES  
"COSTOS EN LA CONSTRUCCIÓN"  
FUNDEC
- ◆ DIRECCION HIDROLOGICA DE LA SARH. "BOLETIN HIDROLOGICO  
Nº51, REGION HIDROLOGICA Nº 12"  
DIRECCION GENERAL DE ESTUDIOS DE LA SUBSECRETARIA DE  
PLANEACION, 1984.