

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

TRABAJO FINAL PARA OPTAR POR LA ESPECIALIDAD EN CONSTRUCCION

TEMA:

"ANALISIS ECONOMICO COMPARATIVO DE TRES ALTERNATIVAS  
DE REHABILITACION DEL PAVIMENTO, EN EL TRAMO OZULUA  
MA - TAMPICO, DEL CAMINO TUXPAN - TAMPICO.

SUSTENTADA POR:

ING. LUIS ALFREDO ROMERO PATNELLA.

JULIO, 1985.

MEXICO, D.F.



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.



DEPT

T. UNAM  
1 9 8 5  
ROM

DEDICATORIAS

A MI TIA:

LIC. ARGENTINA PATNELLA CEBALLOS, por los incontables e innegables sacrificios que realizó día tras día, para que yo llegara a este gran momento de mi vida.

A MI MADRE:

DRA. ANA LUISA PATNELLA DE ROMERO, ya que sin su ayuda, apoyo y enseñanzas no sería el hombre que soy hoy.

A MI PADRE:

LIC. LUIS ALCIBIADES ROMERO MOQUETE, por la confianza que siempre depositó en mí.

A MIS HERMANOS:

LUISA, LUIS AMAURY, LUIS DANIEL Y KIRSY ESMERALDA, con cariño.

A MI TIO:

ANGEL LUIS PATNELLA CEBALLOS, quien siempre ha sido uno de mis más sólidos apoyos, sabes que mi triunfo es el tuyo.

A MI MERA:

Prometiéndole que siempre recordaré sus consejos.

A MI ABUELA:

ENRIQUETA MOQUETE, con cariño.

A MI NOVIA:

MIREYA EDITH ESCOTO GONZALEZ, por su apoyo en todo momento y su respaldo decidido en momentos de flaqueza.

A MI GRAN AMIGO:

M. EN I. MIGUEL CAMILO BACHA PEÑA, quien es la persona que más contribuyó a alcanzar lo logrado.

A MIS COMPAÑEROS:

ING. PEDRO SOLANO BENITEZ E ING. JOSE CARLOS BATISTA, quienes fueron personas que me ayudaron y creyeron en mi desde el primer día.

A MI PROFESOR:

ING. ROBERTO SOSA GARRIDO, por su excelente asesoría en todo momento que la necesité.

A LA COMPAÑIA CONSTRUCTORA NACIONAL (COCONAL):

En especial, a mi amigo, LIC. OSCAR JIMENEZ, por desinteresado apoyo.

A MIS AMIGOS:

CARLOS JUAN CABRERA, LIC. ROBINSON TEJADA, ING. -- EDUARDO SELLA, ING. MIGUEL MATOS, ING. IVAN ORJUELA, DR. RAMON PEÑA, ING. RUSKAIN ACEVEDO, MARIA XIMENA BAHAMON, FIDEL Y RAUL, M. EN I. LUIS OSVALDO - SAILLAIN, RAMON ANTONIO GARCIA, FERNANDO RIVERA.

AGRADECIMIENTO A LAS SIGUIENTES PERSONAS:

ING. SANTIAGO CORRO, ALFREDO MANUEL PATNELLA, AMERICO SANTIAGO PATNELLA, ALBA ROMERO DE SANCHEZ.

A LOS PROFESORES:

De la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería, Sección de Construcción de la Universidad Nacional Autónoma de México, por todo lo que de cada uno de ellos aprendí.

Y MUY EN ESPECIAL:

A mi amiga MINERVA IVONNE ESCOTO GONZALEZ, quien fue la persona que me ayudo a máquinar el siguiente trabajo.

G R A C I A S .

" C O N T E N I D O "

	Págs.
I. INTRODUCCION .....	1
II. DESCRIPCION DEL SUB-TRAMO ESTUDIADO .....	2
III. CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA Y DE LA SUB-ESTRUCTURA ACTUALES .....	4
IV. DISPONIBILIDAD DE MATERIALES EN LA REGION PARA LA REESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO ..	42
V. ANALISIS DE TRES ALTERNATIVAS DE REESTRUC TURACION .....	55
VI. ANALISIS DE COSTOS .....	73
VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	86
VIII. BIBLIOGRAFIA .....	88
APENDICE .....	89

I

INTRODUCCION

Este trabajo es un Análisis Comparativo de Tres Alternativas de Rehabilitación del Pavimento en el tramo Ozulama-Tampico, del camino TUXPAN-TAMPICO.

Tiene por objetivo principal, aportar algunas alternativas posibles de reestructuración del pavimento de dicho tramo de carretera.

Se hace una descripción de la zona estudiada (capítulo II), señalando las condiciones climatológicas y geológicas. También, un análisis de las condiciones del pavimento actual (capítulo III), mediante una serie de pozos a cielo abierto a lo largo de la carretera.

Luego se presenta la localización y características de los bancos de materiales disponibles para la rehabilitación de la vía, (capítulo IV).

Más adelante, (capítulo V), se proponen tres alternativas posibles para la reestructuración del pavimento, y en el capítulo VI un análisis de costos de cada una de ellas, para ver cuales son las diferencias entre una y otra.

Finalmente, (capítulo VII), se incluye una serie de conclusiones y recomendaciones, después de plantear los resultados obtenidos.



## II

### DESCRIPCION DEL SUD-TRAMO ESTUDIADO

El sub-tramo de Ozuluama-Tampico, se localiza en el camino Tuxpan-Tampico. La distancia del sub-tramo es de Km 124 + 000 hasta el Km 191 + 000, con un ancho de corona de 8.00 M. A continuación se presenta la carretera a través de un mapa ( fig. 2.1.).

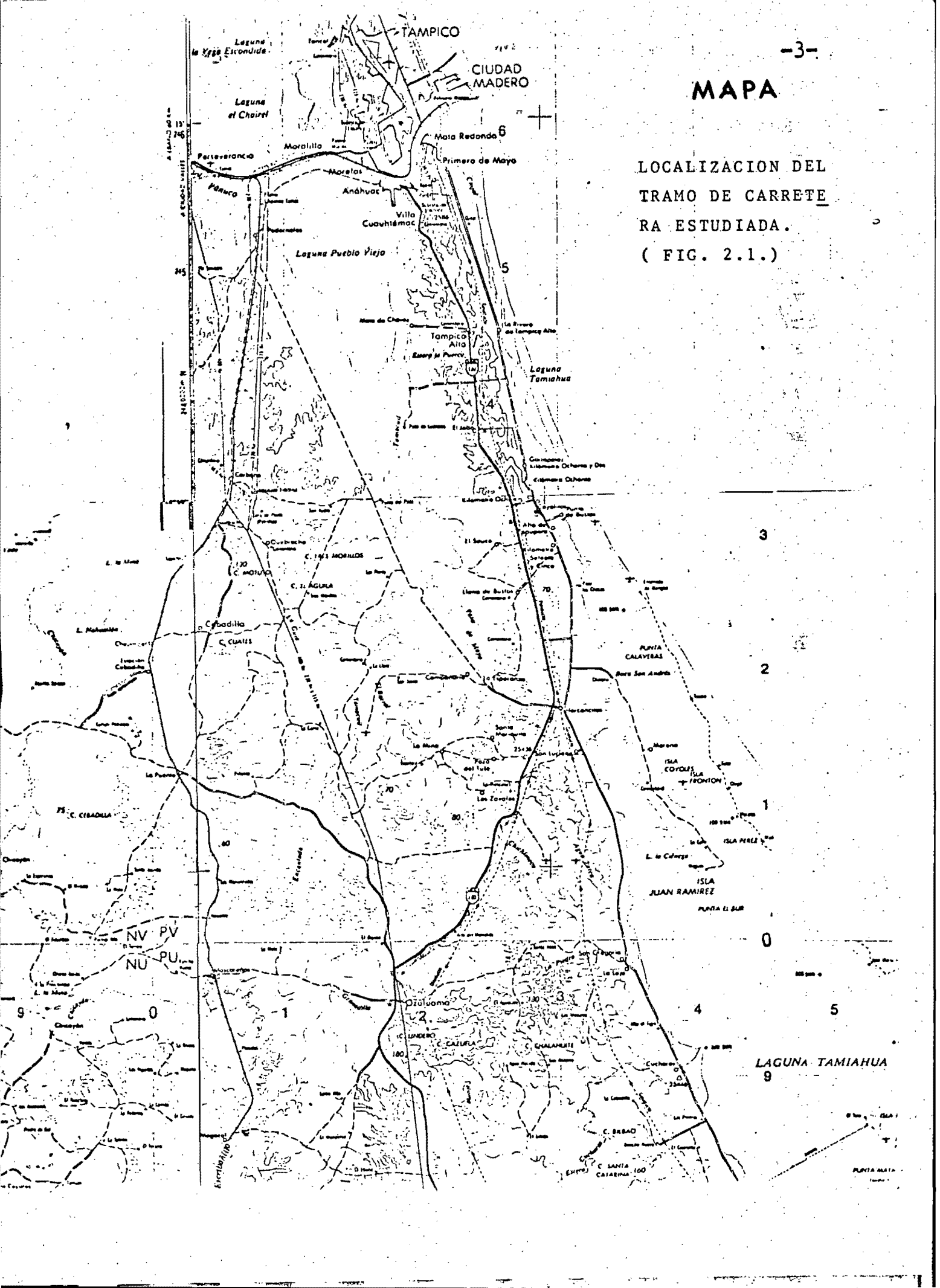
De acuerdo con la carta hipsográfica en la sección de topografía, nos encontramos en una zona cuyo rango de altura esta comprendido entre 0 a 200 M.

En esta zona las temperaturas medias anuales oscilan entre 24°C a 26°C, siendo la temperatura media de mes más caluroso, mayor de 22°C.

Nos encontramos con un clima tropical, ecuatorial, tipo amazónico, caluroso regularmente, con suficiente precipitación todos los meses.

# MAPA

LOCALIZACION DEL TRAMO DE CARRETERA ESTUDIADA. ( FIG. 2.1.)



### III

#### CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA Y DE LA SUB-ESTRUCTURA ACTUALES.-

##### 3.1.- ESTADO ACTUAL DE LA SUPERFICIE DEL PAVIMENTO.-

La superficie del pavimento existente es de carpeta asfáltica, donde el 60% son zonas inestables, baches con agrietamientos reticulares, casi generalizados, de intensidad mayor a severo. Bacheo de mala calidad, superficial en condiciones inestables.

Este pavimento presenta deformaciones permanentes de la carpeta comprendidas entre 2 y 4 cms., con un valor medio de 3 cms.

El índice de servicio actual medio, (ISA), de la superficie en todo el tramo es de 2.1, comprendido entre 1.8 y 2.5.

##### 3.2.- CUADROS DE 28 POZOS A CIELO ABIERTO Y SU INTERPRETACION. ( TABLA 3.1 a 3.14)

a) Se dividió en dos tramos: 1er tramo, Km 124 + 000 al Km 160 + 000; 2do tramo, Km. 160 + 000 al Km. 191 + 000.

b) Se procedió a sacar la media del valor relativo de soporte en cada uno de los estratos, en cada tramo, así como la desviación estándar y coeficiente de variación para obtener el valor relativo de soporte esperado en el campo, y con éste entrando en la gráfica para diseño estructural de carreteras con pavimentos flexibles del Instituto de Ingeniería UNAM, obtener los espesores de los estratos correspondiente en grava equivalente. Tam-

bién nos va a servir para ver qué estrato cumple con las normas de calidad de materiales para sub-base y base. (Tabla 3.15, 3.16).

c) Se obtuvieron las medias, en cada tramo, del equivalente de arena, límite líquido, o límite plástico, Índice de plasticidad, para cada uno de los estratos, con el objetivo de verificar si cumple con las normas de calidad de materiales para sub-base y base, y así saber para qué se utilizan cada uno de los estratos existentes. (Tabla 3.17, 3.18, 3.19, 3.20).

d) Se sacó las medias, en cada tramo, de los pesos volumétricos secos máximos ( $\text{kg}/\text{M}^3$ ), a nivel de sub-rasante, para utilizarla en el análisis del pavimento por prueba de expansión Hveem (Tabla 3.21, 3.22).

e) Se realizó el cálculo de las medias, por presión de expansión Hveem ( $\text{T}/\text{M}^2$ ), a nivel de sub-rasante, con el fin de verificar si hay que aumentar el espesor por expansión. (Tabla 3.23, 3.24).

f) Por último, se obtuvieron las medias de los espesores de cada estrato, la desviación estándar y el coeficiente de variación, para encontrar el espesor real que tenemos actualmente. Luego se graficó esos espesores para cada tramo, utilizando el factor de grava equivalente correspondiente para su evaluación, así conseguir el espesor en grava equivalente. (Tabla 3.25, 3.26).

CAMINO: TUXPAN - TAMPICO

ORIGEN: TUXPAN, VERACRU

TRAMO: -OZULUAMA - TAMPICO

SUBTRAMO: Km. 124 + 000 AL Km. 191 + 000

CARACTERISTICAS DEL PAVIMENTO ACTUAL.

UBICACION.		P.C.A. 1 Km. 125 + 000					P.C.A. 2 Km. 127 + 000				
CARACTERISTICA		1C	2B	3 SB	4SR	5 TERR	1C	2B	3 SB	4 SR	5 TERR
Muestra num.		5	20	20	30	INDEF.	4	22	19	32	INDEF.
ESPEJOR	ESPESOR DEL ESTRATO (CMS)		38	38	9.5	76		38	50.8	9.5	50.8
	TAMAÑO MAX. PARTICULAS (MM)		50	66	92	98		46	68	93	95
	% QUE PASA LA MALLA 4		23	36	87	93		19	29	90	89
	" " " " " 200		32	41	66	78		28	39	60	74
	Límite líquido (%)		16	14	16	19		15	14	16	18
	Límite plástico (%)		28	22				31	20		
	EQUIVALENTE DE ARENA (%)		1825	1760	1611	1490		1841	1700	1638	1465
	Peso Vol. seco natural (kg/m³)		8	12	15	36		7	11	12	37
	Humedad natural (%)		1930	1860				1925	1830		
	Peso Vol. seco máximo (kg/m³)		9	10				9	11		
	Humedad Optima (%)		78	56				66	59		
	Valor Relativo de soporte (%)		0.03	0.02				0.02	0.01		
	% de expansión		1560	1460				1585	1490		
	Peso Vol. seco suelo (kg/m³)				1700	1670				1740	1670
	Peso Vol. seco máxima (kg/m³)				27	33				26	32
	Humedad Optima (%)				3.6	3.8				4.6	3.2
	V. R. S. Natural				1.89	2.10				2.02	1.98
	V. R. S. SATURADO PRESSION DE EXPANSION DE HVEEN (T/m²)										

C: CARPETA ASFALTICA  
 B: BASE  
 SB: SUB-BASE  
 SR: SUBRASANTE  
 TERR: TERRACERIAS

Tabla 3.1.

CAMINO: TUXPAN - TAMPICO

ORIGEN: TUXPAN, VERACRUZ

TRAMO: OZULUAMA - TAMPICO

SUBTRAMO: Km. 124 + 000 AL Km. 191 + 000

CARACTERISTICAS DEL PAVIMENTO ACTUAL.

-7-

CARACTERISTICA		UBICACION.					P.C.A. 3 Km. 129 + 500					P.C.A. 4 Km. 132 + 000				
Muestra num.		1C	2B	3 SB	4SR	5 TERR	1C	2B	3 SB	4 SR	5 TERR	1C	2B	3 SB	4 SR	5 TERR
CAPILARIDAD	ESPESOR DEL ESTRATO (CMS)	6.5	18	24	26	INDEF.	5	21	18	32	INDEF.					
	TAMAÑO MAX. PARTICULAS (MM)		38	38	13	2		38	38	9.5	4.8					
	% QUE PASA LA MALLA 4		46	65	100	100		48	72	95	100					
	" " " " " 200		16	30	90	98		21	28	88	83					
LÍMITE	Límite líquido (%)		34	36	62	74		30	41	68	79					
	Límite plástico (%)		15	12	15	18		15	12	18	15					
EQUIVALENTE DE ARENA (%)			33	23				32	18							
Peso Vol. seco natural (kg/m <sup>3</sup> )			1819	1768	1643	1520		1835	1745	1640	1515					
Humedad natural (%)			8	14	16	34		7	14	17	24					
FACTORES ESTÁNDAR	Peso Vol. seco máximo (kg/m <sup>3</sup> )		1920	1845				1945	1845							
	Humedad Optima (%)		10	10				7	9							
	Valor Relativo de soporte (%)		82	48				61	52							
	% de expansión		0.00	0.03				0.00	0.02							
Peso Vol. seco suelto (kg/m <sup>3</sup> )			1525	1450				1575	1480							
PROCTOR	Peso Vol. seco máximo (kg/m <sup>3</sup> )				1690	1650					1710	1675				
	Humedad Optima (%)				24	30					25	34				
V. R. S. Natural					2.8	2.0					2.9	2.5				
V. R. S. SATURADO PRESSION DE EXPANSION 2 HVEEM (T/m <sup>2</sup> )					1.93	2.2					2.05	2.4				

C: CARPETA ASFALTICA  
 B: BASE  
 SB: SUB-BASE  
 SR: SUBRASANTE  
 TERR: TERRACERIAS

Tabla 3.2.

CAMINO: TUXPAN - TAMPICO

ORIGEN: TUXPAN, VERACRUZ

TRAMO: -OZULUAMA - TAMPICO

SUBTRAMO: Km. 124 + 000 AL Km. 191 + 000

CARACTERISTICAS DEL PAVIMENTO ACTUAL.

UBICACION.		P.C.A. 5 Km. 134 + 000					P.C.A. 6 Km. 136 + 500				
CARACTERISTICA		1C	2B	3 SB	4SR	5 TERR	1C	2B	3 SB	4 SR	5 TERR
Muestra num.		4	20	21	26	INDEF.	6	22	16	32	INDEF.
LIMITES GRANULOMETRICA	ESPESOR DEL ESTRATO (CMS)		38	50.8	4.8	4.8	38	38	13	4.8	4.8
	TAMAÑO MAX. PARTICULAS (MM)		54	48	100	100		42	38	100	100
	% QUE PASA LA MALLA 4		26	16	85	88		12	9	79	96
	" " " " " 200										
LIMITES LIQUIDA	Límite líquido (%)		28	39	60	63		35	28	59	73
	Límite plástico (%)		14	16	15	14		14	10	12	21
EQUIVALENTE DE ARENA (%)			23	25				18	38		
Peso Vol. seco natural (kg/m³)			1810	1790	1622	1495		1800	1815	1710	1304
Humedad natural (%)			10	10	18	38		12	11	10	27
LIMITES ESTADISTICA	Peso Vol. seco máximo (kg/m³)		1910	1880				1930	1920		
	Humedad Optima (%)		10	8				12	13		
	Valor Relativo de soporte (%)		70	65				63	75		
	% de expansión		0.01	0.00				0.02	0.00		
Peso Vol. seco suelto (kg/m³)			1580	1465				1560	1580		
FACTORES	Peso Vol. seco máximo (kg/m³)				1710	1680				1740	1630
	Humedad Optima (%)				27	32				26	23
V. R. S. Natural					3.0	4.2				4.3	2.3
V. R. S. SATURADO PRESION DE EXPANSION 2 HVEEN (T/m²)					2.54	1.76				1.8	0.8

C: CARPETA ASFALTICA  
 B: BASE  
 SB: SUB-BASE  
 SR: SUBRASANTE  
 TERR: TERRACERIAS

Tabla 3.3.

CAMINO: TUXPAN - TAMPICO

ORIGEN: TUXPAN, VERACRUZ

TRAMO: OZULUAMA - TAMPICO

SUBTRAMO: Km. 124 + 000 AL Km. 191 + 000

CARACTERISTICAS DEL PAVIMENTO ACTUAL.

UBICACION.		P.C.A. 7 Km. 138 + 000					P.C.A. 8 Km. 140 + 500				
CARACTERISTICA		1C	2B	3 SB	4SR	5 TERR	1C	2B	3 SB	4 SR	5 TERR
Muestra num.		6	23	23	29	INDEF.	5.5	25	19	33	INDEF.
LIMITES GRANULOMETRIA	ESPESOR DEL ESTRATO (CMS)		38	38	13	76		38	38	4.8	19
	TAMAÑO MAX. PARTICULAS (MM)		58	60	97	89		64	42	100	76
	% QUE PASA LA MALLA 4		22	28	89	76		25	19	93	42
	" " " " " 200		26	42	69	73		28	31	58	78
	Límite líquido (%)		13	17	18	28		15	16	22	32
	Límite plástico (%)		28	19				26	34		
EQUIVALENTE DE ARENA (%)			1880	1710	1630	1510		1840	1780	1645	1570
Peso Vol. seconatural (kg/m³)			9	11	16	25		11	11	18	
Humedad natural (%)			1915	1790				1920	1790		
LIMITES ESTANDAR	Peso Vol. seco máximo (kg/m³)		12	11				11	15		
	Humedad Optima (%)		59	64				63	60		
	Valor Relativo de soporte (%)		0.01	0.02				0.00	0.00		
	% de expansión		1350						1480		
Peso Vol. seco suelto (kg/m³)					1730	1650					1640
PROCTOR	Peso Vol. seco máxima (kg/m³)				32	32					34
	Humedad Optima (%)				2.6	3.8				3.6	3.2
V. R. S. Natural	V. R. S. SATURADO PRESION DE EXPANSION DE HVEEN (T/m²)				2.72	1.43				2.05	3.22

C: CARPETA ASFALTICA  
 B: BASE  
 SB: SUB-BASE  
 SR: SUBRASANTE  
 TERR: TERRACERIAS

Tabla 3.4.



CAMINO: TUXPAN - TAMPICO

ORIGEN: TUXPAN, VERACRUZ

TRAMO: OZULUAMA - TAMPICO

SUBTRAMO: Km. 124 + 000 AL Km. 191 + 000

CARACTERISTICAS DEL PAVIMENTO ACTUAL.

UBICACION.		P.C.A. 9 Km. 143 + 000					P.C.A. 10 Km. 145 + 000				
CARACTERISTICA		1C	2B	3 SB	4SR	5 TERR	1C	2B	3 SB	4 SR	5 TERR
Muestra num.		5	21	24	29	INDEF.	4.5	18	28	26	INDEF.
ESPEJOR DEL ESTRATO (CMS)			38	38	4.8	19		38	38	4.8	4.8
TAMAÑO MAX. PARTICULAS (MM)			62	48	100	94		53	58	100	100
% QUE PASA LA MALLA 4			21	18	92	87		23	25	94	93
" " " " " 200			31	43	70	69		36	39	58	72
Límite líquido (%)			18	16	19	14		21	18	12	19
Límite plástico (%)			32	24				23	28		
EQUIVALENTE DE ARENA (%)			1840	1753	1612	1545		1840	1770	1680	1570
Peso Vol. seco natural (kg/m³)			10	9	26	36		9	17	16	18
Humedad natural (%)			1930	1780				1915	1825		
Peso Vol. seco máximo (kg/m³)			10	12				11	12		
Humedad Optima (%)			65	46				48	54		
Valor Relativo de soporte (%)			0.00	0.03				0.02	0.01		
% de expansión			1580	1320				1420	1468		
Peso Vol. seco huelle (kg/m³)					1710	1650				1720	1640
Peso Vol. seco máximo (kg/m³)					24	29				28	30
Humedad Optima (%)					2.0	4.8				3.8	2.6
V. R. S. Natural	V. R. S. SATURADO PRESTION DE EXPANSION DE HVEEN (T/m²)				0.84	1.8				1.32	1.84

C: CARPETA ASFALTICA  
 B: BASE  
 SB: SUB-BASE  
 SR: SUBRASANTE  
 TERR: TERRACERIAS

Tabla 3,5.

CAMINO: TUXPAN - TAMPICO

ORIGEN: TUXPAN, VERACRUZ

TRAMO: OZULUAMA - TAMPICO

SUBTRAMO: Km 124 + 000 AL Km. 191 + 000

CARACTERISTICAS DEL PAVIMENTO ACTUAL.

UBICACION.		P.C.A. 11 Km. 147 + 000					P.C.A. 12 Km. 149 + 500				
CARACTERISTICA		1C	2B	3 SB	4SR	5 TERR	1C	2B	3 SB	4 SR	5 TERR
Muestra num.		6	18	24	34	INDEF.	4.5	18	18	28	INDEF.
LIMITES GRANULOMETRIA	ESPESOR DEL ESTRATO (CMS)										
	TAMAÑO MAX. PARTICULAS (MM)		38	50.8	4.8	4.8		38	38	13	4.8
	% QUE PASA LA MALLA 4		42	68	100	100		50	48	96	100
	" " " " " 200		18	31	85	91		21	18	74	92
	Límite líquido (%)		28	32	58	73		32	46	64	75
	Límite plástico (%)		16	12	18	21		18	15	19	23
	EQUIVALENTE DE ARENA (%)		36	18				32	21		
	Peso Vol. seco natural (kg/m³)		1821	1756	1654	1480		1860	1790	1626	1520
	Humedad natural (%)		10	16	18	36		12	12	19	28
LIMITES ESTANDAR	Peso Vol. seco máximo (kg/m³)		1945	1810				1960	1840		
	Humedad Optima (%)		8	10				10	11		
	Valor Relativo de soporte (%)		76	54				64	63		
	% de expansión		0.00	0.00				0.00	0.00		
	Peso Vol. seco suelto (kg/m³)		1580	1500				1590	1480		
PROCTON	Peso Vol. seco máxima (kg/m³)				1720	1680				1690	1710
	Humedad Optima (%)				26	30				24	26
	V. R. S. Natural				4.8	3.6				4.0	2.8
	V. R. S. SATURADO PRESION DE EXPANSION DE HVEEM (T/m²)				2.32	1.83				2.20	0.84

C: CARPETA ASFALTICA  
 B: BASE  
 SB: SUB-BASE  
 SR: SUBRASANTE  
 TERR: TERRACERIAS

Tabla 3.6.

CAMINO: TUXPAN - TAMPICO

ORIGEN: TUXPAN, VERACRUZ

TRAMO: OZULUAMA - TAMPICO

SUBTRAMO: Km. 124 + 000 AL Km. 191 + 000

CARACTERISTICAS DEL PAVIMENTO ACTUAL.

UBICACION.		P.C.A. 13 Km. 151 + 000					P.C.A. 14 Km. 153 + 000				
CARACTERISTICA	Muestra num.	1C	2B	3 SB	4SR	5 TERR	1C	2B	3 SB	4 SR	5 TERR
GRANULOMETRIA	ESPESOR DEL ESTRATO (CMS)	4.5	22	20	32	INDEF.	4.5	20	20	28	INDEF.
	TAMAÑO MAX. PARTICULAS (MM)		38	50.8	4.8	1.3		38	38	1.0	1.3
	% QUE PASA LA MALLA 4		54	56	100	97		62	66	97	88
	" " " " " 200		20	16	93	92		28	34	88	73
LIMITE LIQUIDO	L(mite líquido (%))		27	41	63	81		36	39	63	75
	L(mite plástico (%))		16	15	18	24		15	12	15	21
EQUIVALENTE DE ARENA (%)			22	16				32	21		
Peso Vol. seco natural (kg/m³)			1865	1780	1680	1535		1860	1785	1640	1590
Humedad natural (%)			10	16	16	32		8	10	13	27
ESTANDAR	Peso Vol. seco máximo (kg/m³)		1945	1790				1930	1810		
	Humedad Optima (%)		8	10				9	14		
	Valor Relativo de soporte (%)		56	62				54	46		
	% de expansión		0.00	0.01				0.01	0.02		
Peso Vol. seco suelto (kg/m³)			1590	1610				1420	1536		
PROCTOR	Peso Vol. seco máximo (kg/m³)				1750	1620				1710	1665
	Humedad Optima (%)				28	26				22	32
V. R. S. Natural	V. R. S. SATURADO PRENSION DE EXPANSION 2 HVEEN (T/m)				3.5	2.0				2.8	4.3
					2.16	1.98				1.69	0.96

C: CARPETA ASFALTICA  
 B: BASE  
 SB: SUB-BASE  
 SR: SUBRASANTE  
 TERR: TERRACERIAS

Tabla 3.7.

CAMINO: TUXPAN - TAMPICO

ORIGEN: TUXPAN, VERACRUZ

TRAMO: OZULUAMA - TAMPICO

SUBTRAMO: Km. 124 + 000 AL Km. 191 + 000

CARACTERISTICAS DEL PAVIMENTO ACTUAL.

UBICACION.		P.C.A. 15 Km. 156 + 000					P.C.A. 16 Km. 158 + 000				
CARACTERISTICA		1C	2B	3 SB	4SR	5 TERR	1C	2B	3 SB	4 SR	5 TERR
Muestra num.		1C	2B	3 SB	4SR	5 TERR	1C	2B	3 SB	4 SR	5 TERR
GRANULOMETRIA	ESPESOR DEL ESTRATO (CMS)	6.0	23	18	32	INDEF.	5.5	20	19	33	INDEF.
	TAMAÑO MAX. PARTICULAS (MM)		38	38	4.8	1.3		38	38	4.8	1.3
	% QUE PASA LA MALLA 4		46	66	100	94		60	60	100	90
	" " " " " 200		16	31	92	88		26	34	88	74
LIMITE	Límite líquido (%)		32	46	72	74		33	38	65	72
	Límite plástico (%)		15	18	18	24		14	19	15	19
EQUIVALENTE DE ARENA (%)			35	18				28	24		
Peso Vol. seco natural (kg/m³)			1840	1765	1625	1596		1825	1790	1700	1466
Humedad natural (%)			8	12	16	26		9	14	13	35
PORTER ESTANDAR	Peso Vol. seco máximo (kg/m³)		1952	1825				1925	1850		
	Humedad Optima (%)		9	12				10	10		
	Valor Relativo de soporte (%)		75	53				62	61		
	% de expansión		0.00	0.00				0.02	0.00		
Peso Vol. seco suelta (kg/m³)			1610	1528				1590	1520		
PROCTOR	Peso Vol. seco máximo (kg/m³)				1740	1650				1785	1630
	Humedad Optima (%)				23	32				23	22
V. R. S. Natural	V. R. S. SATURADO PRESSION DE Expansion 2 HVEEM (T/m²)				3.4	2.6				3.8	2.0
					0.96	1.45				2.02	0.6

C: CARPETA ASFALTICA  
 B: BASE  
 SB: SUB-BASE  
 SR: SUBRASANTE  
 TERR: TERRACERIAS

CAMINO: TUXPAN - TAMPICO

ORIGEN: TUXPAN, VERACRUZ

TRAMO: OZULUAMA - TAMPICO

SUBTRAMO: Km. 124 + 000 AL Km. 191 + 000

CARACTERISTICAS DEL PAVIMENTO ACTUAL.

UBICACION.

CARACTERISTICA

Muestra num.

ESPESOR DEL ESTRATO (CMS)

TAMAÑO MAX. PARTICULAS (MM)

% QUE PASA LA MALLA 4

" " " " " 200

Límite líquido (%)

Límite plástico (%)

EQUIVALENTE DE ARENA (%)

Peso Vol. seco natural (kg/m³)

Humedad natural (%)

Peso Vol. seco máximo (kg/m³)

Humedad Optimo (%)

Valor Relativo de soporte (%)

% de expansión

Peso Vol. seco suelto (kg/m³)

Peso Vol. seco máximo (kg/m³)

Humedad Optimo (%)

V. R. S.

Natural

V. R. S. (%)

SATURADO

PRESTON DE EXPANSION 2 HVEEM (T/m³)

P.C.A. 17 Km. 160 + 000

P.C.A. 18 Km. 161 + 500

	1C	2B	3 SB	4SR	5 TERR	1C	2B	3 SB	4 SR	5 TERR
ESPESOR DEL ESTRATO (CMS)	6	22	19	28	INDEF.	5.5	22	24	32	
TAMAÑO MAX. PARTICULAS (MM)		38	50.8	4.8	4.8		38	38	19	
% QUE PASA LA MALLA 4		52	68	100	100		46	66	85	
" " " " " 200		21	28	90	88		20	28	70	
Límite líquido (%)		29	42	68	76		27	40	46	NO
Límite plástico (%)		14	16	19	22		13	13	28	
EQUIVALENTE DE ARENA (%)		32	25				31	19		SE
Peso Vol. seco natural (kg/m³)		1853	1770	1720	1500		1840	1700	1611	
Humedad natural (%)		11	10	18	28		8	11	15	MUESTREO
Peso Vol. seco máximo (kg/m³)		1920	1880				1930	1835		
Humedad Optimo (%)		10	8				9	10		
Valor Relativo de soporte (%)		79	60				64	60		
% de expansión		0.00	0.01				0.01	0.01		
Peso Vol. seco suelto (kg/m³)		1520	1460				1590	1480		
Peso Vol. seco máximo (kg/m³)				1725	1650				1700	
Humedad Optimo (%)				26	34				27	
V. R. S. Natural				2.7	5.4				7.8	
V. R. S. SATURADO PRESTON DE EXPANSION 2 HVEEM (T/m³)				.26	1.2				0.32	

C: CARPETA ASFALTICA

B: BASE

SB: SUB-BASE

SR: SUBRASANTE

TERR: TERRACERIAS

Tabla 3.9.

CAMINO: TUXPAN - TAMPICO  
 TRAMO: OZULUAMA - TAMPICO  
 SUBTRAMO: Km 124 + 000 AL Km. 191 + 000

ORIGEN: TUXPAN, VERACRUZ

CARACTERISTICAS DEL PAVIMENTO ACTUAL.

CARACTERISTICA		UBICACION.					P.C.A. 19 Km. 163 + 000					P.C.A. 20 Km. 166 + 000				
		1C	2B	3 SB	4SR	5 TERR	1C	2B	3 SB	4 SR	5 TERR					
Muestra num.		5.5.	23	21	29		5.0	23	23	33						
LÍMITE GRANULOMETRÍA	ESPESOR DEL ESTRATO (CMS)		38	38	13			38	38	19						
	TAMAÑO MAX. PARTICULAS (MM)		58	42	82			64	60	78						
	% QUI PASA LA MALLA 4		22	19	62	NO		24	32	58	NO					
	" " " " " 200		26	31	42			28	42	45						
LÍMITE	Límite líquido (%)		13	16	29	SE		15	17	32	SE					
	Límite plástico (%)		28	34				26	19							
EQUIVALENTE DE ARENA (%)			1880	1790	1650			1840	1730	1625						
Peso Vol. seco natural (kg/m³)			10	11	12			12	10	12						
Humedad natural (%)			1925	1825		MUESTREO					MUESTREO					
PUNTER ESTANCAR	Peso Vol. seco máximo (kg/m³)		10	15												
	Humedad Optima (%)		59	60												
	Valor Relativo de soporte (%)		0.01	0.00												
	% de expansión		410	1480												
Peso Vol. seco suelto (kg/m³)					1725					1710						
ESPECTOR	Peso Vol. seco máxima (kg/m³)				30					32						
	Humedad Optima (%)				6.3					5.6						
V. R. S. Natural					0.18					0.29						
V. R. S. SATURADO (%)																
PRESION DE EXPANSION DE HVEEM (T/m²)																

C: CARPETA ASFALTICA  
 B: BASE  
 SB: SUB-BASE  
 SR: SUBRASANTE  
 TERR: TERRACERIAS

Tabla 3.10.

CAMINO: TUXPAN - TAMPICO

ORIGEN: TUXPAN, VERACRUZ

TRAMO: OZULUAMA - TAMPICO

SUBTRAMO: Km 124 + 000 AL Km. 191 + 000

CARACTERISTICAS DEL PAVIMENTO ACTUAL.

UBICACION.		P.C.A. 21 Km. 168 + 500					P.C.A. 22 Km. 172 + 000				
CARACTERISTICA		1C	2B	3 SB	4SR	5 TERR	1C	2B	3 SB	4 SR	5 TERR
Muestra num.		1C	2B	3 SB	4SR	5 TERR	1C	2B	3 SB	4 SR	5 TERR
GRANULOMETRIA	ESPESOR DEL ESTRATO (CMS)	4.5	20	18	33		6.0	23	19	32	
	TAMAÑO MAX. PARTICULAS (MM)		38	38	13			38	38	13	
	% QUE PASA LA MALLA 4		60	65	85	NO		46	60	88	NO
	" " " " " 200		26	30	63			16	34	70	
LIMITES	Límite líquido (%)		33	45	39			32	40	36	
	Límite plástico (%)		14	17	20	SE		15	19	19	SE
EQUIVALENTE DE ARENA (%)			28	17				35	24		
Peso Vol. secundario (kg/m³)			1825	1760	1625			1840	1790	1735	
Humedad natural (%)			9	10	16	MUESTREO		9	13	15	MUESTREO
FACTORES	Peso Vol. seco máximo (kg/m³)		1925	1820				1950	1860		
	Humedad Optimo (%)		11	10				10	10		
	Valor Relativo de soporte (%)		60	50				72	62		
	% de expansión		0.02	0.00				0.00	0.00		
Peso Vol. seco suelto (kg/m³)			1600	1530				1600	1530		
Peso Vol. seco máximo (kg/m³)					1700					1780	
Humedad Optimo (%)					23					22	
V. R. S. Natural					8.2					7.6	
V. R. S. SATURADO					0.10					0.18	
PRESION DE EXPANSION DE HVEEM (T/m²)											

C: CARPETA ASFALTICA  
 B: BASE  
 SB: SUB-BASE  
 SR: SUBRASANTE  
 TERR: TERRACERIAS

CAMINO: TUXPAN - TAMPICO

ORIGEN: TUXPAN, VERACRU

TRAMO: OZULUAMA - TAMPICO

SUBTRAMO: Km. 124 + 000 AL Km. 191 + 000

CARACTERISTICAS DEL PAVIMENTO ACTUAL.

UBICACION.		P.C.A. 23 Km. 174 + 000					P.C.A. 24 Km. 177 + 000				
CARACTERISTICA		1C	2B	3 SB	4SR	5 TERR	1C	2B	3 SB	4 SR	5 TERR
Muestra num.		5.0	18	24	28		5.5	18	22	34	
GRANULOMETRIA	ESPESOR DEL ESTRATO (CMS)										
	TAMAÑO MAX. PARTICULAS (MM)		50.8	38	9.5			38	38	13	
	% QUE PASA LA MALLA 4		50	68	81			42	48	86	
	" " " " " 200		21	31	56	NO		18	19	62	NO
LIMITEJ	Límite líquido (%)		32	32	42			29	45	39	
	Límite plástico (%)		18	12	15			15	17	17	
EQUIVALENTE DE ARENA (%)			32	18		SE		35	20		SE
Peso Vol. seco natural (kg/m³)			1860	1760	1690			1825	1800	1630	
Humedad natural (%)			12	15	18			10	10	20	
FACTORES ESTANCIAT	Peso Vol. seco máximo (kg/m³)		1950	1810		MUESTRO		1925	1850		MUESTRO
	Humedad Optima (%)		8	11				10	10		
	Valor Relativo de soporte (%)		66	48				70	59		
	% de expansión		0.00	0.00				0.00	0.02		
Peso Vol. seco suelto (kg/m³)			1600	1526				1610	1490		
FROCTOR	Peso Vol. seco máximo (kg/m³)				1720					1690	
	Humedad Optima (%)				26					24	
V. R. S. Natural					8.1					7.6	
V. R. S. SATURADO PRESSION DE EXPANSION DE HVEEN (I/m²)					0.26					0.18	

C: CARPETA ASFALTICA  
 B: BASE  
 SB: SUB-BASE  
 SR: SUBRASANTE  
 TERR: TERRACERIAS

Tabla 3.12



CAMINO: TUXPAN - TAMPICO

ORIGEN: TUXPAN, VERACRUZ

TRAMO: - OZULUAMA - TAMPICO

SUBTRAMO: Km. 124 + 000 AL Km. 191 + 000

CARACTERISTICAS DEL PAVIMENTO ACTUAL.

CARACTERISTICA		UBICACION.									
		P.C.A. 25 Km. 180 + 000					P.C.A. 26 Km. 183 + 500				
Muestra num.		1C	2B	3 SB	4SR	5 TERR	1C	2B	3 SB	4 SR	5 TERR
GRANULOMETRIA	ESPEJOR DEL ESTRATO (CMS)	6.0	21	24	32		6.0	18	18	26	
	TAMAÑO MAX. PARTICULAS (MM)		38	38	13			38	38	9.5	
	% QUI PASA LA MALLA 4		49	63	87			45	70	79	
	" " " " " 200		22	35	65	NO		15	30	51	NO
LIMITES	Límite líquido (%)		31	37	41			33	40	39	
	Límite plástico (%)		16	11	23			16	10	24	
EQUIVALENTE DE ARENA (%)			32	23				35	19		
Peso Vol. seco natural (kg/m³)			1835	1765	1643	SE		1820	1750	1640	SE
Humedad natural (%)			7	13	15 <sup>o</sup>			9	13	12	
PORTER ESTANCAR	Peso Vol. seco máximo (kg/m³)		1950	1850				1925	1840		
	Humedad Optima (%)		7	10				10	9		
	Valor Relativo de soporte (%)		59	50		MUESTREO		83	56		
	% de expansión		0.00	0.03				0.00	0.02		MUESTRO
Peso Vol. seco huelle (kg/m³)			1580	1450				1565	1490		
FACTOR	Peso Vol. seco máximo (kg/m³)				1690					1710	
	Humedad Optima (%)				26					25	
V. R. S. Natural					7.3					7.8	
V. R. S. SATURADO (%)											
PRESION DE EXPANSION 2 HVEEM (T/m²)					0.19					6.23	

C: CARPETA ASFALTICA  
 B: BASE  
 SB: SUB-BASE  
 SR: SUBRASANTE  
 TERR: TERRACERIAS

Tabla 3.13.

CAMINO: TUXPAN - TAMPICO

ORIGEN: TUXPAN, VERACRUZ

TRAMO: - OZULUAMA - TAMPICO

SUBTRAMO: Km. 124 + 000 AL Km. 191 + 000

CARACTERISTICAS DEL PAVIMENTO ACTUAL.

CARACTERISTICA		UBICACION.					P.C.A. 27 Km. 186 + 500					P.C.A. 28 Km. 190 + 000				
Muestra num.		1C	2B	3 SB	4SR	5 TERR	1C	2B	3 SB	4 SR	5 TERR	1C	2B	3 SB	4 SR	5 TERR
GRANULOMETRIA	ESPESOR DEL ESTRATO (CMS)	6.0	23	19	32		6.5	20	18	33						
	TAMAÑO MAX. PARTICULAS (MM)		38	38	13			38	38	9.5						
	% QUE PASA LA MALLA 4		60	65	82			46	59	78						
	" " " " " 200		28	30	61			18	32	58						
LIMITE	Límite líquido (%)		34	43	44	NO		30	36	38	NO					
	Límite plástico (%)		14	21	19			18	20	18						
EQUIVALENTE DE ARENA (%)			26	22				38	30							
Peso Vol. seco natural (kg/m³)			1825	1765	1630			1845	1780	1700						
Humedad natural (%)			10	13	18			9	13	15						
LIMITER ESTANDAR	Peso Vol. seco máximo (kg/m³)		1915	1840		SE		1950	1830		SE					
	Humedad Optima (%)		11	10				10	10							
	Valor Relativo de soporte (%)		65	56				76	73							
	% de expansión		0.00	0.00		MUESTREO		0.00	0.00		MUESTREO					
Peso Vol. seco suelta (kg/m³)			1610	1530				1625	1530							
FACTORES	Peso Vol. seco máxima (kg/m³)				1710					1765						
	Humedad Optima (%)				23					24						
V. R. S. Natural					8.6					7.9						
V. R. S. SATURADO PRESSION DE EXPANSION DE HVEEM. (T/m²)					0.22					0.13						

G: CARPETA ASFALTICA  
 B: BASE  
 SB: SUB-BASE  
 SR: SUBRASANTE  
 TERR: TERRACERIAS

## VALOR RELATIVO DE SOPORTE

Tabla 3.15

1er. TRAMO Km.124 + 000 al Km. 160 + 000

P.C.A.	B A S E	SUB - BASE	SUB-RASANTE
P.C.A. 1	78	56	3.6
P.C.A. 2	66	59	4.6
P.C.A. 3	82	48	2.8
P.C.A. 4	61	52	2.9
P.C.A. 5	70	65	3.0
P.C.A. 6	63	75	4.3
P.C.A. 7	59	64	2.6
P.C.A. 8	63	60	3.6
P.C.A. 9	65	46	2.0
P.C.A. 10	48	54	3.8
P.C.A. 11	76	54	4.8
P.C.A. 12	64	63	4.0
P.C.A. 13	56	62	3.5
P.C.A. 14	54	46	2.6
P.C.A. 15	75	53	3.4
P.C.A. 16	62	61	3.8
P.C.A. 17	79	60	2.7

$$\overline{\text{VRS}} = 65.94$$

$$\overline{\text{VRS}} = 57.53$$

$$\overline{\text{VRS}} = 3.41$$

BASE

$\overline{\text{VRS}}$  = valor relativo de soporte medio.

$\sigma$  = desviación estandar.

$V$  = coeficiente de variación.

$\widehat{\text{VRS}}$  = valor relativo de soporte esperado en el campo.

$$\overline{\text{VRS}} = 65.94$$

$$\sigma = 9.23$$

$$V = \frac{\sigma}{\overline{\text{VRS}}} = \frac{9.23}{65.94} = 0.1399$$

$$\widehat{\text{VRS}} = \overline{\text{VRS}} (1 - 0.84 V) = 65.94 (1 - 0.84 \times 0.1399) = \underline{\underline{58.19}}$$

SUB-BASE

$$\overline{\text{VRS}} = 57.53$$

$$\sigma = 7.33$$

$$V = \frac{\sigma}{\overline{\text{VRS}}} = \frac{7.33}{57.53} = 0.1278$$

$$\widehat{\text{VRS}} = \overline{\text{VRS}} (1 - 0.84 V) = 57.53 (1 - 0.84 \times 0.1278) = \underline{\underline{51.35}}$$

SUB-RASANTE

$$\overline{\text{VRS}} = 3.41$$

$$\sigma = 0.74$$

$$V = \frac{\sigma}{\overline{\text{VRS}}} = \frac{0.74}{3.41} = 0.2170$$

$$\widehat{\text{VRS}} = \overline{\text{VRS}} (1 - 0.84 V) = 3.41 (1 - 0.84 \times 0.2170) = \underline{\underline{2.78}}$$

VALOR RELATIVO DE SOPORTE

Tabla 3.16

2do. TRAMO Km. 160 + 000 al Km. 191 + 000

P.C.A.	B A S E	SUB - BASE	SUB - RASANTE
P.C.A. 18	64	60	7.8
P.C.A. 19	59	60	6.3
P.C.A. 20			5.6
P.C.A. 21	60	50	8.2
P.C.A. 22	72	62	7.6
P.C.A. 23	66	48	8.1
P.C.A. 24	70	59	7.6
P.C.A. 25	59	50	7.3
P.C.A. 26	83	55	7.8
P.C.A. 27	65	55	8.6
P.C.A. 28	76	73	7.9

BASE

$$\overline{\text{VRS}} = 67.4$$

$$\overline{\text{T}} = 7.49$$

$$V = \frac{\overline{\text{T}}}{\overline{\text{X}}} = \frac{7.49}{67.4} = 0.1111$$

$$\widehat{\text{VRS}} = \overline{\text{VRS}} (1 - 0.84 \times 0.1111) = \underline{\underline{61.10}}$$

SUB-BASE

$$\overline{\text{VRS}} = 57.2$$

$$\overline{\text{T}} = 6.99$$

$$V = \frac{\overline{\text{T}}}{\overline{\text{VRS}}} = \frac{6.99}{57.2} = 0.1222$$

$$\widehat{\text{VRS}} = \overline{\text{VRS}} (1 - 0.84 V) = 57.2 (1 - 0.84 \times 0.1222) = \underline{\underline{51.32}}$$

SUB - RASANTE

$$\overline{\text{VRS}} = 7.52$$

$$\overline{\text{T}} = 0.83$$

$$V = \frac{\overline{\text{T}}}{\overline{\text{VRS}}} = \frac{0.83}{7.52} = 0.1103$$

$$\widehat{\text{VRS}} = \overline{\text{VRS}} (1 - 0.84 V) = 7.52 (1 - 0.84 \times 0.1103) = \underline{\underline{6.82}}$$

1 er. TRAMO

Km. 124 + 000 al Km. 160 + 000

Tabla 3.17

P.C.A.	BASE			SUB-BASE		
	EQUIVALENTE DE ARENA	L.J.	L.P.	EQUIVALENTE DE ARENA	L.L.	L.P.
P.C.A. 1	28	32	16	22	41	27
P.C.A. 2	31	28	13	20	39	25
P.C.A. 3	33	34	19	23	36	24
P.C.A. 4	33	30	15	18	41	29
P.C.A. 5	23	28	14	25	39	23
P.C.A. 6	18	35	21	38	28	18
P.C.A. 7	28	26	13	19	42	25
P.C.A. 8	26	28	13	34	31	15
P.C.A. 9	32	34	13	24	43	27
P.C.A. 10	23	36	15	28	39	21
P.C.A. 11	36	28	12	18	32	20
P.C.A. 12	32	32	14	21	46	31
P.C.A. 13	22	27	11	16	41	26
P.C.A. 14	32	36	21	21	39	27
P.C.A. 15	35	32	17	18	46	28
P.C.A. 16	28	33	19	24	38	19
P.C.A. 17	32	29	15	25	42	26

$\bar{X} = 28.94$

$\bar{X} = 31.06$   $\bar{X} = 15.35$   $\bar{X} = 23.18$

$\bar{X} = 39.00$   $\bar{X} = 24.18$

L.L. = Límite líquido

BASE

SUB-BASE

L.P. = " plástico

I.P. promedio = 15.71

I.P. promedio

I.P. = Índice plástico

14.82

2do. TRAMO. Km. 160 + 000 al Km. 191 + 000

Tabla 3.18

P.C.A.	B A S E			S U B - B A S E		
	EQUIVALENTE DE ARENA	L.L.	L.P.	EQUIVALENTE DE ARENA	L.L.	L.P.
P.C.A. 18	31	27	14	19	40	27
P.C.A. 19	28	26	13	34	31	15
P.C.A. 20	26	28	13	19	42	25
P.C.A. 21	28	33	19	17	45	28
P.C.A. 22	35	32	17	24	40	21
P.C.A. 23	32	32	14	18	32	20
P.C.A. 24	35	29	14	20	45	28
P.C.A. 25	32	31	15	23	37	25
P.C.A. 26	35	33	17	19	40	30
P.C.A. 27	26	34	20	22	43	22
P.C.A. 28	38	30	12	30	36	16

$\bar{X} = 31.45$        $\bar{X}=33.36$     $\bar{X}=15.27$     $\bar{X}=22.27$        $\bar{X}=39.18$     $\bar{X}=23.36$

L.L. = Límite Líquido  
 L.P. = Límite plástico  
 I.P. = Índice de plasticidad

BASE

I.P. Promedio = 18.09

SUB - BASE

I.P. Promedio = 15.82



Tramo Km. 124 + 000 al Km. 160 + 000

Tabla 3.19

P.C.A.	SUB - RASANTE		TERRACERIAS	
	L.L.	L.P.	L.L.	L.P.
P.C.A. 1	66	16	78	19
P.C.A. 2	60	16	74	18
P.C.A. 3	62	15	74	18
P.C.A. 4	68	18	79	15
P.C.A. 5	60	15	63	14
P.C.A. 6	59	12	73	21
P.C.A. 7	69	18	73	28
P.C.A. 8	58	22	78	32
P.C.A. 9	70	19	69	14
P.C.A. 10	58	12	72	19
P.C.A. 11	58	18	73	21
P.C.A. 12	64	19	75	23
P.C.A. 13	63	18	81	24
P.C.A. 14	63	15	75	21
P.C.A. 15	72	18	74	24
P.C.A. 16	65	15	72	19
P.C.A. 17	68	19	76	22

 $\bar{X} = 63.71$  $\bar{X} = 16.74$  $\bar{X} = 74.06$  $\bar{X} = 20.71$ SUB-RASANTE

I.P. promedio = 46.97

TERRACERIAS

I.P. promedio = 53.35

2do. TRAMO Km. 160 + 000 al Km. 191 + 000

Tabla 3.20

SUB - RASANTE		
P.C.A.	L.L.	L.P.
P.C.A. 18	46	28
P.C.A. 19	42	29
P.C.A. 20	45	32
P.C.A. 21	39	20
P.C.A. 22	36	19
P.C.A. 23	42	15
P.C.A. 24	39	17
P.C.A. 25	41	23
P.C.A. 26	39	24
P.C.A. 27	44	19
P.C.A. 28	38	18

$\bar{X} = 41.00$     $\bar{X} = 22.18$

SUB - RASANTE

L.P. promedio = 18.82

"PESO VOLUMETRICO SECO MAXIMO (KG/M<sup>3</sup>)"

Tabla 3.21

1er. TRAMO Km. 124 + 000 al Km. 160 + 000

P.C.A.	SUB - RASANTE	TERRACERIAS
P.C.A. 1	1700	1670
P.C.A. 2	1740	1670
P.C.A. 3	1690	1650
P.C.A. 4	1710	1675
P.C.A. 5	1710	1680
P.C.A. 6	1740	1630
P.C.A. 7	1730	1650
P.C.A. 8		1640
P.C.A. 9	1710	1650
P.C.A. 10	1720	1640
P.C.A. 11	1720	1680
P.C.A. 12	1690	1710
P.C.A. 13	1750	1620
P.C.A. 14	1710	1665
P.C.A. 15	1740	1650
P.C.A. 16	1785	1630
P.C.A. 17	1725	1650

$$\bar{X} = 1723.13$$

$$\bar{X} = 1656.47$$

SUE-RASANTE

$$\bar{X} = 1723.13$$

$$V = 23.58$$

$$v = \frac{V}{\bar{X}} = \frac{23.58}{1723.13} = 0.0137$$

$$\hat{X} = \bar{X} (1 - 0.84 v) = 1723.13 (1 - 0.84 \times 0.0137) = \underline{\underline{1,703.30 \text{ KG/M}^3}}$$

TERRACERIAS

$$\bar{X} = 1656.47$$

$$V = 22.01$$

$$v = \frac{V}{\bar{X}} = \frac{22.01}{1656.47} = 0.0133$$

$$\hat{X} = \bar{X} (1 - 0.84 v) = 1656.47 (1 - 0.84 \times 0.0133) = \underline{\underline{1,637.96 \text{ KG/M}^3}}$$

"PESO VOLUMETRICO SECO MAXIMO (KG/M<sup>3</sup>)

Tabla 3.22

2do. TRAMO. Km. 160 + 000 al Km. 191 + 000

P.C.A.	SUB - RASANTE
P.C.A. 18	1700
P.C.A. 19	1725
P.C.A. 20	1710
P.C.A. 21	1700
P.C.A. 22	1780
P.C.A. 23	1720
P.C.A. 24	1690
P.C.A. 25	1690
P.C.A. 26	1710
P.C.A. 27	1710
P.C.A. 28	1765

$$\bar{X} = 1718.18$$

SUB-RASANTE

$$\bar{X} = 1718.18$$

$$T = 27.82$$

$$V = \frac{T}{\bar{X}} = \frac{27.82}{1718.18} = 0.0162$$

$$X = \bar{X} (1 - 0.84 V) = 1718.18 (1 - 0.84 \times 0.0162) =$$

$$\underline{\underline{1,694.80 \text{ Kg/m}^3}}$$

"PRESION DE EXPANSION HVEEM (T/M<sup>2</sup>)"

1er. TRAMO Km. 124 + 000 al Km. 160 + 000

Tabla 3.23

P.C.A.	SUB - RASANTE	TERRACERIA
P.C.A. 1	1.89	2.10
P.C.A. 2	2.02	1.98
P.C.A. 3	1.93	2.20
P.C.A. 4	2.05	2.40
P.C.A. 5	2.54	1.76
P.C.A. 6	1.80	0.80
P.C.A. 7	2.72	1.43
P.C.A. 8	2.05	3.22
P.C.A. 9	0.84	1.80
P.C.A. 10	1.32	1.84
P.C.A. 11	2.32	1.83
P.C.A. 12	2.20	0.84
P.C.A. 13	2.16	1.98
P.C.A. 14	1.69	0.96
P.C.A. 15	0.96	1.45
P.C.A. 16	2.02	0.60
P.C.A. 17	0.26	1.20

$$\overline{P_{exp}} = 1.81$$

$$\overline{P_{exp}} = 1.67$$

SUB-RASANTE

$$\overline{P_{exp}} = 1.81$$

$$T = 0.62$$

$$V = \frac{T}{\overline{P_{exp}}} = \frac{0.62}{1.81} = 0.3425$$

$$\widehat{P_{exp}} = \overline{P_{exp}} (1 - 0.84 V) = 1.81 (1 - 0.84 \times 0.3425) = \underline{\underline{1.29 \text{ T/M}^2}}$$

TERRACERIAS

$$\overline{P_{exp}} = 1.67$$

$$T = 0.65$$

$$V = \frac{T}{\overline{P_{exp}}} = \frac{0.65}{1.67} = 0.3892$$

$$\widehat{P_{exp}} = \overline{P_{exp}} (1 - 0.84 V) = 1.67 (1 - 0.84 \times 0.3892) = \underline{\underline{1.12 \text{ T/M}^2}}$$

"PRESION DE EXPANSION HVEEM (T/M<sup>2</sup>)"

2do. TRAMO Km. 160 + 000 al Km. 191 + 000

Tabla 3.24

P.C.A.	SUB-RASANTE
P.C.A. 18	0.32
P.C.A. 19	0.18
P.C.A. 20	0.29
P.C.A. 21	0.10
P.C.A. 22	0.18
P.C.A. 23	0.26
P.C.A. 24	0.18
P.C.A. 25	0.19
P.C.A. 26	0.23
P.C.A. 27	0.22
P.C.A. 28	0.13

$$\overline{P_{exp}} = 0.21$$

SUB-RASANTE

$$\overline{P_{exp}} = 0.21$$

$$\tau = 0.0625$$

$$V = \frac{\tau}{\overline{P_{exp}}} = \frac{0.0625}{0.21} = 0.2976$$

$$\overline{P_{exp}} = \overline{P_{exp}} (1 - 0.84 V) = 0.21 (1 - 0.84 \times 0.2976) = 0.16$$



"ESPEORES DE LOS ESTRATOS ACTUALES (CMS)"

ler. TRAMO Km. 124 + 000 al Km. 160 + 000

Tabla 3.24

P.C.A.	CARPETA	BASE	SUB - BASE	SUB - RASANTE
P.C.A. 1	5	20	20	30
P.C.A. 2	4	22	19	32
P.C.A. 3	6.5	18	24	26
P.C.A. 4	5	21	18	32
P.C.A. 5	4	20	21	26
P.C.A. 6	6	22	16	32
P.C.A. 7	6	23	23	29
P.C.A. 8	5.5	25	19	33
P.C.A. 9	5	21	24	29
P.C.A. 10	4.5	18	26	26
P.C.A. 11	6	18	24	34
P.C.A. 12	4.5	18	18	28
P.C.A. 13	4.5	22	20	32
P.C.A. 14	4.5	20	20	22
P.C.A. 15	6.0	23	18	32
P.C.A. 16	5.5	20	19	33
P.C.A. 17	6.0	22	19	28

$\bar{X} = 5.21$     $\bar{X} = 20.76$     $\bar{X} = 20.47$     $\bar{X} = 29.65$

CARPETA

$$\bar{X} = 5.21$$

$$V = 0.77$$

$$v = \frac{V}{\bar{X}} = \frac{0.77}{5.21} = 0.1477$$

$$\hat{X} = \bar{X} (1 - 0.84 v) = 5.21 (1 - 0.84 \times 0.1477) = \underline{\underline{4.56}}$$

BASE

$$\bar{X} = 20.76$$

$$V = 1.99$$

$$v = \frac{V}{\bar{X}} = \frac{1.99}{20.76} = 0.0958$$

$$\hat{X} = \bar{X} (1 - 0.84 v) = 20.76 (1 - 0.84 \times 0.0958) = \underline{\underline{10.09}}$$

SUB - BASE

$$\bar{X} = 20.47$$

$$V = 2.68$$

$$v = \frac{V}{\bar{X}} = \frac{2.68}{20.47} = 0.1309$$

$$\hat{X} = \bar{X} (1 - 0.84 v) = 20.47 (1 - 0.84 \times 0.1309) = \underline{\underline{18.22}}$$

SUB-RASANTE

$$\bar{X} = 29.65$$

$$V = 3.20$$

$$v = \frac{V}{\bar{X}} = \frac{3.20}{29.65} = 0.1079$$

$$\hat{X} = \bar{X} (1 - 0.84 v) = 29.65 (1 - 0.84 \times 0.1079) = \underline{\underline{26.96}}$$

"EVALUACION DE LOS ESPESORES DE LOS ESTRATOS ACTUALES"

1er. TRAMO. Km. 124 + 000 al Km. 160 + 000 Km

F.G.E. = Factor grava equivalente.

ESPESORES REALES (CM)

ESPESORES GRAVA EQUIVALENTE (CM)

68.50	4.5	CARPETA	F.G.E. = 0.8	3.60	18.4
	19	BASE	F.G.E. = 0.4	7.60	
	18	SUB - BASE	F.G.E. = 0.4	7.20	
	27	SUB - RASANTE	F.G.E. = 0.0	0	

∴ El estrato aprovechable como sub-base es de 37 cms.

## "ESPEORES DE LOS ESTRATOS ACTUALES" (CMS)

2do. TRAMO. Km. 160 + 000 al Km. 191 + 000

Tabla 3.26

P.C.A.	CARPETA	BASE	SUB-BASE	SUB-RASANTE
P.C.A. 18	5.5	22	24	32
P.C.A. 19	5.5	23	21	29
P.C.A. 20	5.0	23	23	33
P.C.A. 21	4.5	20	18	33
P.C.A. 22	5.0	23	19	32
P.C.A. 23	5.0	18	24	28
P.C.A. 24	5.5	18	22	34
P.C.A. 25	6.0	21	24	32
P.C.A. 26	6.0	18	18	26
P.C.A. 27	6.0	23	19	32
P.C.A. 28	6.5	20	18	33

$$\bar{X} = 5.5 \quad \bar{X} = 20.82 \quad \bar{X} = 20.91 \quad \bar{X} = 31.27$$

CARPETA

$$\bar{X} = 5.5$$

$$T = 0.56$$

$$V = \frac{T}{\bar{X}} = \frac{0.56}{5.5} = 0.1018$$

$$\hat{X} = 5.5 ( 1 - 0.84 \times 0.1018 ) = \underline{5.03}$$

BASE

$$\bar{X} = 20.82$$

$$T = 2.04$$

$$V = \frac{T}{\bar{X}} = \frac{2.04}{20.82} = 0.0979$$

$$\hat{X} = 20.82 ( 1 - 0.84 \times 0.0979 ) = \underline{19.11}$$

SUB-BASE

$$\bar{X} = 20.91$$

$$T = 2.47$$

$$V = \frac{T}{\bar{X}} = \frac{2.47}{20.91} = 0.1181$$

$$\hat{X} = 20.91 ( 1 - 0.84 \times 0.1181 ) = \underline{18.83}$$

SUB-RASANTE

$$\bar{X} = 31.27$$

$$T = 2.38$$

$$V = \frac{T}{\bar{X}} = \frac{2.38}{31.27} = 0.0761$$

$$\hat{X} = 31.27 ( 1 - 0.84 \times 0.0761 ) = \underline{29.27}$$

2do. TRAMO. Km. 160 + 000 Al Km. 191 + 000

F.G.E. = FACTOR GRAVA EQUIVALENTE

Espesores reales ( Cm )		Espesores grava equivalente ( Cm )	
5	CARPETA	F.G.E. = 0.8	4
19	BASE	F.G.E. = 0.4	7.60
19	SUB-BASE	F.G.E. = 0.4	7.60
19	SUB-RASANTE	F.G.E. = 0.0	0.0

72

19.2

∴ EL ESTRATO APROVECHABLE COMO SUB-BASE  
ES DE 38 Cm.

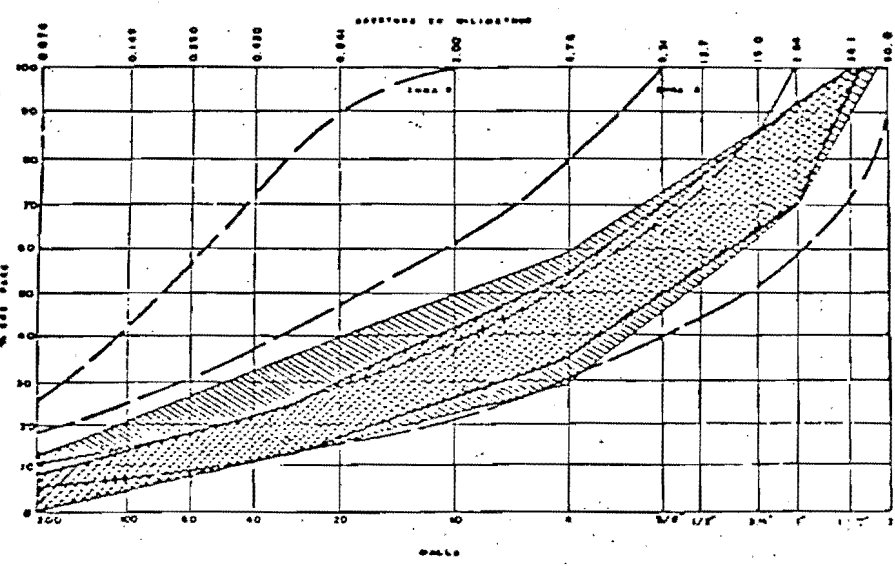
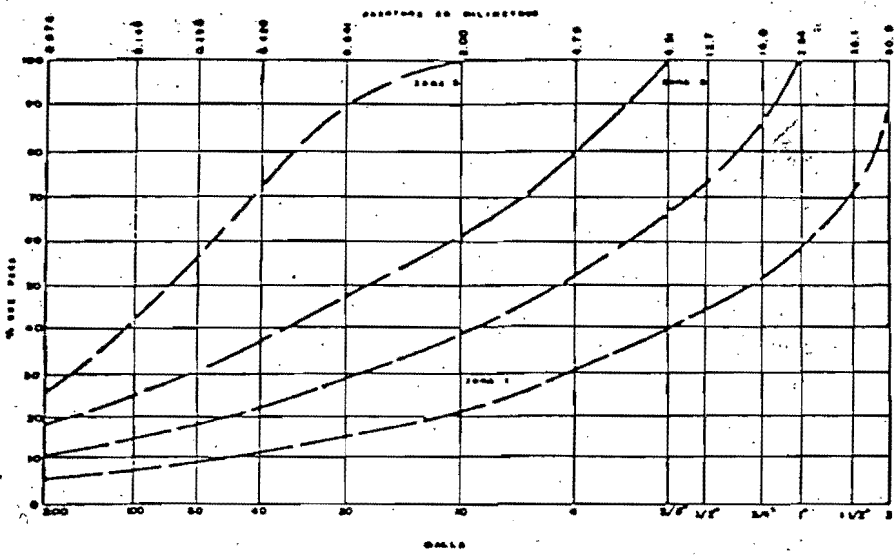
**TABLA FACTORES DE CONVERSION A GRAVA EQUIVALENTE PARA ESPESORES DE CAPAS DE PAVIMENTOS CONSTRUIDOS, PARA SU EVALUACION**

Clasificación	Descripción y condiciones de los materiales y de las capas del pavimento	Factores de GE
I	Materiales de subrasante comunes	0.0
II	a) Subrasantes mejoradas y revestimientos, constituidos predominantemente con materiales granulares. $IP \leq 10$	0.0-0.4
	b) Subrasante tratada con cal. $IP$ original $> 10$	0.0-0.4
III	a) Sub-bases o bases granulares razonablemente bien graduadas, con agregados sanos. $VRS > 20$ con $IP > 6$ . con $IP < 6$ .	0.4 0.6
	b) Sub-bases y bases tratadas con cemento. $IP$ original $\leq 10$	0.4-0.6
IV	a) Base granular de buena graduación (Z 1 o 2). $LL < 30$ ; $EA > 50$ ; $VRS > 100$	1.0
	b) Carpetas asfálticas con agrietamientos típicos bien definidos, con desprendimientos en las grietas y que exhiben deformaciones notables en las rodadas, mostrando evidencias de inestabilidad	0.6-1.0
	c) Bases tratadas con cemento que muestran agrietamientos extensivos y evidencias de inestabilidad	0.6-1.0
	d) Pavimento de concreto hidráulico fracturado en una frecuencia máxima de 60 cm - si el pavimento cuenta con sub-base de buena calidad (idem a IVa) - si el pavimento se encuentra apoyado sobre la subrasante	1.0 0.6
V	a) Carpetas asfálticas y bases tratadas con asfalto (base de concreto asfáltico, bases tipo macadam, mezclas en planta o en el lugar), que exhiben agrietamientos apreciables, sin desprendimientos en sus juntas y que presentan deformaciones leves en las rodadas ( $v_{max} \leq 2$ cm), permaneciendo esencialmente estables	1.0-1.4
	b) Bases tratadas con cemento con agrietamientos ligeros, que se encuentran bajo carpetas en condiciones estables	1.0-1.4
	c) Pavimento de concreto hidráulico agrietado apreciablemente, que presenta escalones en sus juntas; los fragmentos de las losas tienen áreas comprendidas entre 1.0 y 3.5 m <sup>2</sup> y se encuentran bien apoyados en la subrasante	1.0-1.4
VI	a) Carpetas de concreto asfáltico que exhiben ligero agrietamiento no generalizado y deformaciones ligeras en las rodadas ( $1 \text{ cm} \leq \bar{y} < 2 \text{ cm}$ ), en condiciones esencialmente estables	1.4-1.8
	b) Carpetas de mezclas asfálticas en el lugar, en condiciones estables, con agrietamiento casi nulo, sin exudación de asfalto y con deformaciones ligeras en las rodadas ( $\bar{y}$ idem a VIa)	1.4-1.8
	c) Bases tratadas con asfalto tipo macadam de mezcla en planta o en el lugar	1.4-1.8
	d) Pavimento de concreto hidráulico en condiciones estables, que presenta poco agrietamiento en fragmentos no menores de 1 m <sup>2</sup>	1.4-1.8
VII	a) Carpetas y bases de concreto asfáltico o pavimentos de concreto hidráulico en buenas condiciones de estabilidad, sin agrietamientos.	1.8-2.0

NORMAS DE CALIDAD DE MATERIALES PARA SUB-BASE Y BASE (SAHOPY ASTM)

ESPECIFICACIONES DE MATERIAL PARA BASE Y SUB-BASE

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA



SOP, PARTE NOVENA

Materiales para sub-base (91-03.2)

Zona	1	2	3
CL (%) máx	6.0	4.5	3.0
VC (kg/cm <sup>2</sup> )	3.5	3.0	2.5
VRS (%) mín	50		
EA (%) mín	20		
Compact. (%)	95		

Materiales para base (91-03.6)

Zona	1	2	3
CL (%) máx	4.5	3.5	2.0
VC (kg/cm <sup>2</sup> )	3.5	3.0	2.5
LL (%) máx	30		
VRS (%) mín	80 - 100		
EA (%) mín	30 - 50		
ID (%) mín	30 - 40		
Compact. (%)	95		

ASTM D 2940

Materiales para sub-base

IP (%) máx	6
EA (%) mín	30

Materiales para base

LL (%) máx	25
IP (%) máx	4
EA (%) mín	35
PT (%) mín	75





DISPONIBILIDAD DE MATERIALES EN LA REGION PARA LA  
REESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO

La localización de los depósitos de materiales apropiados, cerca del lugar de su utilización es de importancia fundamental, ya que los costos más importantes en la construcción y mantenimiento de vías terrestres corresponden a los materiales, su localización y selección; convirtiéndose así, en unos de los problemas básicos en el área de la construcción.

Al solucionar la problemática que ocasiona el rublo de materiales, se estará en condiciones de abatir los costos de transportación que suelen ser los que más afectan los totales de la obra.

Así, un aspecto fundamental en la determinación de bancos de materiales es la valuación de las rocas o suelos contenidos, la cual puede ser difícil de establecer en forma cuantitativa.

En este sentido se debe tener en cuenta:

- a) Los cambios físicos que la roca puede sufrir por fragmentación durante la extracción, por manejo o durante la colocación.
- b) La alteración físico-química que pueda tener lugar durante la vida útil de la obra.

La tabla 4.1. que a continuación se presenta, puede auxiliar para proporcionar una valuación preliminar de las diferentes clases de rocas, en cuanto a sus características - como materiales de construcción.

Al seleccionar los bancos de materiales se debe garantizar que -- son los mejores entre todos los disponibles. Dicha selección debe obedecer a varias razones:

1. La calidad de los materiales extraíbles, se juzga en relación estrecha con el uso a que estarán destinados.
2. Deben tener facilidad de acceso y que se puedan explotar - por los procedimientos más eficientes y menos costosos.
3. Tienen que ser los que produzcan las mínimas distancias de acarreo de los materiales a la obra.
4. Deben conducir a procedimientos constructivos más sencill--os y económicos durante su tendido y colocación final - en la obra, requiriendo los mínimos tratamientos.
5. Los bancos deben estar localizados de tal forma, que su -- explotación no conduzca a problemas legales de difícil o lenta solución.

A continuación se presentará un mapa con la localiza--ción de los bancos disponibles. (Fig. 4.1.), en la zona de objeto de estudio en el que se señalan los siguientes:

TABLA 4.1.

Características de algunas rocas como materiales de construcción

Roca	Método de Excavación requerido	Fragmentación	Susceptibilidad a la meteorización
Granito Diorita	Explosivos	Fragmentos irregulares, que dependen del uso de los explosivos.	Probablemente resistente.
Basalto	Explosivos	Fragmentos irregulares, que dependen de las juntas y grietas.	Probablemente resistente.
Toba	Equipo o explosivos	Fragmentos irregulares, muchas veces con finos en exceso.	Algunas variedades se deterioran rápidamente.
Arenisca	Equipo o explosivos	En lajas, dependiendo de la estratificación.	Según la naturaleza del cementante.
Conglomerado	Equipo o explosivos	Exceso de finos, dependiendo del cementante.	Algunos se alteran para formar arenas limosas.
Limonita Lutita	Equipo	Desde pequeños bloques a lajas.	Muchas se desintegran rápidamente para formar arcillas; debe considerárselas sospechosas, a menos que las pruebas indiquen otra cosa.
Caliza Masiva	Explosivos	Fragmentos irregulares; muchas veces, lajas.	Las vetas pizarrosas se deterioran, pero las otras son resistentes.
Coquina Creta	Equipo	Fragmentos porosos, usualmente con exceso de finos.	Algunas formas porosas se alteran por humedecimiento; otras se cementan con procesos alternados de humedecimiento y secado.
Cuarcita	Explosivos	Fragmentos irregulares, muy angulosos.	Probablemente resistente.
Pizarras Esquistos	Explosivos	Fragmentos irregulares o lajados, según la foliación.	Algunas se deterioran con procesos de humedecimiento y secado.
Gneis	Explosivos	Fragmentos irregulares, muchas veces alargados.	Probablemente resistente.
Desechos industriales y de minas	Equipo	Depende del material, pero en la mayoría de los casos es irregular.	La mayoría de las variedades (excepto las ligas de mina) deben considerarse deteriorables, en tanto las pruebas no indiquen otra cosa.

1. MASCAREÑAS
2. EJIDO KM. 79
3. DOÑA JUANA
4. PASO I
5. TANINUL

Luego una tabla 4.2. donde se incluye, regimen de propiedad, kilómetros donde se localiza cada banco y sus entradas, distancia media de acarreo (km), cantidad de estrato, clasificación geotécnica, volúmen aprovechable ( $m^3$ ), su clasificación para presupuesto ( A B C ) , su utilización, tratamiento requerido y la mezcla aproximada para su empleo, para cada banco de materiales.

Asímismo, se presentan unas tablas 4.3 a 4.8., con -- las características de los materiales, gráfica de la granulometría, estratigrafía y un croquis de la ubicación de cada banco.

Por último en el banco MASCAREÑAS se realizó un análisis de la mezcla asfáltica (PRUEBA MARSHALL), (fig. 4.2.) -- donde se llego a la conclusión de diseñar una mezcla asfáltica con 5.2% de asfalto en peso, por lo siguiente:

1. Cumple con estabilidad mayor que 700 kg.
2. Cumple con flujo entre 2 y 4.
3. Cumple con volúmen de vacío entre 3 y 5.
4. Cumple con peso volumétrico mayor que  $2400 \text{ kg/m}^3$ .
5. Cumple con V. A. M. mayor que 14%.

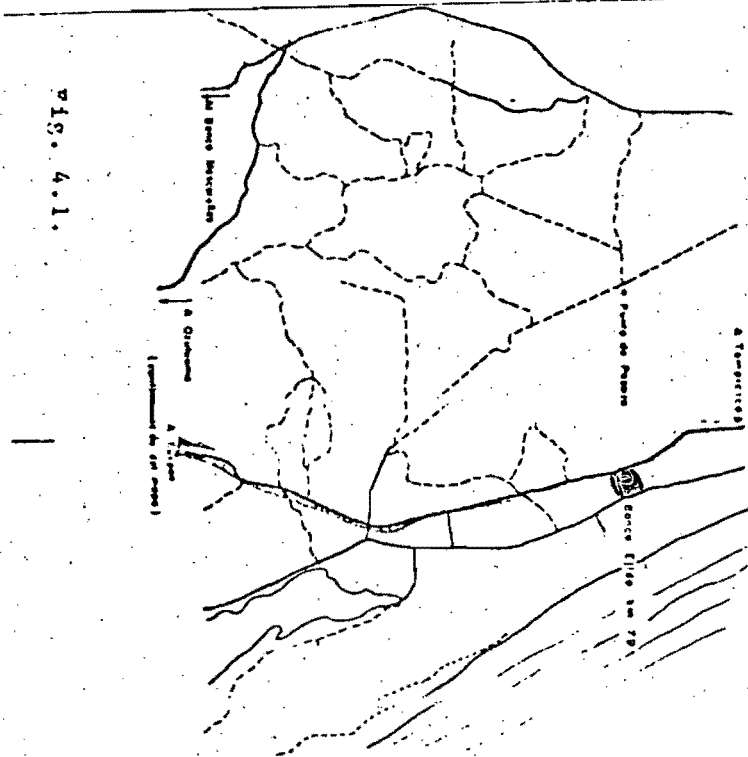
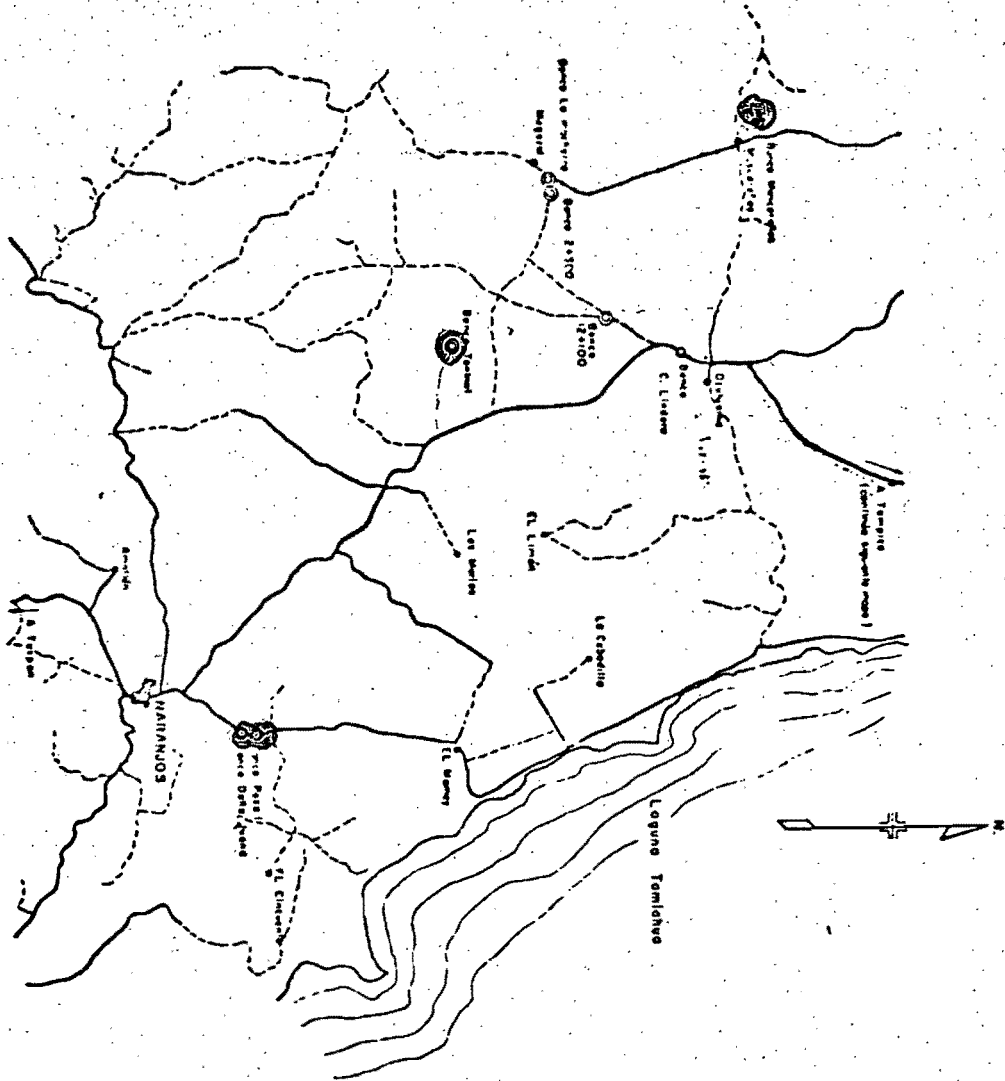


Fig. 4.1.

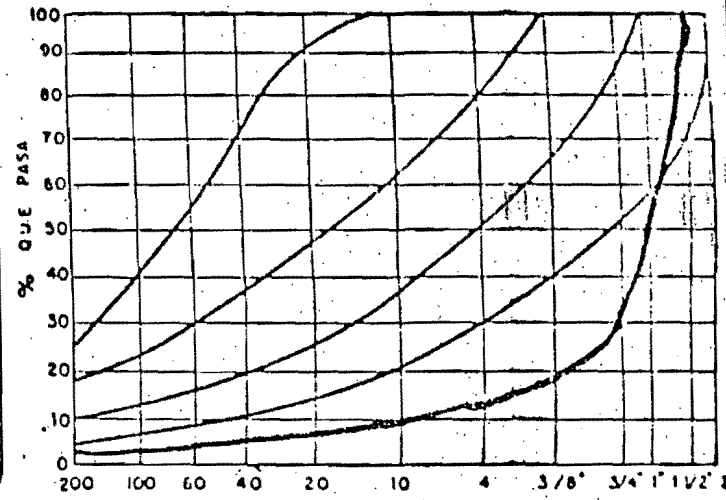
TABLA 4.2.

No. DE BANCO	DESCRIPCION	REGRIMEN DE PROPIEDAD	LOCALIZACION	DISTANCIA MEDIA DE ACARREO (KM)	ESTRATO	CLASIFICACION GEOTECHICA	VOLUMEN APILABLE (M <sup>3</sup> )	CLASIFICACION PRESURADO A B C	UTILIZACION	TRATAMIENTO	MEZCLA AFECTA PARA SI (M <sup>3</sup> )
1	MASAPESAS	P.C.	18.7 km. de av. Iz. del km 124+000 del camino TUX-AN-TAMUJO.	52.05	2	BASALTO FRACTURADO SANO	300,000	00 00 100	CARPETA Y BASE	TRITURACION TO TAL Y CRIADO.	
2	ELHO Km 79	Propiedad privada	Km 104+000, 500 m. de la Car. Turpan-Tampic	21.00	1	Arenisco muy poco compacto, se obtiene arena limosa (SMU).	200,000	50 50 00	Base	Disgregada y Meclada	25% con Bra. (14%)
3	INCA JUANA	Propiedad privada	Km 80+000, 4.2 d/a de la Car. Turpan-Tampic	80.90	1	Grava mal graduada (L) con poca arena y fragmentos chicos y medianos	Suficiente	00 60 40	Base	Tratada parcial a 38 mm (14%) y lavado	
4	FASO-1	Federal	Km 80+000, 4.5 km de la Car. Turpan-Tampic	81.20	1	Grava mal graduada (L) con poca arena y fragmentos chicos y medianos	13,500	00 60 40	Base	Grava a 38 mm (14%) y lavado	
5	TAMUJO	Propiedad privada (CASA 1)	Km 104+000, 75 km de la Car. Turpan-Tampic	60.20	1	Lutita carbon gris, se obtiene grav. bien graduada (GW).	Suficiente	00 00 100	Base	Tratada total a 38 mm y Meclada	75% con Bra. (14%)

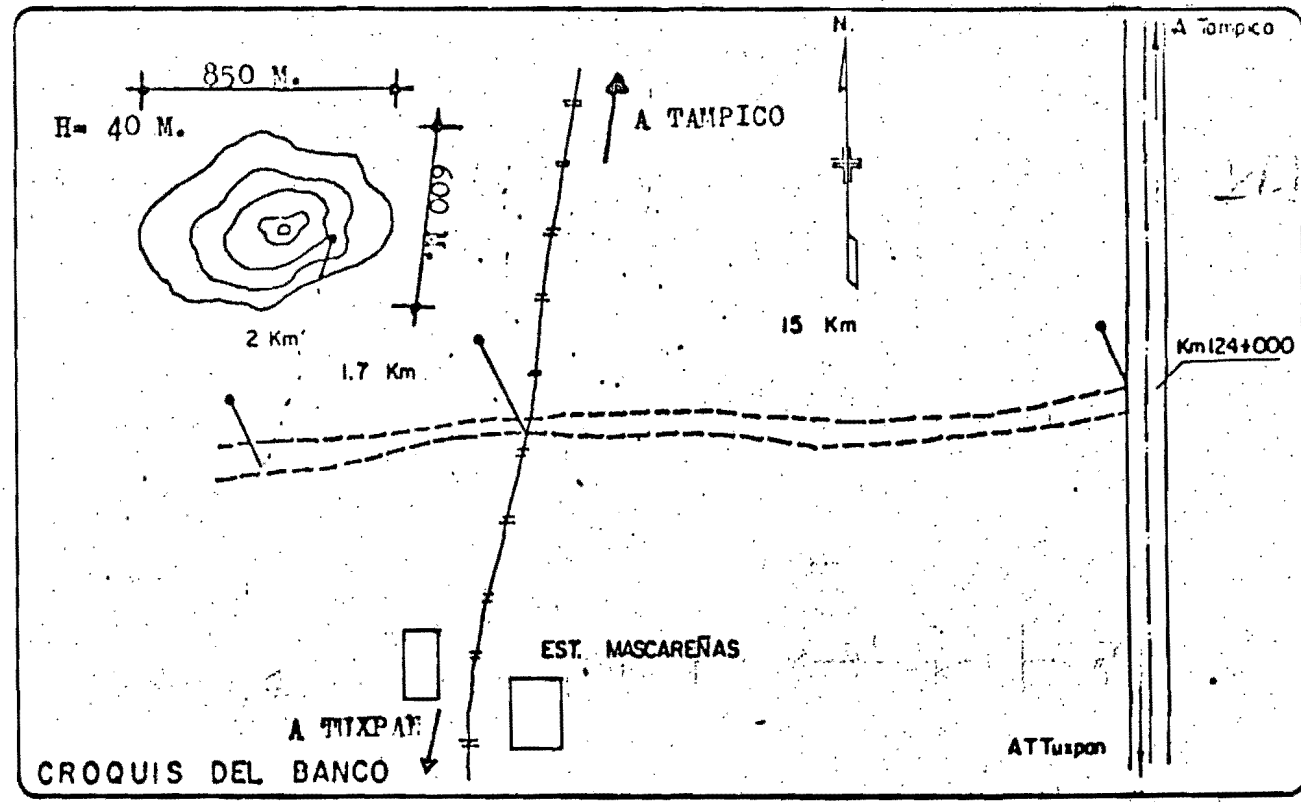
BANCO DE MATERIALES

ESTRATIGRAFIA		CLASIFICACION GEOTECNICA	CLASIFICACION PRESUPUESTO		
ESTRATO	SYMBOLO		A	B	C
1	Indef.	Basalto, muy fracturado, sano con sus juntas limpias	00	00	100

CARACTERISTICAS		
LL	25	%
IP	6	%
CL	0.9	%
EA	63	%
$\gamma_{ds}$		kg/m <sup>3</sup>
$\gamma_{dm}$	1986	kg/m <sup>3</sup>
W <sub>o</sub>	7	%
VRS	1.8	%
Exp.	0.01	%



DATOS GENERALES DEL BANCO	
Denominación	Banco "Mascareñas"
Ubicación	km 124, 18.7 km d/i de la carretera Tuxpan-Tampico
Vol. estudiado m <sup>3</sup>	suficiente
Cap. del banco	
Empleo	Carpeta y base
Tratamiento	TRITURACION TOTAL
Tamaño máximo de las partículas	ROCCAS
% de partículas > 2"	100
" " " > 1 1/2"	100
" " " > 3/4"	100
Observaciones	SE REQUIERE CONSTRUIR CAMINO DE ACCESO DE 2 KMS.

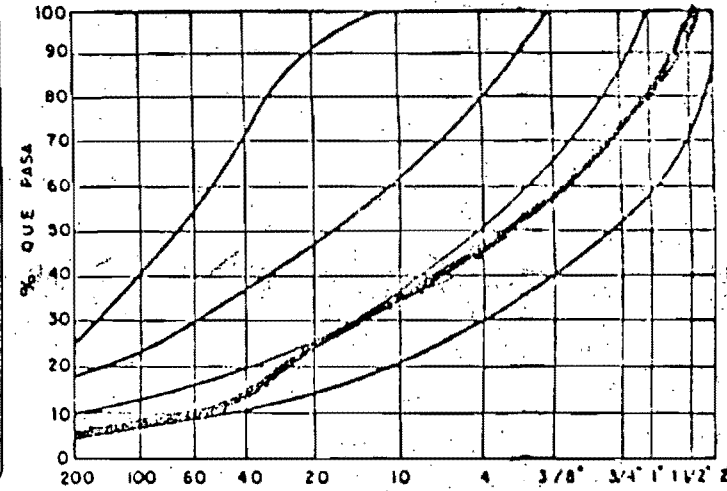




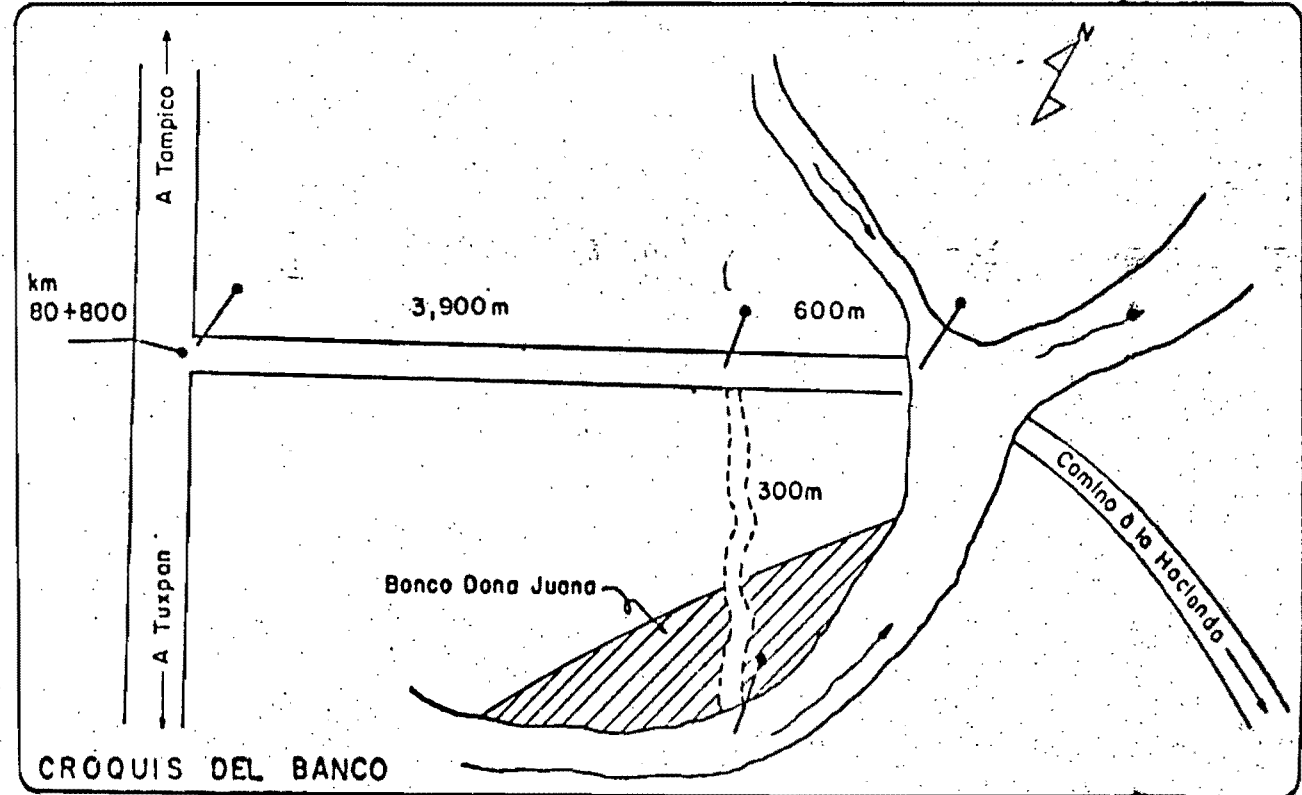


ESTRATIGRAFIA			CLASIFICACION PRESUPUESTO		
ESTRATO	SIMBOLO	CLASIFICACION GEOTECNICA	A	B	C
1	0.10	T.V.	100	00	00
2	Inf.	Grava mal graduada, con poca arcilla, GP y con fragmentos chicos y medianos	00	60	40

CARACTERISTICAS		
LL	33	%
IP	14	%
CL	5.7	%
EA	32	%
$\gamma_{ds}$	1822	kg/m <sup>3</sup>
$\gamma_{dm}$	2324	kg/m <sup>3</sup>
W <sub>o</sub>	8	%
VRS	157	%
Exp.	0.03	%



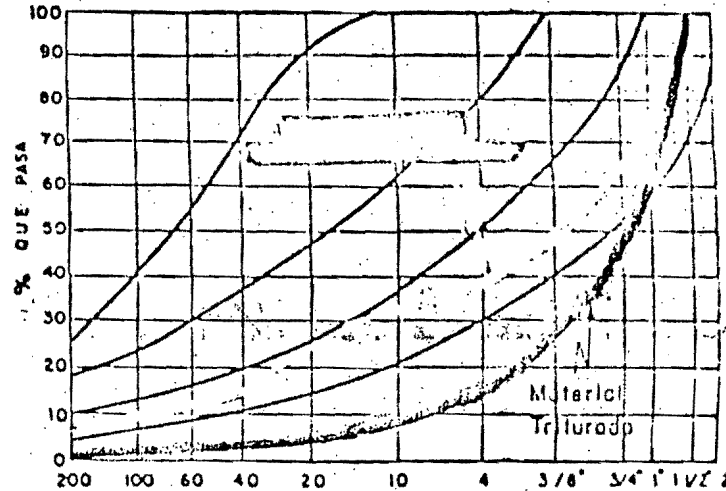
DATOS GENERALES DEL BANCO	
Denominación	Banco Doña Juana
Ubicación	Km 80+800 de la carretera Tuxpan-Tampico, d/d 4.2 Km
Vol. estudiado m <sup>3</sup>	suficiente
Cop. del banco	suficiente
Empleo	base
Tratamiento	Trit. parc. a 38 mm (1 1/2")
Tamaño máximo de las partículas	1 1/2"
% de partículas > 2"	0
" " " > 1 1/2"	0
" " " > 3/4"	28
Observaciones	Propiedad Privada



CROQUIS DEL BANCO

ESTRATIGRAFIA		CLASIFICACION
ESTRATO	SIMBOLO	CLASIFICACION GEOTECNICA
Nº. ESP. (m)		
1	Indef.	Lutita calcárea, gris claro

CARACTERISTICAS	
LL	%
IP	%
CL	5.2 %
EA	49 %
$\gamma_{ds}$	1148 kg/m <sup>3</sup>
$\gamma_{dm}$	kg/m <sup>3</sup>
W <sub>o</sub>	%
VRS	%
Exp.	%



**DATOS GENERALES DEL BANCO**

Denominación. Banco cerro Taninul

Ubicación. km 104+800 de la carretera Tuxpan Tampico, 7.5 km d/i.

Vol. estudiado m<sup>3</sup>. suficiente

Cap. del banco. suficiente

Empleo base

Tratamiento. Trit. total a 38 mm (1 1/2")

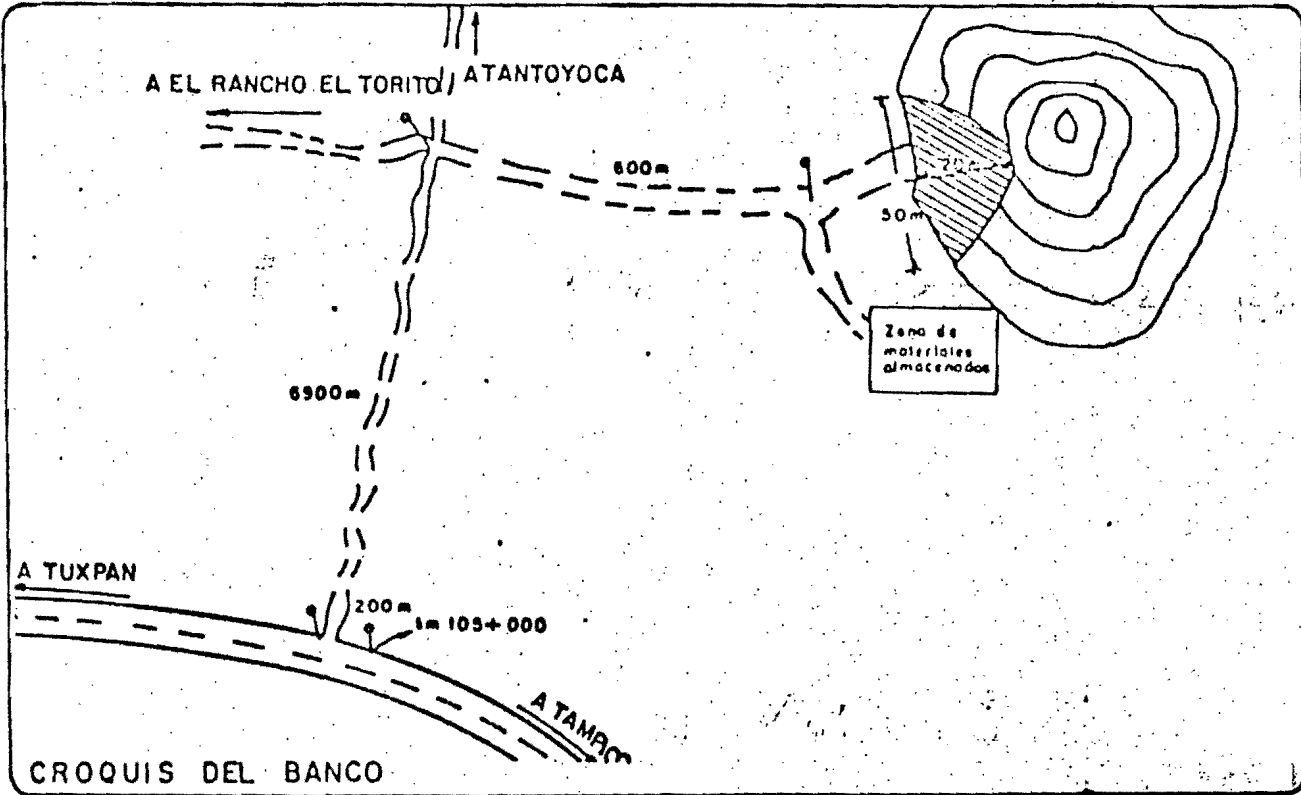
Tamaño máximo de las partículas. 3/4"

% de partículas > 2" 100

" " " > 1 1/2" 100

" " " > 3/4" 100

Observaciones. \_\_\_\_\_



CROQUIS DEL BANCO

Camino: Magozal - Lindero

Tramo: Magozal - Lindero

Sub-tramo: 0+000 a 16+000

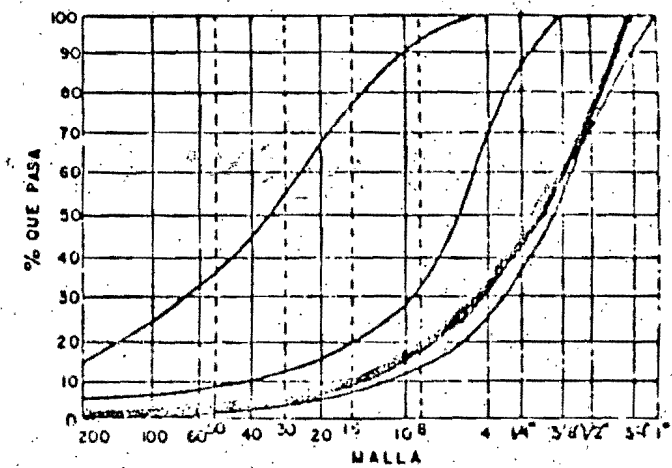
Origen: Magozal

Tabla 4.8.

BANCOS DE MATERIALES

PERFIL ESTRATIGRAFICO		CLASIFICACION S.O.P	CLASIFICACION PRESUPUESTO		
ESTRATO	SIMBOLO		A	B	C
No. ESPESOR					
1	Indef	Lutita calcárea, gris claro.	00	00	100

CARACTERISTICAS		
CL	5.2	%
EA	10	%
$\gamma_{ds}$	1148	kg/m <sup>3</sup>
OLA	29	%
Lajeo	57	%
AF	90	
Dens.	2.54	
O.R	7.3	
CKE sup	2.7	%
CKE abs	2.3	%



**DATOS GENERALES DEL BANCO**

Denominación Banco cerro Taninul

Ubicación km 104+800 de la carretera Tuxpan-Tampico, 7.5 km d/i

Capacidad del Banco suficiente

Vol. de material aprov. estudiado m<sup>3</sup> suficiente

Empleo base

Tratamiento Trit total a 18 mm (3/4")

Tamaño máximo de las partículas 3/4"

% de partículas > 2" 100

" " " > 1 1/2" 100

" " " > 3/4" 100

Observaciones \_\_\_\_\_

Concesionario a Constructora ECA, S.A.

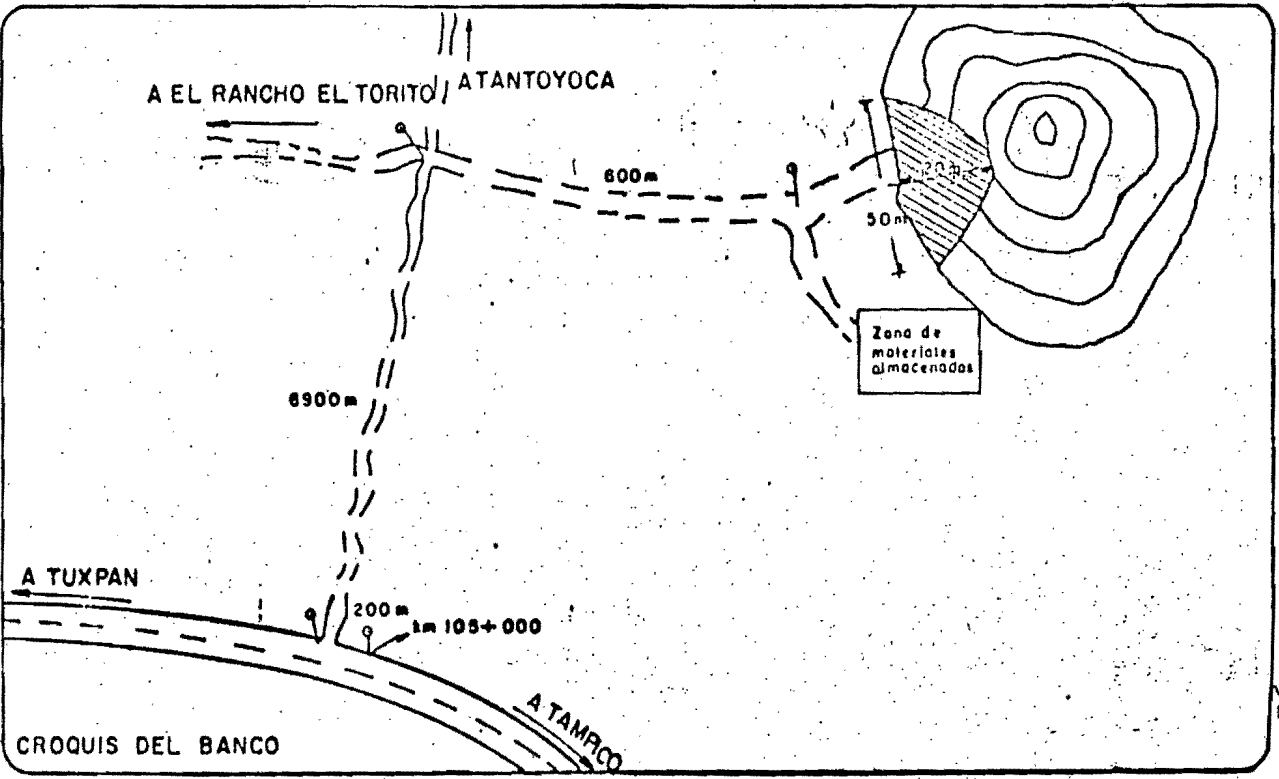
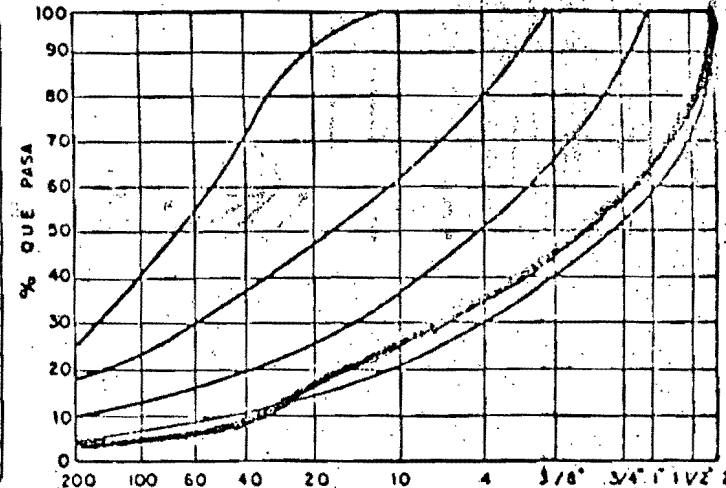


Tabla 4.6.

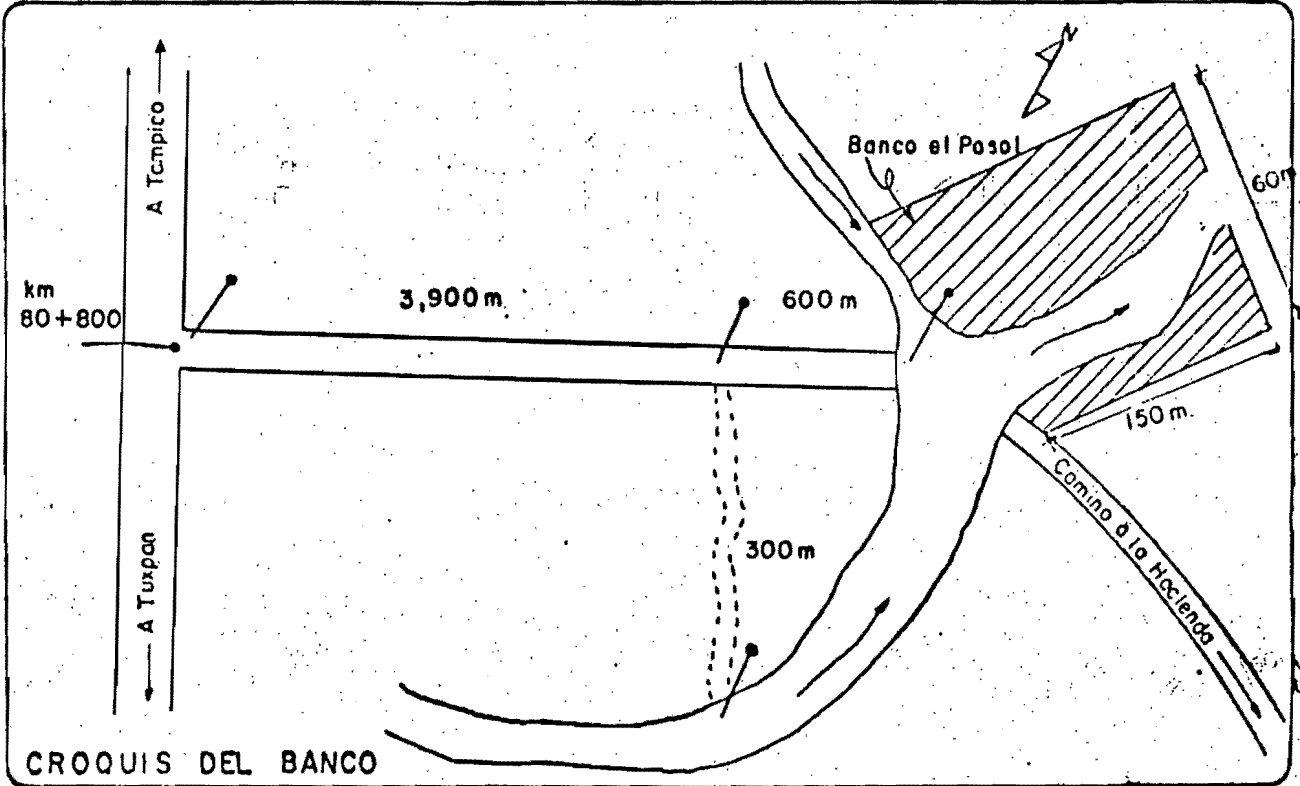
BANCO DE MATERIALES

ESTRATIGRAFIA			CLASIFICACION PRESUPUESTO		
ESTRATO	SIMBOLO	CLASIFICACION GEOTECNICA	A	B	C
1	0.20	TV. Tierra vegetal	100	00	00
2	Indef.	Grava mal graduada, GP, con fragmentos chicos y poca arena	00	60	40

CARACTERISTICAS		
LL	29	%
IP	8	%
CL		%
EA	33	%
$\gamma_{ds}$	1930	kg/m <sup>3</sup>
$\gamma_{dm}$	2414	kg/m <sup>3</sup>
W <sub>o</sub>	10	%
VRS	92	%
Exp	0.04	%

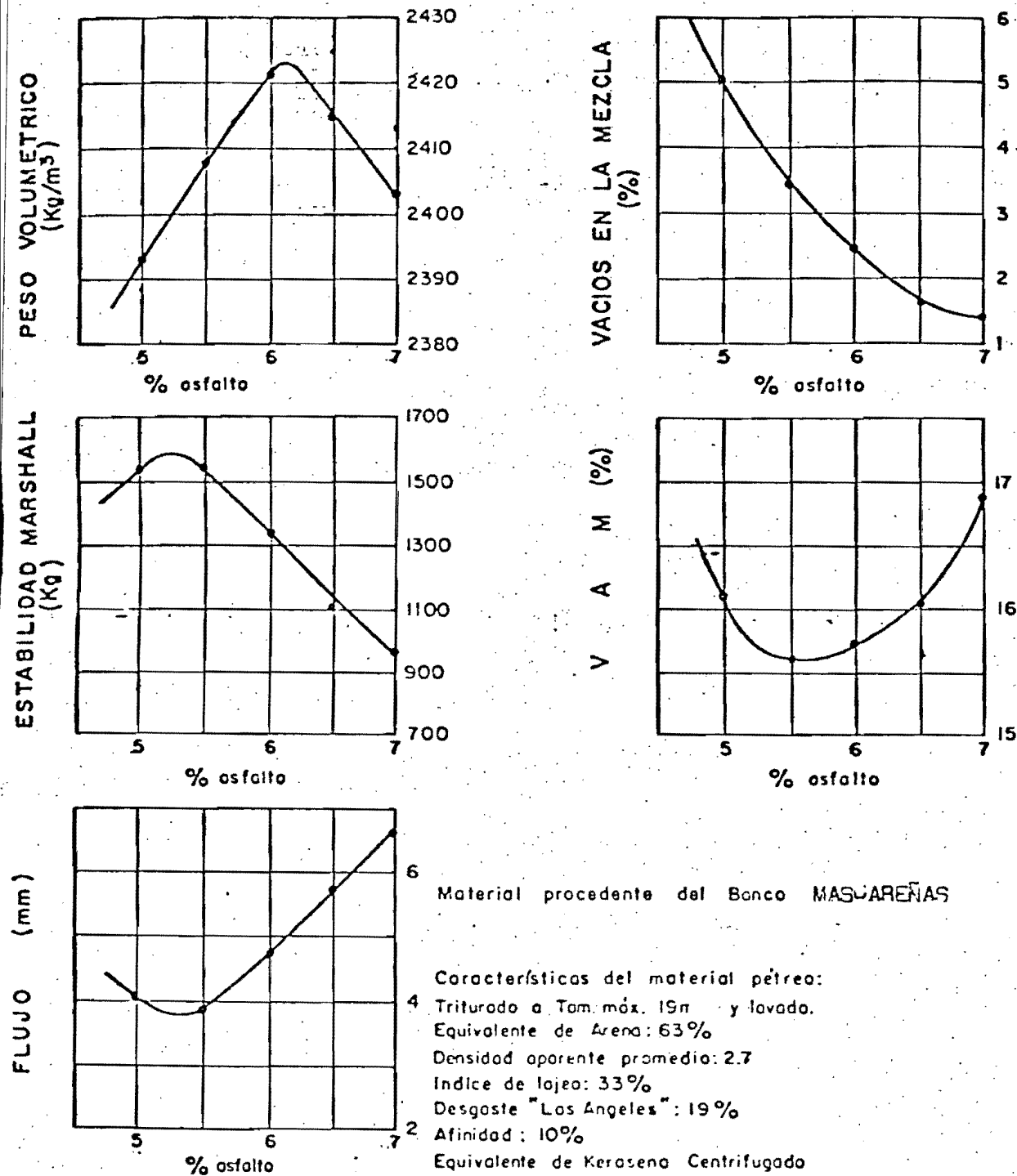


DATOS GENERALES DEL BANCO	
Denominación	Banco Paso 1
Ubicación	Km 80+800 de la carretera Tuxpan-Tampico d/d 4.5 Km
Vol. estudiado m <sup>3</sup>	13,500
Cop. del banco	13,500 m <sup>3</sup>
Empleo	base
Tratamiento	Cribado a 38 mm (1½")
Tamaño máximo de las partículas	2"
% de partículas > 2"	10
" " " > 1½"	17
" " " > 3/4"	42
Observaciones	Explotado actualmente



CROQUIS DEL BANCO

Fig. 4.2. ANALISIS DE MEZCLA ASFALTICA PRUEBA MARSHALL



Material procedente del Banco MASCAREÑAS

Características del material pétreo:

Triturado a Tam. máx. 19mm y lavado.

Equivalente de Arena: 63%

Densidad aparente promedio: 2.7

Índice de lojeo: 33%

Desgaste "Los Angeles": 19%

Afinidad: 10%

Equivalente de Keroseno Centrifugado

a) Superficial 2.7%

b) Por absorción 0.1%

V

ANALISIS DE TRES ALTERNATIVAS DE REESTRUCTURACION

Para hacer el análisis de las tres alternativas se procedió primero a determinar que estrato de la estructura y sub-estructura actuales se puede aprovechar ( Capítulo - III ); en la cual mediante las pruebas realizadas de los 28 pozos a cielo abierto, se sacó las medias del equivalente de arena, límite líquido, límite plástico, valor relativo de soporte, para ver si cumple con las especificaciones de las normas de calidad de los materiales, determinándose que se puede utilizar como sub-base.

Posteriormente se realizó el análisis de tránsito acumulado en ejes sencillos de 8.2 T., para una vida del proyecto igual a 20 años, llegando a un tránsito acumulado de  $\Sigma L = 32, 233, 273$ ; como se puede verificar en la tabla 5.1.

Para el diseño estructural de carreteras con pavimento flexible se empleó la gráfica del INSTITUTO DE INGENIERIA DE LA U.N.A.M., para un nivel de confianza de 0.9-- ( Fig. 5.1 ), y el  $\widehat{VRS}$  sub-rasante y sub-base obtenido de los pozos a cielo abierto, así como espesores mínimos para la base y carpeta.

Esta carretera se dividió en dos tramos:

1er. Tramo Km. 124 + 000 al Km. 160 + 000.

2do. Tramo Km. 160 + 000 al Km. 191 + 000.

Luego se plantea tres alternativas posibles:

1era. ALTERNATIVA.- Se utilizó el Banco Mascareñas para la carpeta de concreto asfáltico y para la base hidráulica, donde se evaluó la estructura necesaria, por resistencia y expansión, escogiéndose la mayor; y más tarde se diseñó la estructura por construir.

2da. ALTERNATIVA.- Se utilizó el Banco Mascareñas para la carpeta de concreto asfáltico; y el Banco Ejido Km. 79, para la base asfáltica. En ésta base se usará un asfalto rebajado FR-3 para la mezcla, en la proporción de 5% en peso. También, se evaluó la estructura necesaria, por resistencia y expansión, escogiéndose la mayor; y luego se diseñó la estructura necesaria.

3era. ALTERNATIVA.- Se utilizó el Banco Mascareñas para la carpeta de concreto asfáltico; y el Banco Ejido Km. 79, para la base tratada con cemento. Después se evaluó la estructura necesaria, por resistencia y expansión escogiéndose la mayor; y luego se diseñó la estructura por construir.

Para la sub-base en el primer tramo se utilizará el banco Ejido Km 79 ya que cumple con especificaciones.

Finalmente se dará un resumen de los estratos por construir para cada alternativa y en cada tramo.

ANÁLISIS DEL TRANSITO ACUMULADO EN EJES SENCILLOS DE 8.2 ton (Diario Oficial 28 nov. 1980)  
 (Publicación 444, Instituto de Ingeniería)

Camino: TUXPAN - TAMPICO (Industrial)  
 Tramo: UZULUAMA - TAMPICO  
 Subtramo:  
 Origen: TUXPAN - VERACRUZ

Tránsito inicial diario promedio anual: (TDPA)<sub>2</sub>: 4620  
 Vida del proyecto del pavimento: 20 años  
 Tasa de crecimiento anual: 2%; Núm de carriles: 2  
 Composición del tránsito: A 61% B 4% C 35%

a) Determinación de los coeficientes combinados de daño Kc


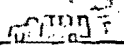
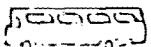
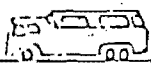
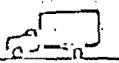
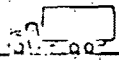
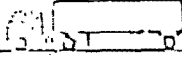
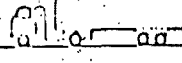
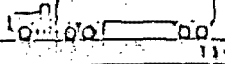
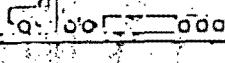
Vehículo tipo	Composición %	Coef. de daño		Coef. prop. de daño	
		Ko	Kd <sub>60</sub>	Kop	Kdp
 A-1	24.40	0.004	0.000	0.0010	0.0000
 A-2	36.60	0.536	0.064	0.1962	0.0234
 B-1	0.80	2.000	2.939	0.0160	0.0235
 B-2	3.2	1.999	1.369	0.0640	0.0438
 C-1	14.00	2.000	2.939	0.2800	0.4115
 C-2	4.90	3.000	2.940	0.1470	0.1441
 T2-51	6.30	3.000	5.759	0.1890	0.3628
 T2-52	3.50	4.000	5.760	0.1400	0.2016
 T3-51	3.50	5.000	5.761	0.1750	0.2016
 T3-52	2.80	6.000	5.758	0.1680	0.1612
		Kc		1.3762	1.5735

TABLA COEFICIENTES DE ACUMULACION DEL TRANSITO (C<sub>AT</sub>)

AÑO	TASA DE CRECIMIENTO ANUAL (%)									
	0	2	4	5	6	8	10	12	14	15
3	1095	1117	1139	1151	1162	1185	1200	1232	1255	1267
5	1825	1899	1977	2012	2037	2141	2228	2318	2413	2461
10	3650	3997	4302	4591	4811	5200	5517	5865	6259	6411
15	5475	6312	7309	7876	8426	9210	11597	13257	14022	14267
20	7300	8060	10149	12069	13477	14703	20965	25279	33274	34372
25	9125	11691	15701	17420	20026	26204	35557	48667	64303	77669

$$\Sigma L_n = K_c \cdot C_{AT} \cdot (TDPA)_2$$

b) Determinación del tránsito acumulada  $\Sigma L$

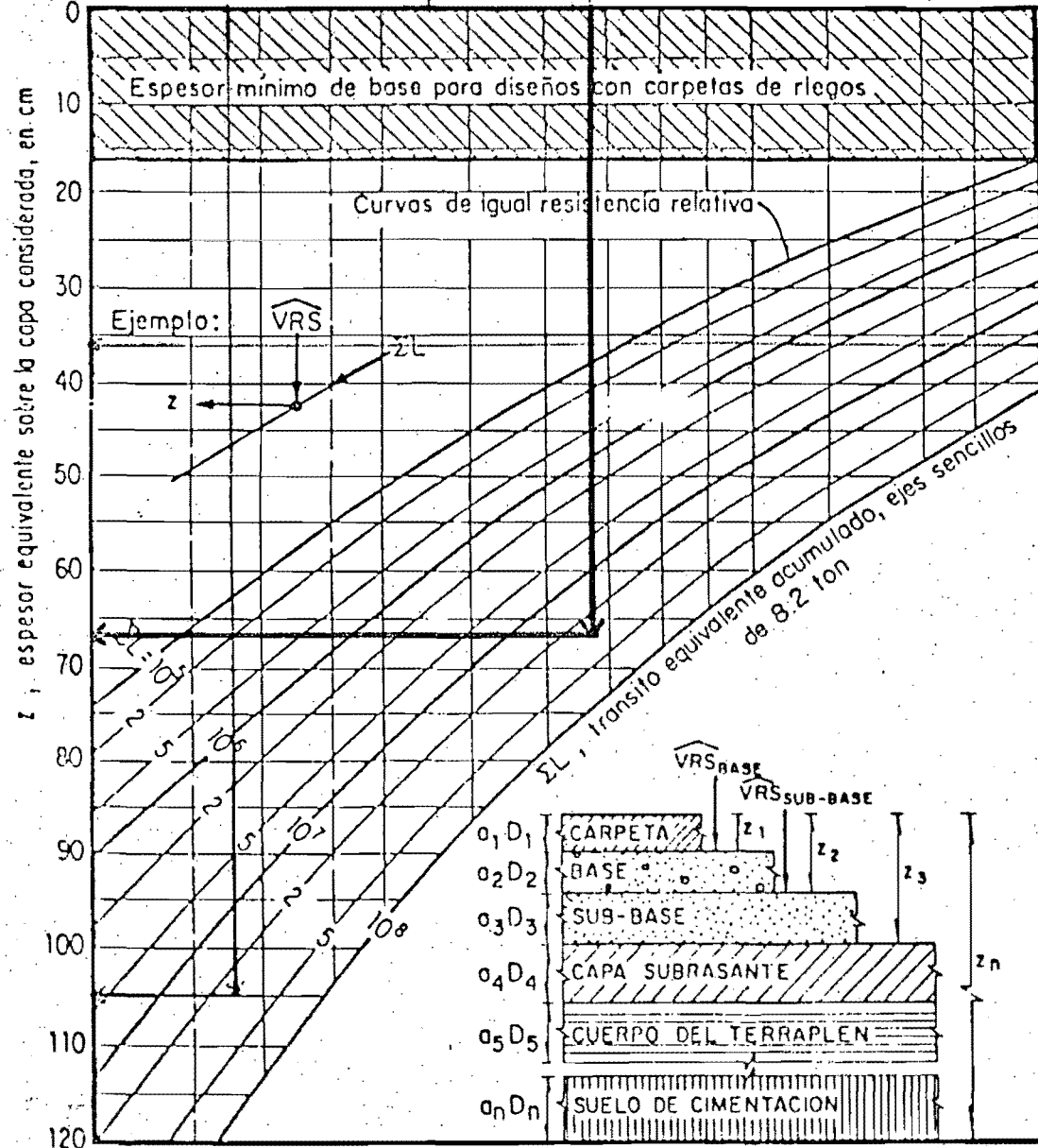
Año	CAT.	$\Sigma L_o$	$\Sigma L_d$
3	1,117	3 <sup>550,967.57</sup>	4060,054.85
5	1,899	6 <sup>036,962.78</sup>	6 <sup>902,456.72</sup>
10	3,997	12 <sup>706,550.93</sup>	14 <sup>528,235.65</sup>
15	6,312	20 <sup>065,986.86</sup>	22 <sup>942,762.92</sup>
20	8,868	28 <sup>194,746.12</sup>	32 <sup>233,273.38</sup>
25	11,691	37 <sup>165,946.20</sup>	42 <sup>494,271.41</sup>



$\widehat{VRS}_z$

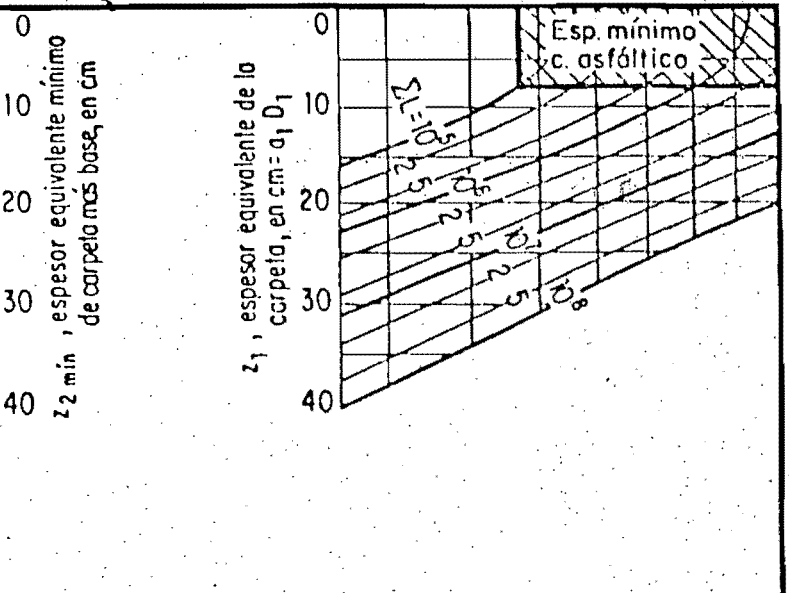
Valor relativo de soporte crítico de sub-base y terracerías

2 2.5 3 3.5 4 5 6 7 8 9 10 12 15 17 20



$\widehat{VRS}$  crítico de la base

45 50 60 70 80 90 100 110 120



- $\widehat{VRS}$  estimación del valor relativo de soporte crítico esperado en el campo =  $\widehat{VRS} (1 - 0.84 V)$
- $\widehat{VRS}_z$  valor relativo de soporte medio esperado en el campo
- V coeficiente de variación del VRS en el campo
- Z espesor equivalente, en cm =  $\sum a_i D_i$
- $a_1 = 0$ , para carpetas de riegos
- $a_1 \leq 2$ , para concreto asfáltico
- $a_2 = a_3 = a_4 = a_5 = 1$ , para materiales estabilizados mecánicamente

$\widehat{VRS}_z \geq \widehat{VRS}_0 [1.5]^{100 \Sigma L} \left[ 1 - \frac{z^3}{(15^2 + z^2)^{3/2}} \right]; z \text{ en cm}$			
$\widehat{VRS}_0$			
BASES	SUB-BASES Y TERRACERIAS	NIVEL DE RECHAZO	NIVEL DE CONFIANZA
10.03	4.57	2.5	$Q_U = 0.9$

Gráfica para diseño estructural de carreteras con pavimento flexible

DISEÑO DE LAS TRES ALTERNATIVAS POR EL METODO  
DEL INSTITUTO DE INGENIERIA, U.N.A.M.

ALTERNATIVA I

BANCO MASCAREÑA

1er. Tramo Km 124 + 000 al Km 160 + 000

DATOS:

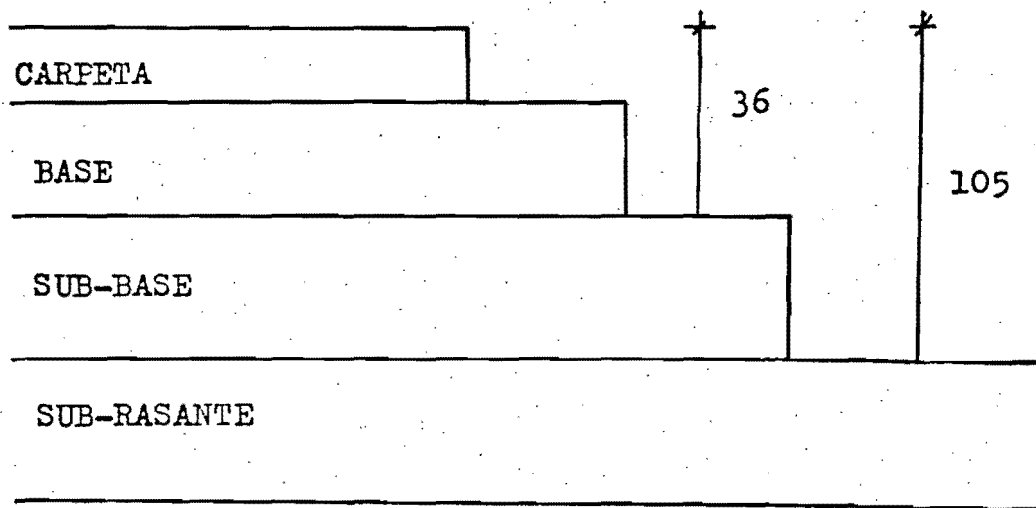
Nivel de confianza = 0.9

$\widehat{VRS}$  sub-rasante = 2.78

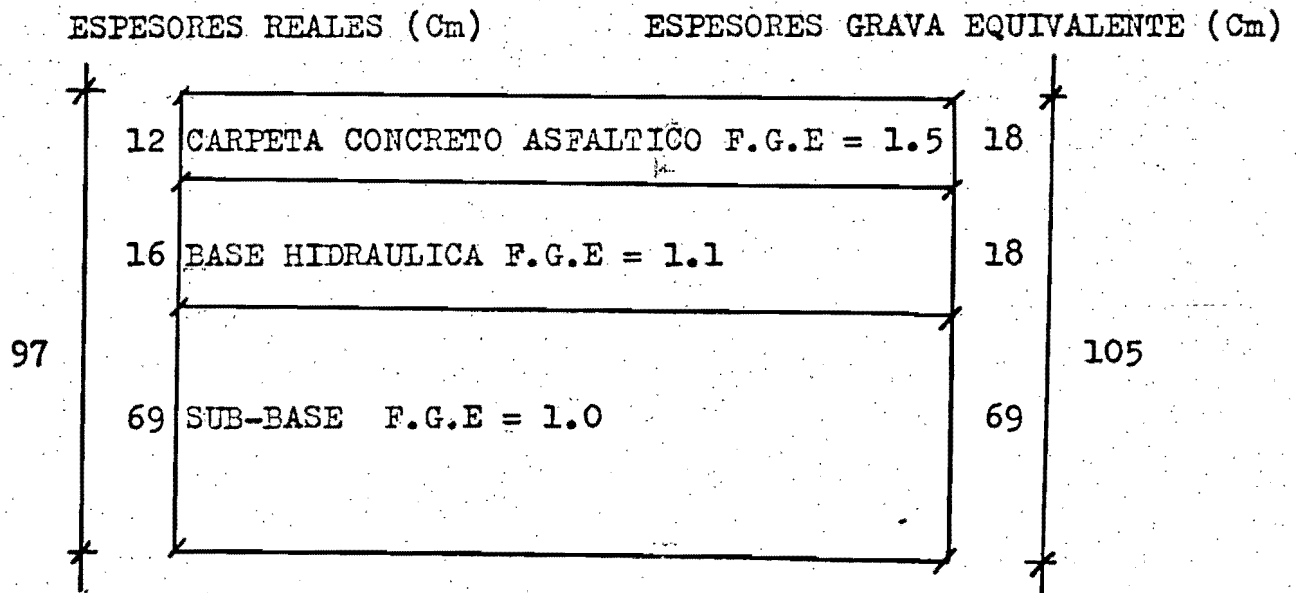
$\widehat{VRS}$  sub-base = 51.35

$\Sigma L$  = 32, 233, 273.

ESPESOR EN GRAVA EQUIVALENTE (Cm)



F.G.E. = FACTOR EN GRAVA EQUIVALENTE



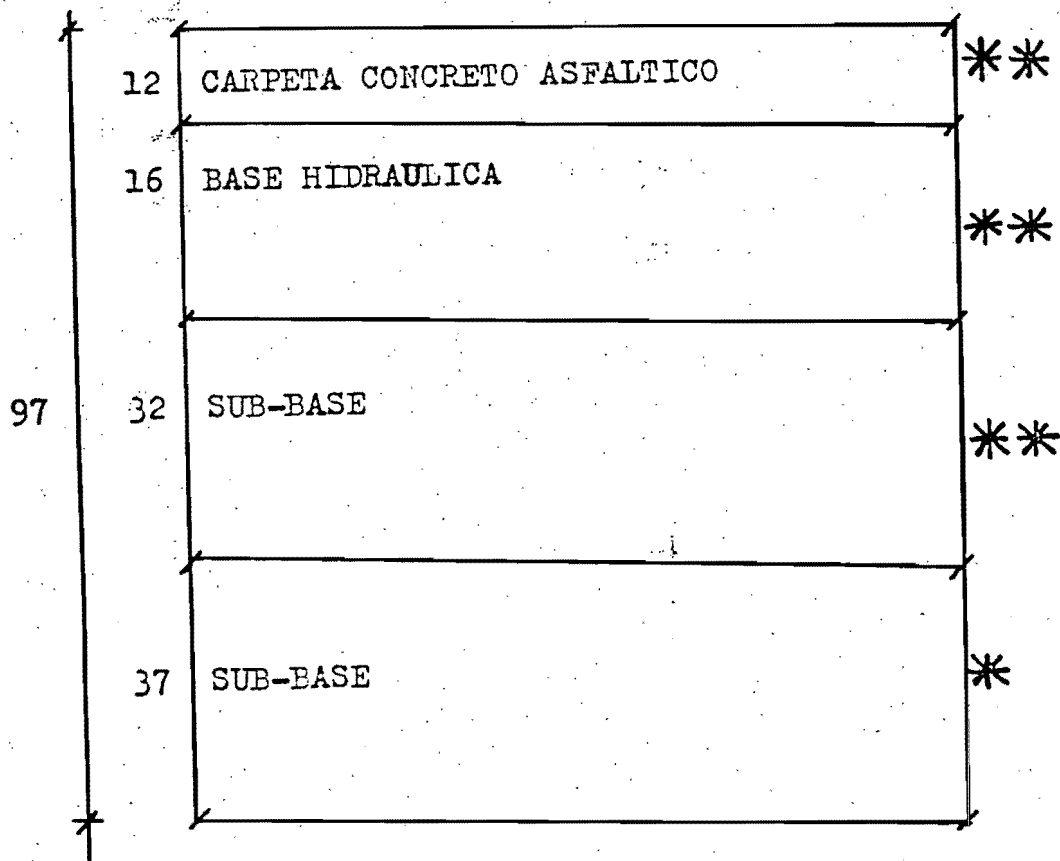
PRUEBA DE PAVIMENTO POR PRESION DE EXPANSION HVEEM.

- a) Espesor total del pavimento = 97 Cm.
- b) Peso volumétrico seco máximo promedio =  $\gamma^s_{prom.}$  = 1,703.30 Kg/M<sup>3</sup>
- c) Presión expansión promedio =  $\widehat{P_{exp}}$  = 1.29 T/M<sup>2</sup>
- d) Espesor del pavimento por expansión.

$$H_{pavimento} = \frac{\widehat{P_{exp}}}{\gamma^s_{prom.}} = \frac{1.29}{1.7033} = 0.76M. = 76 \text{ Cm.}$$

∴ NO HAY QUE AUMENTAR EL ESPESOR POR PRESION DE EXPANSION.

ESPEORES REALES POR CONSTRUIR (Cm)



\* SE PUEDE APROVECHAR 37 Cm EN SUB-BASE DEL PAVIMENTO EXISTENTE.

\*\* ESTRATOS DEL PAVIMENTO POR CONSTRUIR

ALTERNATIVA I

2do. TRAMO. Km 160 + 000 al Km 191 + 000

DATOS:

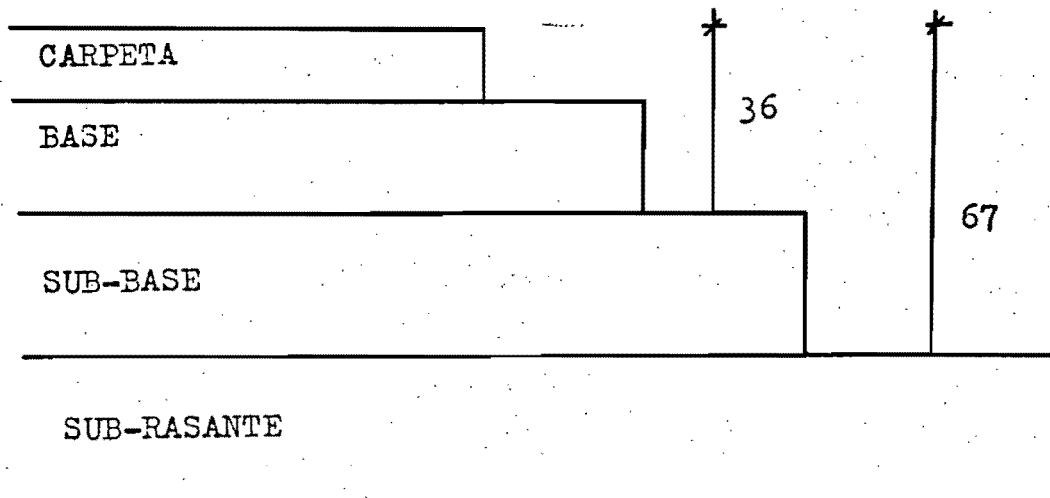
Nivel de confianza = 0.9

$\widehat{VRS}$  sub-base = 51.32

$\widehat{VRS}$  sub-rasante = 6.82

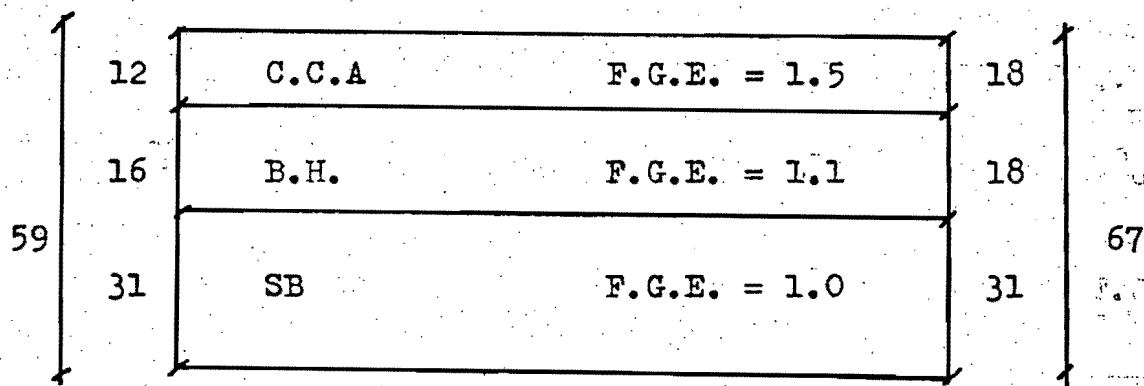
$\Sigma L$  = 32, 233, 273.

ESPESOR EN GRAVA EQUIVALENTE ( Cm )



ESPEORES REALES (cm)

ESPEORES GRAVA EQUIVALENTE (Cm)



PRUEBA DEL PAVIMENTO POR PRESION DE EXPANSION HVEEM

a) Espesor total del pavimento = 59 Cm.

b)  $\gamma_{prom.} = 1,694.80 \text{ Kg/m}^3 = 1.69480 \text{ T/m}^3$

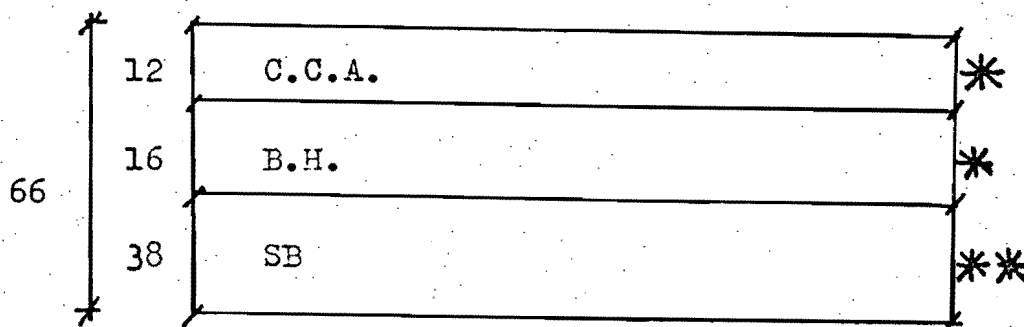
c)  $\widehat{P}_{exp.} = 0.16 \text{ T/m}^2$

d) Espesor del pavimento por expansión.

$$H_{pavimento} = \frac{\widehat{P}_{exp.}}{\gamma_{prom.}} = \frac{0.16}{1.6948} = 0.09 \text{ M.} = 9 \text{ Cm.}$$

∴ NO SE NECESITA AUMENTAR EL ESPEOR POR PRESION DE EXPANSION.

ESPEORES REALES POR CONSTRUIR (Cm)



\* ESTRATOS POR CONSTRUIR

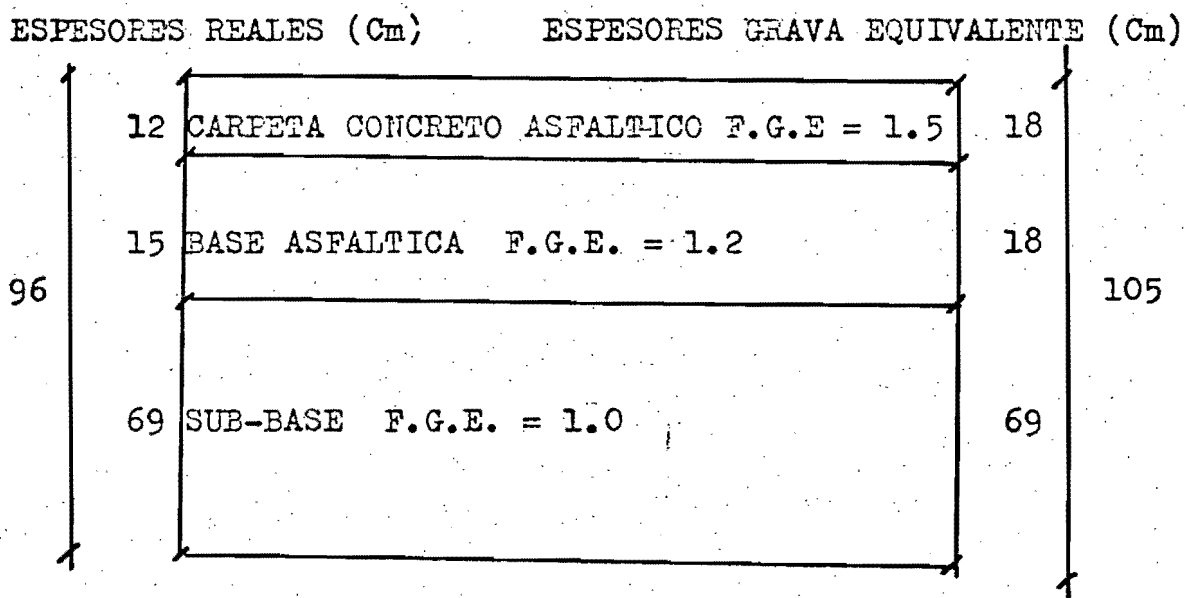
\*\* ESTRATOS APROVECHABLE DEL PAVIMENTO ACTUAL 38 Cm PARA SUB-BASE.

ALTERNATIVA II

BANCO EJIDO Km 79 PARA BASE ASFALTICA

BANCO MASCAREÑAS PARA LA CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO

1er TRAMO Km 124 + 000 al Km 160 + 000

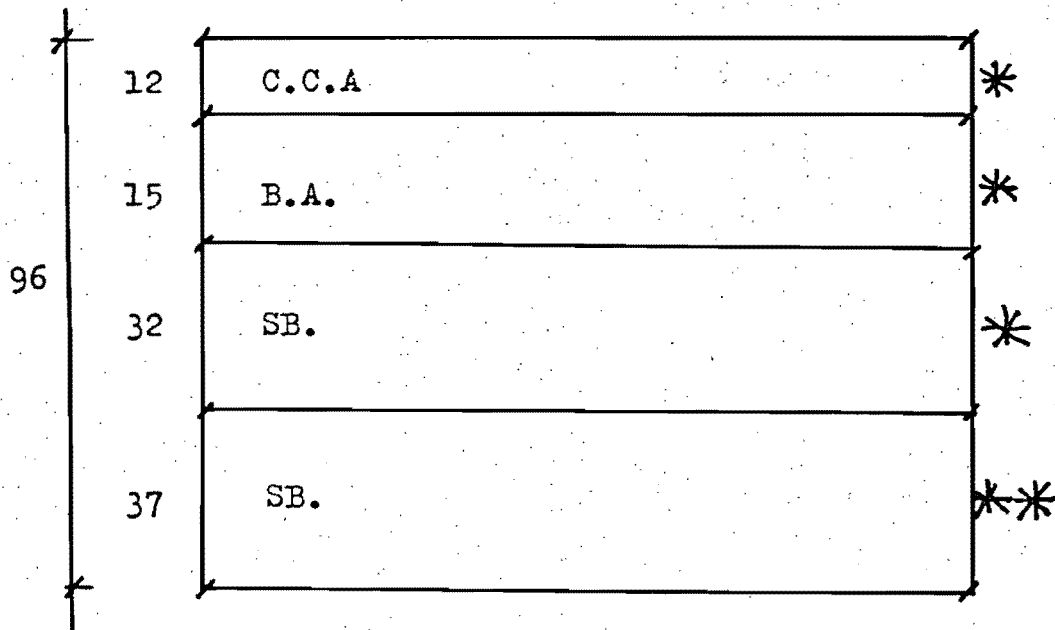
PRUEBA DEL PAVIMENTO POR PRESION DE EXPANSION

- Espesor total del pavimento = 96 CM.
- $\rho_{prom.} = 1,703.30 \text{ Kg/M}^3 = 1.70330 \text{ T/m}^3$
- $\hat{P}_{exp} = 1.29 \text{ T/M}^3$
- Espesor de pavimento por expansión.

$$H_{pavimento} = \frac{1.29}{1.70330} = 0.76 \text{ m} = 76 \text{ Cm.}$$

NO HAY QUE AUMENTAR EL ESPESOR POR PRESION DE EXPANSION.

ESPESORES REALES POR CONSTRUIR (Cm)



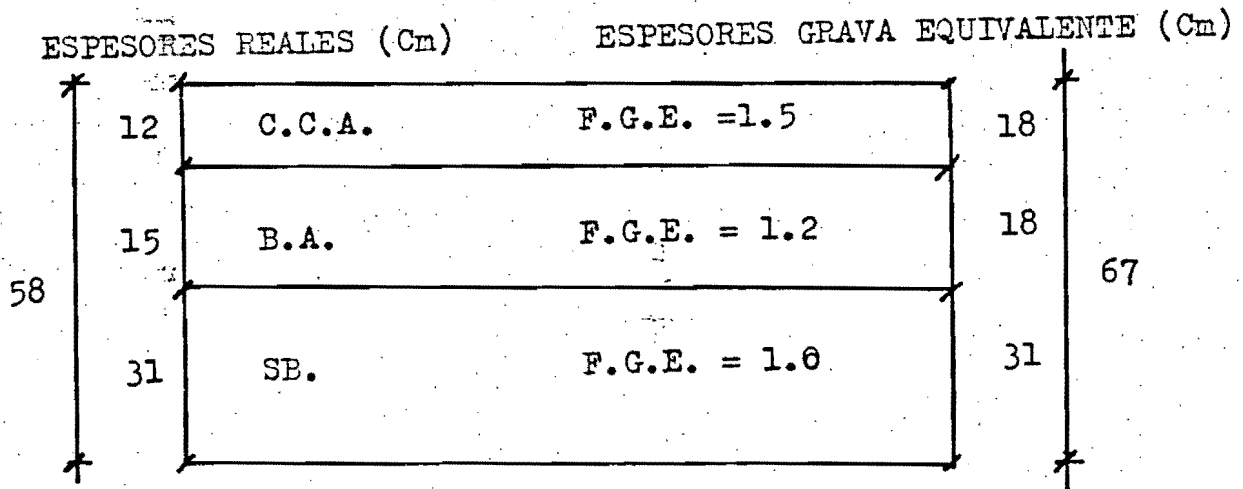
\* ESTRATOS POR CONSTRUIR

\*\* ESTRATO APROVECHABLE DEL PAVIMENTO ACTUAL 37 Cm  
PARA SUB-BASE.



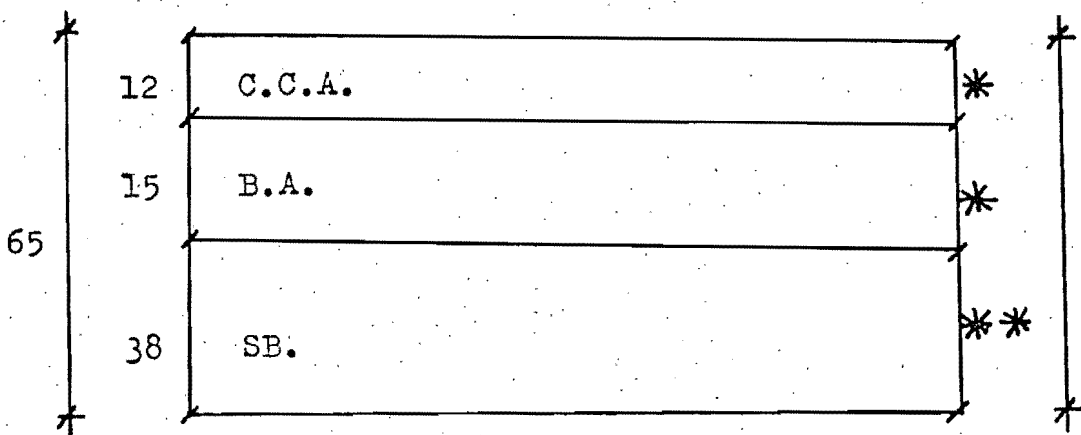
ALTERNATIVA II

2do TRAMO Km 160 + 000 al Km 191 + 000



NO SE NECESITA AUMENTAR POR EXPANSION EN ESTE TRAMO.

ESPEORES REALES POR CONSTRUIR ( Cm)



\* ESTRATOS POR CONSTRUIR.

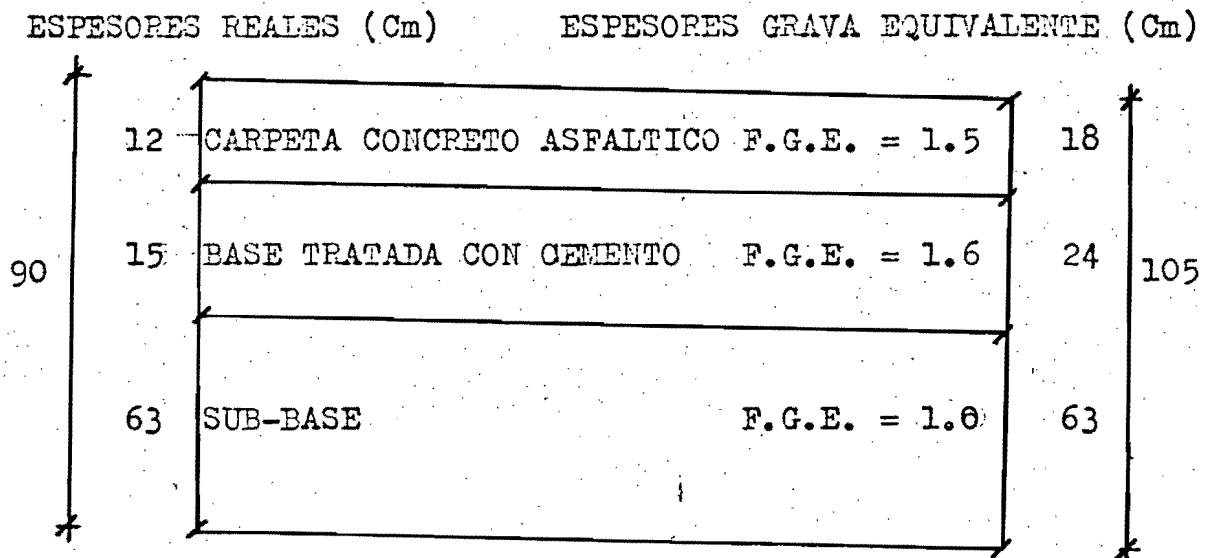
\*\* ESTRATOS APROVECHABLE DEL PAVIMENTO ACTUAL 38 Cm PARA SUB-BASE.

ALTERNATIVA III

BANCO EJIDO Km 79 PARA BASE TRATADA CON CEMENTO

BANCO MASCAREÑAS PARA CARPETA CONCRETO ASFALTICO

1er. TRAMO. Km. 124 + 000 al Km 160 + 000



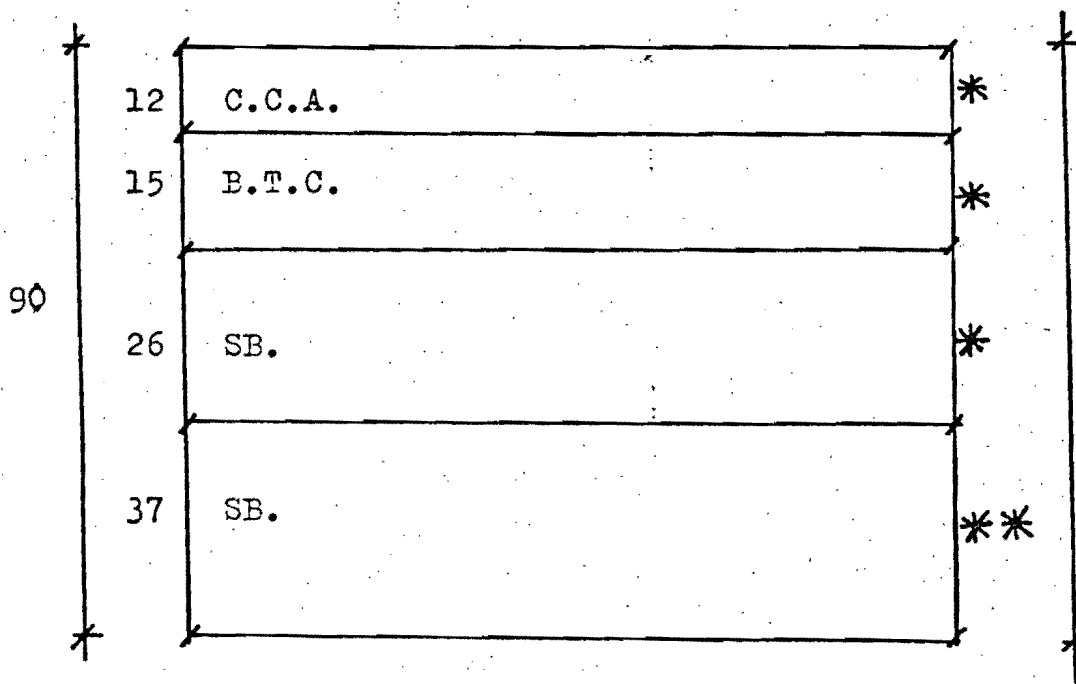
PRUEBA DEL PAVIMENTO POR PRESION DE EXPANSION

- a) Espesor total del pavimento = 90 Cm.
- b)  $\gamma_{prom.} = 1,703.30 \text{ Kg/M}^3 = 1.70330 \text{ T/M}^3$
- c)  $\widehat{P}_{exp} = 1.29 \text{ T/M}^3$
- d) Espesor del pavimento por expansión.

$$H_{pavimento} = \frac{1.29}{1.7033} = 0.76 \text{ m} = 76 \text{ Cm.}$$

NO HAY QUE AUMENTAR EL ESPESOR POR PRESION DE EXPANSION.

ESPEORES REALES POR CONSTRUIR (Cm)



\* ESTRATOS POR CONSTRUIR.

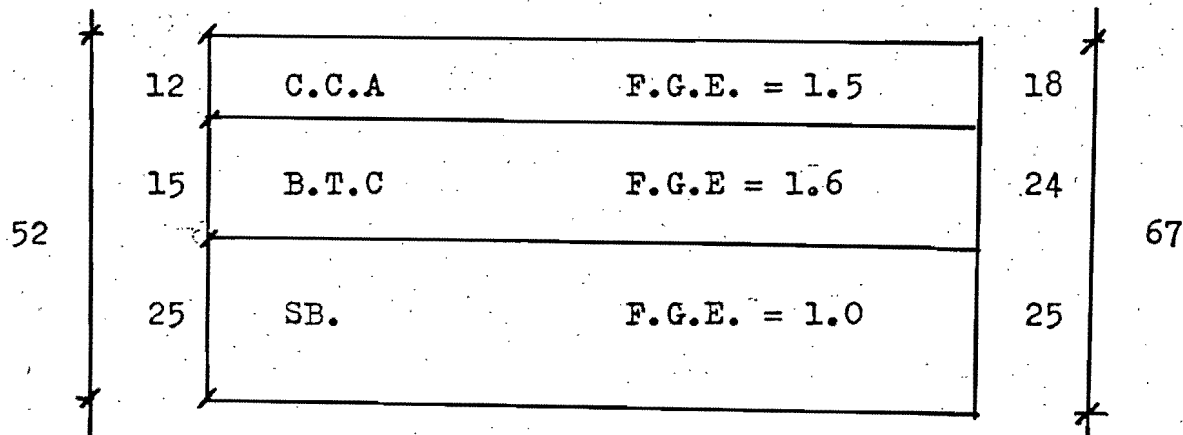
\*\* ESTRATOS APROVECHABLE DEL PAVIMENTO ACTUAL 37 Cm  
PARA SUB-BASE

ALTERNATIVA III

2do TRAMO Km 160 + 000 al Km 191 + 000

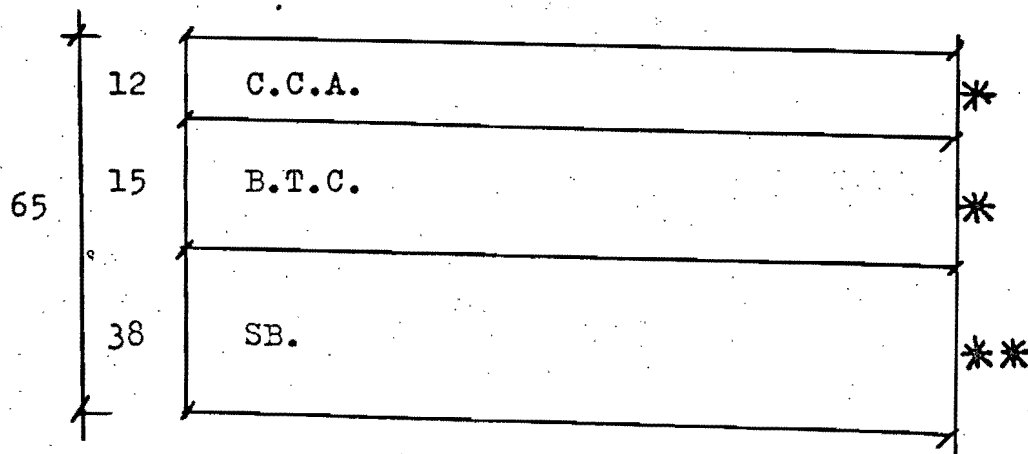
ESPEORES REALES (Cm)

ESPEORES GRAVA EQUIVALENTE (CM)



∴ NO SE NECESITA AUMENTAR POR EXPANSION EN ESTE TRAMO.

ESPEORES REALES POR CONSTRUIR (Cm)



\* ESTRATOS POR CONSTRUIR

\*\* ESTRATOS APROVECHABLE DEL PAVIMENTO ACTUAL 38 CM PARA SUB-BASE.

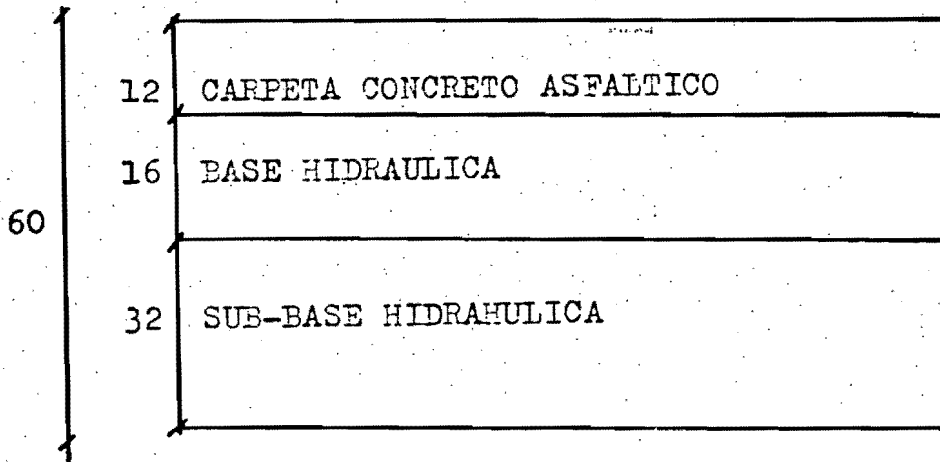
RESUMEN

ESTRATOS POR CONSTRUIR EN CADA ALTERNATIVA

ALTERNATIVA I

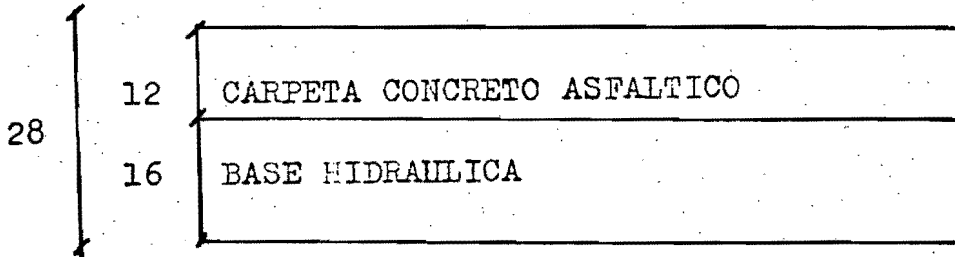
1er TRAMO. Km. 124 + 000 al Km. 160 + 000

ESPEORES REALES (Cm)



2do. TRAMO. Km. 160 + 000 al Km 191 + 000

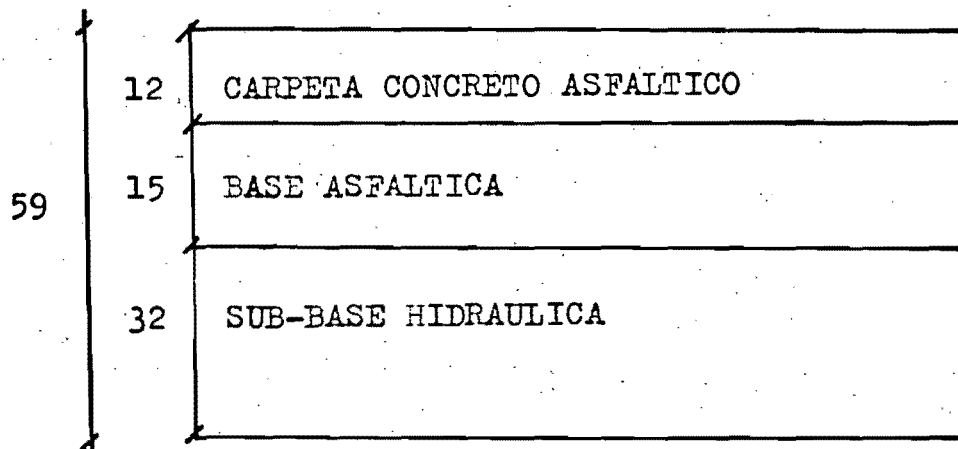
ESPEORES REALES (Cm)



ALTERNATIVA II

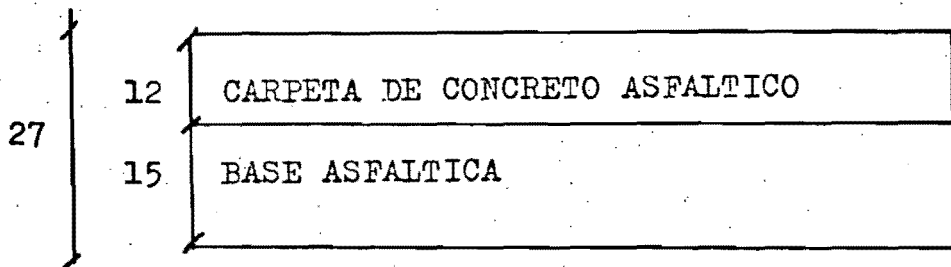
1er. TRAMO. KM. 124 + 000 al Km.160 +000

ESPEORES REALES EN (Cm)



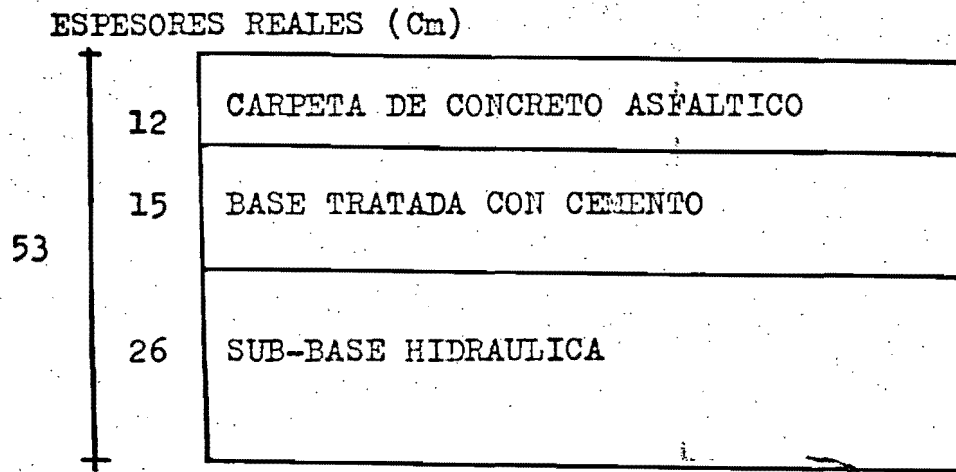
2 do. TRAMO. Km.160 + 000 al Km.191 + 000

ESPEORES REALES (Cm)

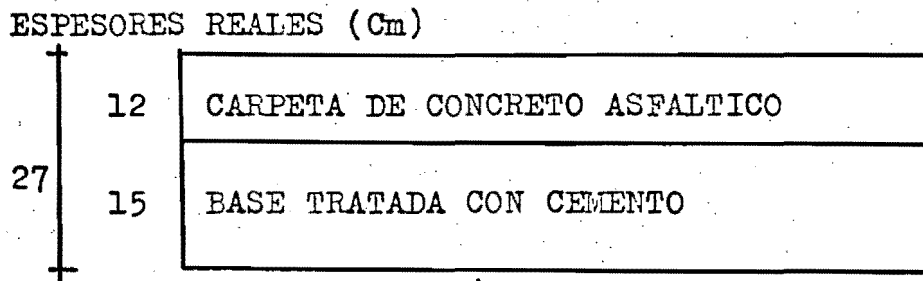


ALTERNATIVA III

1er. TRAMO. Km.124 + 000 al Km.160 + 000



2do. TRAMO. Km.160 + 000 al Km 191 + 000



VI

ANALISIS DE COSTOS

"OBTENCION DE MATERIALES PETREOS"

Los materiales pétreos (grava y arena), se pueden obtener de varias formas:

1. Se pueden obtener de minas de arena y ocasionalmente de grava.
2. De cantos rodados de río que contengan gravas y arenas en diversas proporciones.
3. Por medio de trituración de rocas se obtienen -- gravas y ocasionalmente de arena, ya que obtenida de esta forma resulta muy costosa.

Para obtener arena de mina se procede a aflojar el terreno con un tractor, se carga el material mediante un traxcavo y se transporta a un gusano lavador para su limpieza.

Cuando se obtiene de río se sacan por medio de una draga y se cargan con un traxcavo a camiones, estos descargan en un secundario de una clasificadora y con varias cribas para separar cada tamaño del agregado y otra para la arena, la cual se pasa por su tornillo lavador para su limpieza final.



Cuando se obtienen de rocas se hacen pasar por una trituradora primaria de quijadas o de bolas, después por un secundario y por medio de cribas se separan los diferentes tamaños de grava y arena, la cual se debe pasar por un tornillo lavador para su limpieza final.

Dependiendo del porcentaje de materiales que tenga un banco determinado, los métodos anteriores descritos podrán combinarse para lograr un costo mínimo en la obtención de los materiales.

La carga de los materiales se deberá hacer por medio de cargadores frontales de orugas o llantas.

Para la carga de roca, de materiales de río es más eficiente el cargador de orugas para cargar agregados ya clasificados a arena de mina el equipo adecuado es un cargador de llantas.

Los acarreos de todos los materiales sean roca, grava, arena de río, arena de banco o materiales clasificados de-ben hacerse en camiones de 5 a 7 m<sup>3</sup> de fabricación nacional, ya que es el medio de transporte más económico, puesto que de mayores capacidades son de importación y dada la paridad de nuestra moneda con las extranjeras en cualquier caso al emplear unidades de importación el costo que se obtiene será más elevado en comparación con las unidades nacionales.

Cuando se emplean unidades de fabricación nacional para acarreos de rocas que posteriormente se va a triturar es conveniente diseñar unas cajas reforzadas para los camiones, con objeto de aumentar la vida útil de la unidad.

A continuación se dará el análisis de costos de las tres alternativas, en cada tramo, donde se sacó el costo por M<sup>3</sup> de cada una de las actividades a considerar en cada caso. Luego se tiene el total de costo directo, y se afecta por el factor de indirecto (ver apéndice A-1), para tener el costo total de cada estrato.

Más tarde se obtuvieron los volúmenes, en cada tramo, de cada alternativa, para posteriormente dar el costo total de la obra, de cada una de ellas.

ALTERNATIVA I

SUB-BASE  
HIDRAULICA

"BANCO EJIDO KM.79"

- 1. Cargo por obtención y carga.....\$ 213.24/M<sup>3</sup>
- 2. Acarreo, distancia media = 21 KM.....1,281.80/M<sup>3</sup>
- 3. Tendido y afinado..... 83.64/M<sup>3</sup>
- 4. Compactación..... 58.13/M<sup>3</sup>

Total costo directo.....\$1,636.81/M<sup>3</sup>

Factor de Indirecto..... 1.6485 C.D.

Costo total.....\$2,698.28/M<sup>3</sup>

BASE  
HIDRAULICA

"BANCO MASCAREÑAS"

- 1. Extracción del material.....\$ 545.05/M<sup>3</sup>
- 2. Carga y acarreo a la planta de trituración, distancia media 150 M. .... 227.01/M<sup>3</sup>
- 3. Trituración primaria, secundaria y cribado..... 812.71/M<sup>3</sup>
- 4. Carga y acarreo, distancia media =52.05 Km. .... 3,221.69/M<sup>3</sup>
- 5. Tendido, afinado y compactación..... 147.96/M<sup>3</sup>

Total costo directo....\$4,954.42/M<sup>3</sup>

Factor de indirecto.... 1.6485 C.D.

Costo total.....\$8,167.36/M<sup>3</sup>

CARPETA  
DE CONCRETO ASFALTICO

"BANCO MASCAREÑAS"

1. Extracción, carga, acarreo, trituration, distancia = 150 M. ....	\$1,584.77/M <sup>3</sup>
2. Carga y acarreo hasta la planta de concreto asfáltico, ubicada en Km.124 + 000, distancia = 18.50 Km. ....	1,235.51/M <sup>3</sup>
3. Mezcla de material pétreo y cemento asfáltico.	
a) Planta concreto asfáltico.....	2,771.10/M <sup>3</sup>
b) Cargo cemento asfáltico No.6 .....	1,305.78/M <sup>3</sup>
4. Cargo por acarreo de la planta a la extendidora distancia media = 33.50 Km.	2,294.11/M <sup>3</sup>
5. Cargo por extendidora y compactación..	761.42/M <sup>3</sup>
6. Cargo por escarificación de la carpeta existente.....	<u>83.64/M<sup>3</sup></u>
Total costo directo.....\$10,036.33/M <sup>3</sup>	
Factor de indirecto..... 1.6485 C.D.	
<u>Costo total.....\$16,544.89/M<sup>3</sup></u>	

VOLUMENES

1er. Tramo. Km.124 + 000 al Km. 160 + 000

SUB-BASE HIDRAULICA

Ancho de corona = 8.00 M.

Longitud del tramo = 36,000 M.

Espesor = 0.32 M.

Volumen = 36,000 X 8.00 X 0.32 = 92,160 M<sup>3</sup>

Costo total de la subase del tramo:

\$2,698.28/M<sup>3</sup> X 92,160 M<sup>3</sup> = \$248,673,484.80

BASE HIDRAULICA

Ancho de corona = 8.00 M.

Longitud del tramo = 36,000 M.

Espesor = 0.16 M.

Volumen = 36,000 X 8.00 X 0.16 = 46,080 M<sup>3</sup>

Costo total de la base del tramo:

\$8,167.36/M<sup>3</sup> X 46,080 M<sup>3</sup> = \$376,351,948.80

CARPETA CONCRETO ASFALTICO

Ancho de corona = 8.00 M.

Longitud del tramo = 36,000 M.

Espesor = 0.12

Volumen = 8.00 X 36,000 X 0.12 = 34,560 M<sup>3</sup>

Costo total de la carpeta del tramo:

\$16,544.89/M<sup>3</sup> X 34,560/M<sup>3</sup> = \$571,791.398.40

2do. Tramo. Km. 160 + 000 al Km. 191 + 000

BASE HIDRAULICA

Ancho de corona = 8.00 M.

Longitud del tramo = 31,000 M.

Espesor = 0.16 M.

Volumen = 8.00 X 31,000 X 0.16 = 39,680 M<sup>3</sup>

Costo total de la base del tramo:

\$8,167.36/M<sup>3</sup> X 39,680 M<sup>3</sup> = \$324,080,844.80

CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO

Ancho de corona = 8.00 M.

Longitud del tramo = 31,000 M.

Espesor = 0.12 M.

Volumen = 8.00 X 31,000 X 0.12 = 29,760 M<sup>3</sup>

Costo total de la carpeta del tramo:

\$16,544.89/M<sup>3</sup> X 29,760 M<sup>3</sup> = \$492,375,926.40

Costo total de la sub-base = \$248,673,484.80

Costo total de la base = 700,432,793.60

Costo total de la carpeta = 1,064,167,324.80

Costo total de la obra = \$2,013,273,603.20



DEPTI

ALTERNATIVA II

SUB-BASE HIDRAULICA BANCO "EJIDO Km. 79"

Costo total = \$2,698.28/M<sup>3</sup>

BASE ASFALTICA BANCO "EJIDO Km.79"

- 1. Cargo por obtención y carga.....\$ 213.24/M<sup>3</sup>
- 2. Acarreo, distancia media = 21.00 Km. 1,281.80/M<sup>3</sup>
- 3. Cargo por petrolizadora..... 571.12/M<sup>3</sup>
- 4. Cargo por asfalto rebajado FR-3 .... 1,241.75/M<sup>3</sup>
- 5. Cargo por mezclado, tendido y afinado 83.64/M<sup>3</sup>
- 6. Cargo por compactación ..... 58.13/M<sup>3</sup>

Total costo directo.....\$3,449.68/M<sup>3</sup>

Factor de indirecto..... 1.6485 C.D.

Costo total.....\$5,686.79/M<sup>3</sup>

CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO BANCO MASCAREÑAS

Costo total = \$ 16,544.89/M<sup>3</sup>

VOLUMENES

ler. tramo Km. 124 + 000 al Km. 160 + 000

SUB-BASE HIDRAULICA

Ancho de corona = 8.00 M.

Longitud del tramo = 36,000 M.

Espesor = 0.32 M.

Volumen = 8.00 X 0.32 = 92,160 M<sup>3</sup>

Costo total de la sub-base del tramo:

\$2,698.28/M<sup>3</sup> X 92,160 M<sup>3</sup> = \$248,673,484.80

BASE ASFALTICA

Ancho de corona = 8.00 M.

Longitud del tramo = 36,000 M.

Espesor = 0.15 M.

Volumen = 8.00 X 36,000 X 0.15 = 43,200 M<sup>3</sup>

Costo total de la base del tramo:

\$5,686.79/M<sup>3</sup> X 43,200 M<sup>3</sup> = \$245,669,328.00

CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO

Ancho de corona = 8.00 M.

Longitud del tramo = 36,000 M.

Espesor = 0.12 M.

Volumen = 8.00 X 36,000 X 0.12 = 34,560 M<sup>3</sup>

Costo total de la carpeta del tramo:

\$16,544.89/M<sup>3</sup> X 34,560 M<sup>3</sup> = \$571,791,398.40

2o. Tramo Km. 160 + 000 al Km. 191 + 000

BASE ASFALTICA

Ancho de corona = 8.00 M.

Longitud del tramo = 31,000 M.

Espesor = 0.15 M.

Volumen = 8.00 X 31,000 X 0.15 = 37,200 M<sup>3</sup>

Costo total de la base del tramo:

\$5,686.79/M<sup>3</sup> X 37,200 = \$211,548,588.00

CARPETA CONCRETO ASFALTICO

Ancho de corona = 8.00 M.

Longitud del tramo = 31,000 M.

Espesor = 0.12 M.

Volumen = 8.00 X 31,000 X 0.12 = 29,760 M<sup>3</sup>



Costo total de la carpeta del tramo:

$$\$16,544.89/\text{M}^3 \times 29,760 \text{ M}^3 = \$492,375,926.40$$

Costo total de la sub-base = \$248,673,484.80

Costo total de la base = 457,217,916.00

Costo total de la carpeta = 1,064,167,324.80

Costo total de la obra = \$1,770,058,725.60

ALTERNATIVA III

SUB-BASE HIDRAULICA BANCO "EJIDO Km. 79"

Costo total = \$2,698.28/M<sup>3</sup>

BASE TRATADA CON CEMENTO BANCO "EJIDO Km. 79

- 1. Cargo por obtención y carga ..... \$ 213.24/M<sup>3</sup>
- 2. Acarreo, distancia media = 21.00 Km. 1,281.80/M<sup>3</sup>
- 3. Cargo por cemento portland ..... 912.00/M<sup>3</sup>
- 4. Cargo por mezclado, tendido y afinado 83.64/M<sup>3</sup>
- 5. Compactación ..... 58.13/M<sup>3</sup>

Total costo directo..... \$2,548.81/M<sup>3</sup>

Factor de indirecto..... 1.6485 C.D.

Costo total ..... \$4,301.71/M<sup>3</sup>

CARPETA CONCRETO ASFALTICO BANCO MASCAREÑAS

Costo total = \$16,544.89/M<sup>3</sup>

VOLUMENES

1er. tramo Km. 124 + 000 al Km. 160 + 000

SUB-BASE HIDRAULICA

Ancho de corona = 8.00 M.

Longitud del tramo = 36,000 M.

Espesor = 0.26 M.

Volumen = 8.00 X 36,000 X 0.26 = 74,880 M<sup>3</sup>

Costo total de la sub-base del tramo:

\$2,698.28/M<sup>3</sup> X 74,880 M<sup>3</sup> = \$202,047,206.40

BASE TRATADA CON CEMENTO

Ancho de corona = 8.00 M.

Longitud del tramo = 36,000 M.

Espesor = 0.15 M.

Volumen = 8.00 X 36,000 X 0.15 = 43,200 M<sup>3</sup>

Costo total de la base del tramo:

\$4,201.71/M<sup>3</sup> X 43,200 M<sup>3</sup> = \$181,513,872.00

CARPETA CONCRETO ASFALTICO

Ancho de corona = 8.00 M.

Longitud del tramo = 36,000 M.

Espesor = 0.12 M.

Volumen = 8.00 X 36,000 X 0.12 = 34,560 M<sup>3</sup>

Costo total de la carpeta del tramo:

\$16,544.89/M<sup>3</sup> X 34,560 M<sup>3</sup> = \$571,791,398.40

2o. tramo Km. 160 + 000 al Km. 191 + 000

BASE TRATADA CON CEMENTO

Ancho de corona = 8.00 M.

Longitud del tramo = 31,000 M.

Espesor = 0.15 M.

Volumen = 8.00 X 31,000 X 0.15 = 37,200 M<sup>3</sup>

Costo total de la base del tramo:

\$4,201.71/M<sup>3</sup> X 37,200 M<sup>3</sup> = \$156,303,612.00

CARPETA CONCRETO ASFALTICO

Ancho de corona = 8.00 M.

Longitud del tramo = 31,000 M.

Espesor = 0.12 M.

Volumen = 8.00 X 31,000 X 0.12 = 29,760 M<sup>3</sup>

Costo total de la carpeta del tramo:

\$16,544.89/M<sup>3</sup> X 29,760 M<sup>3</sup> = 492,375,926.40

Costo total de la sub-base = \$ 202,047,206.40  
Costo total de la base = 337,817,484.00  
Costo total de la carpeta = 1,064,167,324.80  
Costo total de la obra \$1,604,032,015.20

VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

a) Tomando como base el estudio previo realizado y el análisis de costo de cada una de las alternativas, se ha concluido en las siguientes cifras:

1ra. Alternativa: \$2,013,273,603.20

2da. Alternativa: \$1,770,058,725.60

3ra. Alternativa: \$1,604,032,015.20

b) Desde el punto de vista económico se recomienda desarrollar la 3ra. Alternativa, que es una base tratada con cemento, sub-base hidráulica en el 1er. tramo y una carpeta de concreto alfáltico.

c) En caso de no realizarse la 3ra. Alternativa se recomienda la 2da. Alternativa con una diferencia de \$166,026,710.40, la cual es una base asfáltica, sub-base hidráulica en el 1er. tramo y una carpeta de concreto asfáltico.

7.2 RECOMENDACIONES

a) Tener un buen control en la trituración del material y cribado, para que los materiales salgan con la granulometría especificada en el proyecto.

b) Tener un control estricto en la mezcla del material pétreo con el cemento asfáltico para la carpeta, donde se sugiere que ésta salga a la temperatura correspondiente en planta, y con la dosificación prevista anteriormente.

c) Procurar que el concreto asfáltico alcance una temperatura aproximada de 120 °C para su tendido y comenzar la compactación cuando esté a una temperatura comprendida entre 100 y 110 °C, ya que de no ser así, se provocaría un corrimiento en la mezcla.

d) Verificar que se obtenga el grado de mezclado y la homogeneidad, en la capa de suelo - cemento.

e) Verificar se aplique la cantidad de agua requerida en el proyecto, así como el grado de compactación necesario para alcanzar la calidad y efectividad deseada.

## VIII

### BIBLIOGRAFIA

- 1.- Centro de Educación Continua. Diseño y Construcción de Pavimentos. Facultad de Ingeniería, U N A M. México, Julio, 1981
- 2.- Centro de Educación Continua. Movimientos de Tierras, Excavaciones y Terracerias. Facultad de Ingeniería, U N A M México, Junio, 1984
- 3.- Centro de Educación Continua. Ingeniería de Costos de Construcción. Facultad de Ingeniería, UNAM, México, Junio, 1980.
- 4.- Congreso de Geología Internacional. Excursión C-16, - México.
- 5.- División de Ingeniería Civil, Topografía y Geodesia. - Departamento de Construcción. Apuntes Movimientos de Tierras. Facultad de Ingeniería, UNAM, Volúmenes 1 y 2, México, 1984.
- 6.- Corro, Santiago, Magallanes, R. y Prado, G. Instructivo para Diseño Estructural de Pavimentos flexibles para carreteras. UNAM, Series del Instituto de Ingeniería - No. 444, México, 1981.
- 7.- Nichols, H. L. Movimientos de Tierras, Editorial Continental, 7ma. edición, México, 1980.
- 8.- Peurifoy, R. L. Métodos planeamientos y equipos de construcción. Editorial Diana, México, 1981.
- 9.- Rico, A y Del Castillo H. La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres. Limusa, Volúmenes 1 y 2, México, 1981.
10. Secretaría de Programación y Presupuesto. Atlas Nacional del Medio Físico. México, 1981.
11. Sosa Garrido, R. Apuntes del Curso: Proyecto de Construcción de Pavimentos. Facultad de Ingeniería, División de Estudio de Postgrado, UNAM, 2do. semestre, México, 1984.
12. Varela. Alonzo, Leopoldo G. Costos de Construcción pesada y edificación. Edición 1984/1, México, 1984.

APENDICE A-I



FACTOR DE INDIRECTOS

A) Administración de obra.

1o. Ingeniería y Administración.

a) Personal -----	10.40%
b) Previsión social -----	1.66%
c) Pasajes y viáticos -----	0.80%
d) Rentas, depreciación, mantenimi- ento. -----	1.70%
e) Vehículos -----	1.00%
f) Gastos de oficina de campo -----	0.80%
g) Comunicaciones -----	0.40%
	=====
Sub-total	16.76%

2o. Campamentos

a) Rentas -----	1.80%
b) onservación y vigilancia -----	1.90%
c) Servicio de comedor -----	0.70%
	=====
Sub-total	4.40%

3ero. Fletes

a) De equipo -----	2.20%
b) Otros -----	0.70%
	=====
Sub-total	2.90%

4to. Varios

a) Construcción de caminos de acceso. -----	3.50%
b) Previsión social -----	0.16%
c) Diversos. -----	<u>0.44%</u>
Sub-total	4.10%

B) Administración de Oficinas Principales.

1o. Prórrateo de Gastos Generales --- 3.50%

2o. Financiamiento

a)  $\frac{70\% \times 3 \text{ meses}}{12 \text{ meses}} =$  \_\_\_\_\_ 17.50%

b) Comisión de apertura anticipada.

$\frac{0.25 \times 1.5\%}{3 \text{ meses}}$  ----- 0.1250%  
=====

Sub-total 17.63%

3ero. Finanzas y seguros ----- 1.16%

C) Cargos adicionales.

1o. Imprevistos y diversos ----- 1.00%  
=====

Total costo indirecto. 51.45%

Costo Directo : C.D. = 1.0000 C.D.

Costo Indirecto : C.I. = 0.5145 C.D.

C.D. + C.I. = 1.5145 C.D.

Utilidad: U = 7% (.D. + C.I.) = 0.1060 C.D.

C.D. + C.I. + U = 1.6205 C.D.

D) Cargos por deducciones.

1o. Obras municipales de beneficio  
social y regional ----- 1.00% P.U.

2o. Servicio Inspección y vigilancia -- 0.50% P.U.

3ero. Aportación a la C.N.I.C. para  
capacitación. ----- 0.20% P.U.  
=====

Suma 1.70% P.U.

Factor de deducciones.

P.U. = Precio Unitario

P.U. = 0.017 P.U. + 1.6205 C.D.

(1.00 - 0.17) P.U. = 1.6205 C.D.

P.U. = 1.6485 C.D.

=====

Cargos Adicionales de contrato.

C.A.C. = (1.6485 - 1.6205) C.D. = 0.0280 C.D.

E) Factor de Indirectos.

Costo directo : 1.0000 C.D.

Costo Indirecto : 0.5145 C.D.

Utilidad : 0.1060 C.D.

Cargos adicionales de contrato : 0.0280 C.D.

=====

Factor indirecto. 1.6485 C.D.