

29/72



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

“PAVIMENTACION DEL CAMINO “EL PLAN-BACAL” EN
EL MUNICIPIO DE LAS CHOAPAS, VERACRUZ”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A :

JOSE SALUD TELESFORO ROJAS YAÑEZ



México, D. F.

1986



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-1-282

Señor JOSE SALUD TELESFORO ROJAS YANEZ,
P r e s e n t e .

En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que aprobado por esta Dirección propuso el Profesor Ing. Agustín Deméneghi Colina, para que lo desarrolle como TESIS para su Examen Profesional de la carrera de INGENIERO CIVIL.

PAVIMENTACION DEL CAMINO "EL PLAN-BACAL" EN EL MUNICIPIO
DE LAS CHOAPAS, VER."

- I. Diseño del pavimento.
- II. La sub-base hidráulica.
- III. La base asfáltica.
- IV. La carpeta.
- V. Conclusiones.

Ruego a usted se sirva tomar debida nota de que en cumplimiento con lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así como de la disposición de la Coordinación de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, a 30 de noviembre de 1985
EL DIRECTOR

DR. OCTAVIO A. RASCON CHAVEZ

QARCH/RCCH/sho.

"PAVIMENTACION DEL CAMINO "EL PLAN-BACAL" EN EL MUNICIPIO
DE LAS CHOAPAS, VERACRUZ"

C O N T E N I D O

	PÁG.
CAPITULO I: DISEÑO DEL PAVIMENTO	
I.1 GENERALIDADES	1
I.2 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	4
I.2.1 ALTERNATIVA DEL DISEÑO	24
I.3 REACONDICIONAMIENTO DE LAS TERRACERÍAS	31
I.4 LA CAPA SUB-RASANTE	33
I.5 ANÁLISIS DE LOS COSTOS DE LA CAPA SUB-RASANTE	52
CAPITULO II: LA SUB-BASE HIDRAULICA	
II.1 LA SUB-BASE HIDRÁULICA	54
II.2 MATERIALES	54
II.3 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO	59
II.4 RIEGO DE IMPREGNACIÓN	63
II.5 ANÁLISIS DE LOS COSTOS DE LA SUB-BASE HIDRÁULICA	75
CAPITULO III: LA BASE ASFALTICA	
III.1 RIEGO DE LIGA	80
III.2 MATERIALES PARA LA BASE ASFÁLTICA	90
III.3 LA BASE ASFÁLTICA	100
III.4 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO	102
III.5 ANÁLISIS DEL COSTO	121
CAPITULO IV: LA CARPETA	
IV.1 CARPETA DE UN RIEGO	124
IV.2 MATERIALES	127
IV.3 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO	128
IV.4 ANÁLISIS DEL COSTO DE RIEGO DE SELLO	135
A N E X O S:	
-FACTOR DEL SALARIO REAL	
-ANÁLISIS DEL FACTOR DE INDIRECTOS Y UTILIDAD	
-ANÁLISIS DE LOS COSTOS HORA-MÁQUINA	
CAPITULO V: CONCLUSIONES	157
BIBLIOGRAFIA	

CAPITULO I

I.1.- GENERALIDADES.

ESTE TRABAJO ESTÁ ENFOCADO A PRESENTAR EL TIPO DE PAVIMENTO MÁS COMUNMENTE UTILIZADO EN LOS CAMINOS DE UNA PARTE DE LA REGIÓN SURESTE DEL PAÍS, Y MÁS ESPECÍFICAMENTE EN EL ESTADO DE TABASCO Y ALGUNAS REGIONES CIRCUNVECINAS.

ESTE ESTILO DE PAVIMENTACIÓN ESTÁ CONDICIONADO PRINCIPALMENTE POR LOS SIGUIENTES FACTORES:

- A).- CLIMA. EL CUAL ES TROPICAL, CON PRECIPITACIONES PLUVIALES DURANTE CASI TODO EL AÑO, EXCEPTUANDO LOS MESES DE ABRIL Y MAYO. ESTE ÚLTIMO ASPECTO ES DE SUMA IMPORTANCIA TANTO PARA LOS PROGRAMAS, COMO PARA LOS PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN.
- B).- LA CONSTITUCIÓN GEOLÓGICA DEL SUELO O TERRENO NATURAL, AL CUAL ES NECESARIO ACONDICIONARLO PARA DESPLANTAR LA ESTRUCTURA. CON RESPECTO A ESTE FACTOR, Y EN UNA FORMA GENERAL, SE PUEDE DIVIDIR LA REGIÓN EN DOS SUB-REGIONES PRINCIPALMENTE:

LA PRIMERA ES AQUELLA QUE SE CONSIDERA COMO ZONA PANTANOSA; EN EL CUAL ABUNDAN LAS TURBAS Y LOS GRANDES ENCHARCAMIENTOS DE AGUA, PERO QUE EN EL SUBSUELO ABUNDAN LAS ARENAS LIMPIAS, ARENAS ARCILLOSAS Y ARCILLAS POCO COMPRESIBLES. DE TODOS LOS MATERIALES A LOS QUE ME REFIERO EN ESTE INCISO, SE PRESENTAN EN OTROS POSTERIORES SUS PROPIEDADES FÍSICAS, SU CLASIFICACIÓN, SU CALIDAD Y LAS CARACTERÍSTICAS DIGNAS DE CONSIDERACIÓN PARA SU POSIBLE UTILIZACIÓN EN EL PAVIMENTO.

LA SEGUNDA SUB-REGIÓN SE DESARROLLA EN UNA ZONA DE LOMAS EN LAS CUALES LA ESTRATIGRAFÍA NO ES MUY CLARA, PERO QUE SE PUEDE CONSIDERAR COMO TERRENO FIRME Y ADEMÁS SE PRESENTAN MUCHOS BANCOS DEFINIDOS DE GRAVA, ARENA, ARCILLA, ARENAS ARCILLOSAS Y ARCILLAS POCO COMPRESIBLES. TODOS ESTOS MATERIALES, VÁLGAME ANTICIPARME, DE BUENA CALIDAD.

- C).- LA PRESENCIA Y OBTENCIÓN DE MATERIALES PARA EL PAVIMENTO, LOS CUALES SE PUEDEN RESUMIR EN TIPO COMO EN LOCALIZACIÓN DE LA MANERA ANTERIORMENTE MENCIONADA.

EN ESTE ASPECTO CABE HACER NOTAR LA AUSENCIA DE ROCA FIRME EN LA REGIÓN, RAZÓN POR LA CUAL SE PREFERE UTILIZAR MÁS, AUNQUE NO SIEMPRE, LOS MATERIALES ANTERIORMENTE MENCIONADOS, YA QUE LOS AGREGADOS PÉTREOS TRITURADOS SE CONSIGUEN SOLAMENTE DE LA SIERRA, EN LOS LINDEROS CON EL ESTADO DE CHIAPAS, Y LAS GRANDES DISTANCIAS DE ACARREO ELEVAN CONSIDERABLEMENTE LOS PRESUPUESTOS DE LAS OBRAS.

PARA EXPONER DE MANERA MÁS CONCRETA EL TEMA, ELEGÍ, A MODO DE EJEMPLO LA PAVIMENTACIÓN QUE SE LLEVÓ A CABO EN EL CAMINO "EL PLAN-BACAL" EL CUAL SE DESARROLLA EN LOS LINDEROS DE LOS ESTADOS DE VERACRUZ Y TABASCO; ES DECIR VA DEL MUNICIPIO DE LAS CHOAPAS, VER., A FRANCISCO RUEDA, TAB. VER EL PLANO ANEXO PARA SU LOCALIZACIÓN.

LA LONGITUD DEL CAMINO ES DE 38.4 Kms. SE DESARROLLA EN TODA SU LONGITUD EN LA SEGUNDA SUB-REGIÓN, ES DECIR, EN LA ZONA DE LOMAS. EN UN PRINCIPIO SOLAMENTE ESTABA CONSTRUÍDO A NIVEL DE TERRACERÍAS. EL ANCHO DE CORONA DE LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO ERA DE 9.0 M. EN GENERAL PUEDE DECIRSE QUE TIENE BUENAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS. POR EJEMPLO: EN EL ALINEAMIENTO VERTICAL, LA PENDIENTE MÁXIMA LA TENEMOS EN EL SUBTRAMO DEL Km. 14+000 AL 15+000, Y ES DE 7%. EN EL RESTO DEL CAMINO LA PENDIENTE PROMEDIO ES DEL 3%.

EN EL ALINEAMIENTO HORIZONTAL, TAMBIÉN EN EL SUBTRAMO DEL Km. 9+000 AL 11+000, SE NOS PRESENTAN ALGUNAS CURVAS CON EL GRADO DE CURVATURA MÁXIMO, EL CUAL ES DE 35°. EL GRADO DE CURVATURA PROMEDIO DE LAS DEMÁS, ES DE 16°.

EL ANCHO DE DERECHO DE VÍA ES DE 25.0 M.

LA IMPORTANCIA DE ESTE CAMINO ESTRIBA EN QUE COMUNICA A LA CIUDAD DE LAS CHOAPAS, VER., EN LA QUE ESTÁ LA SUPERINTENDENCIA GENERAL DEL DISTRITO PETROLERO "EL PLAN DE PETRÓLEOS MEXICANOS" CON EL CAMPO PETROLERO "BACAL", UNO DE LOS CAMPOS DE MAYOR IMPORTANCIA EN LA REGIÓN Y QUE ESTÁ EN PLENA PRODUCCIÓN. A CONTINUACIÓN SE DAN ALGUNOS DATOS DE ESTE CAMPO PETROLERO.

EL CAMPO "BACAL" SE ENCUENTRA UBICADO EN EL MUNICIPIO DE HUI-MANGUILLO, TAB., A UNA DISTANCIA HORIZONTAL RECTA DE 19 Km. AL SE DE LAS CHOAPAS, VER., CABECERA DEL DISTRITO "EL PLAN" DE LA ZONA SUR DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y A 63 Km. DE DISTANCIA, TAMBIÉN AL SE, DE COATZACOALCOS, VER. SU LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA ES 17° 47' LATITUD NORTE Y 93° 55' DE LONGITUD OESTE.

CONDICIONES TOPOGRÁFICAS Y AMBIENTALES DEL LUGAR.

Beo. # 1

d = 14 Km
Desulo
Terraceria

0+000

LAS
CHOAPAS
VER.

OTO EL PLAN

Beo. # 2

Beo. # 3

d = 1 Km
14+000

CAMINO "EL PLAN-BACAL"

VERACRUZ

TABASCO

RIO Padregal

CAMPO PETROLERO BACAL

38+400

FCO. RUEDA

EL CAMPO "BACAL" FORMA PARTE DE LA GRAN LLANURA COSTERA DEL GOLFO DE MÉXICO, LA CUAL SE PUEDE DEFINIR COMO UNA GRAN LOMA ALARGADA DE NORTE A SUR, CON UNA ELEVACIÓN DE 6 M.S.N.M. EN SUS PARTES MÁS BAJAS, Y CON ALTITUDES DE 23 M.S.N.M. EN SUS PARTES MÁS ALTAS QUE CORRESPONDEN A LA PORCIÓN SUR.

HACIA EL NORTE Y ORIENTE, SE OBSERVA UNA TOPOGRAFÍA BAJA Y PANTANOSA Y HACIA EL OESTE PRESENTA UN VALLE ANGOSTO, POR EL CUAL CORRE EL RÍO PEDREGAL; ESTE RÍO CONSTITUYE SU PRINCIPAL CORRIENTE FLUVIAL JUNTO CON SUS AFLUENTES MÁS IMPORTANTES COMO SON, EL RÍO PLAYAS, ZANAPA Y XACUAPA.

EL CLIMA QUE CARACTERIZA A LA REGIÓN ES EL CORRESPONDIENTE A LAS ZONAS TROPICALES, CALUROSO Y LLUVIOSO EN GRAN PARTE DEL AÑO, LAS MAYORES PRECIPITACIONES SE PRODUCEN EN SEPTIEMBRE Y OCTUBRE; Y EN DICIEMBRE, ENERO Y FEBRERO, LLUEVE EN PERÍODOS DE CORTA DURACIÓN CON NORTES DE VARIABLE INTENSIDAD.

LAS TEMPERATURAS MÁS ALTAS SE REGISTRAN EN EL VERANO, Y VARÍAN ALREDEDOR DE LOS 40°C, MIENTRAS QUE LAS MÁS BAJAS REGISTRADAS EN INVIERNO SON 18°C.

LA PRECIPITACIÓN MÁXIMA ANUAL SEGÚN ESTADÍSTICAS PLUVIOMÉTRICAS, ES EQUIVALENTE A UNA LÁMINA DE AGUA DE 600 MM DE ALTURA. EN ESTE CAMPO, SE TIENEN PRODUCIENDO 30 POZOS ACTUALMENTE Y SE TIENE PROGRAMADA LA PERFORACIÓN DE 10 POZOS MÁS. DE TAL MANERA QUE EL TRÁNSITO PRINCIPAL ES POR PARTE DE LOS VEHÍCULOS DE PÉMEX, SOBRE LOS CUALES SE TRANSPORTAN DIARIAMENTE PERSONAL, EQUIPOS Y MATERIALES PARA LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES DEL MENCIONADO CAMPO PETROLERO.

POR OTRO LADO, EL CAMINO ATRAVIESA UNA REGIÓN DEDICADA PRINCIPALMENTE A LA GANADERÍA Y EN PARTE A LA AGRICULTURA, ACTIVIDADES QUE TAMBIÉN GENERAN TRÁNSITO, AUNQUE NO SEA TAN REPRESENTATIVO EN COMPARACIÓN CON EL DE PÉMEX.

RESULTA EVIDENTE ENTONCES QUE DEBIDO A LAS CONDICIONES INICIALES DEL CAMINO, A LAS INTENSAS PRECIPITACIONES PLUVIALES Y A LA INTENSIDAD DE TRÁNSITO, ERAN GRANDES LAS DIFICULTADES PARA EL TRANSPORTE, YA QUE PRÁCTICAMENTE 10 MESES AL AÑO, EL CAMINO ERA POCO MENOS INTRANSITABLE.

ESTA FUE LA RAZÓN QUE MOTIVÓ A LAS AUTORIDADES DE PÉMEX PARA QUE TOMASEN LA DECISIÓN DE PAVIMENTAR EL CAMINO.

1.2.- DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO.

PARA EL DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE ESTE PAVIMENTO FLEXIBLE SE PRETENDIÓ UTILIZAR EL PROCEDIMIENTO RECOMENDADO POR EL INSTITUTO DE INGENIERÍA DE LA UNAM.

POR MEDIO DEL LABORATORIO SE HICIERON ESTUDIOS Y SE DETERMINARON LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LAS TERRACERÍAS EXISTENTES, ASÍ COMO TAMBIÉN SE ANALIZARON LOS MATERIALES DE LOS BANCOS, PREVIAMENTE LOCALIZADOS SOLAMENTE POR LA EXPERIENCIA, Y CUYOS RESULTADOS REAFIRMARON SU UTILIZACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CADA UNA DE LAS CAPAS DEL PAVIMENTO.

LOS RESULTADOS DE LAS TERRACERÍAS SE PRESENTAN EN LAS CUATRO SIGUIENTES HOJAS. PUEDE OBSERVARSE QUE ABUNDAN LAS ARCILLAS Y LOS LIMOS INORGÁNICOS DE MEDIANA Y BAJA PLASTICIDAD TIPO CL Y ML, LOS CUALES SON BUENOS MATERIALES PARA EL CUERPO DEL TERRAPLÉN, DE ACUERDO CON LAS ESPECIFICACIONES DE CALIDAD DE LA S.C.T.

ESTUDIO DEL TRÁNSITO DE VEHÍCULOS:

SE ESTIMÓ POR MEDIO DE AFOROS QUE EL TRÁNSITO DIARIO PROMEDIO ANUAL (TDPA) INICIAL ERA DE 670 VEHÍCULOS CON UNA TASA DE CRECIMIENTO ANUAL DE 7.5% EN AMBOS CARRILES.

EN ESTE PROCEDIMIENTO EL TRÁNSITO REAL MEZCLADO (TDPA) SE CONVIERTE A TRÁNSITO EQUIVALENTE DE 8,2 TON. MEDIANTE LA APLICACIÓN ADECUADA DE LOS COEFICIENTES DE DAÑO POR TRÁNSITO PARA VEHÍCULOS TÍPICOS, (VER FIG. DE LA PÁG. 11). EL INSTITUTO DE INGENIERÍA DE LA UNAM, SE HA BASADO EN LA TIPIFICACIÓN DE TRÁNSITO Y EN LOS COEFICIENTES DE DAÑO DE LOS DIFERENTES TIPOS DE VEHÍCULOS QUE PUEDEN OBTENERSE A PARTIR DE LAS PRUEBAS DE LA AASHO (VER FIG. DE LA PÁG. 12), PARA OBTENER SU PROPIA TABLA DE TIPIFICACIÓN Y SUS PROPIOS COEFICIENTES DE DAÑO.

DE ACUERDO A LOS ESTUDIOS HECHOS, LA COMPOSICIÓN PROBABLE DEL TRÁNSITO Y LA PROPORCIÓN DE VEHÍCULOS CARGADOS Y VACÍOS SE PRESENTA A CONTINUACIÓN:

TIPO DE VEHÍCULO	COMPOSICIÓN	CARGADOS	VACÍOS
AP.- AUTOMÓVILES	15%	1.0	0.0
AC.- CAMIONES LIGEROS	30%	0.6	0.4
B.- AUTOBUSES	15%	0.9	0.1
C ₂ .- CAMIONES DE DOS EJES	16%	0.7	0.3
C ₃ .- CAMIONES DE TRES EJES	13%	0.9	0.1
T ₂ S ₂ .-CAMIONES DE CUATRO EJES	11%	0.6	0.4

IDENTIFICACION						
NUMERO DE ENSAYE ESTACION	1379 0+000	1380 1+000	1381 2+000	1382 3+000	1383 4+000	1384 5+000
CARACTERISTICAS DEL MATERIAL						
XXXXXX PASA MALLA	4	4	4	4	4	4
% QUE PASA MALLA 4	100	100	100	100	100	100
% QUE PASA MALLA 40	91	91	89	94	90	63
% QUE PASA MALLA 200	84	73	67	81	78	65
EQUIVALENTE DE HUMEDAD DE CAMPO	"	"	"	"	"	"
LIMITE LIQUIDO	52.2	46.0	39.6	43.9	47.7	44.1
INDICE PLASTICO	30.3	27.5	21.6	28.7	30.0	21.9
CONTRACCION LINEAL	11.0	13.0	10.0	11.2	11.9	12.2
P. V. S. SUELTO, KG/M ³	1040	1100	1050	1010	950	1030
P. V. S. MAXIMO	1430	1570	1610	1570	1530	1620
HUMEDAD OPTIMA, %	27.0	22.5	20.5	23.5	25.0	23.0
HUMEDAD NATURAL, %						
COMPACTACION DEL LUGAR, %						
ESTUDIO DE ESPESORES						
TIPO DE PRUEBA CURVA DE PROYECTO						
% DE COMPACTACION	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0
HUMEDAD DE PRUEBA %	28.5	24.0	22.0	25.0	26.5	24.5
VALOR SOPORTE	16.5	18.3	20.2	13.2	20.2	14.7
ESPESOR REQUERIDO, CMS.						
ESPESOR ACTUAL, CMS.						
ESPESOR FALTANTE, CMS.						
% DE COMPACTACION	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0
HUMEDAD DE PRUEBA, %	39.0	25.5	23.5	26.5	28.0	26.0
VALOR SOPORTE	8.0	8.8	10.2	6.6	10.2	7.3
ESPESOR REQUERIDO, CMS.						
ESPESOR ACTUAL, CMS.						
ESPESOR FALTANTE, CMS.						
% DE COMPACTACION						
HUMEDAD DE PRUEBA %						
VALOR SOPORTE						
ESPESOR REQUERIDO, CMS.						
ESPESOR ACTUAL, CMS.						
ESPESOR FALTANTE, CMS.						
V.R.S. SATURADO =	18.3	16.5	23.0	16.5	16.5	13.2
% DE COMPACTACION EXP. =	3.22	2.61	4.78	5.51	2.81	2.00
HUMEDAD DE PRUEBA %						
VALOR SOPORTE						
ESPESOR REQUERIDO, CMS.						
ESPESOR ACTUAL, CMS.						
ESPESOR FALTANTE, CMS.						
	VER OBS. EN LA HOJA CON EL ENSAYE NO. 1403					

IDENTIFICACION						
NUMERO DE ENSAYE ESTACION	1385 6+000	1386 7+000	1387 8+000	1388 9+000	1389 10+000	1390 11+000
CARACTERISTICAS DEL MATERIAL						
XXXXXXXXXXXX PASA MALLA	4	4	4	4	4	3/4
% QUE PASA MALLA 4	100	100	100	100	100	89
% QUE PASA MALLA 40	94	89	94	95	86	62
% QUE PASA MALLA 200	78	79	79	69	70	35
EQUIVALENTE DE HUMEDAD DE CAMPO	=	=	=	=	=	=
LIMITE LIQUIDO	43.3	52.4	35.4	33.5	17.2	17.1
INDICE PLASTICO	27.9	30.0	21.2	19.5	16.6	16.4
CONTRACCION LINEAL	11.3	15.0	9.0	7.2	INAF	INAF
P. V. S. SUELTO, KG/N ²	1100	1080	1050	1100	980	1340
P. V. S. MAXIMO	1660	1480	1560	1630	1340	1970
HUMEDAD OPTIMA, %	20.0	29.0	24.3	23.0	32.0	10.6
HUMEDAD NATURAL, %						
COMPACTACION DEL LUGAR, %						
ESTUDIO DE ESPESORES						
TIPO DE PRUEBA CURVA DE PROYECTO						
% DE COMPACTACION	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0
HUMEDAD DE PRUEBA %	21.5	30.5	26.0	24.5	33.5	12.1
VALOR SOPORTE	18.3	18.3	18.3	12.8	18.3	27.5
ESPESOR REQUERIDO, CMS.						
ESPESOR ACTUAL, CMS.						
ESPESOR FALTANTE, CMS.						
% DE COMPACTACION	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0
HUMEDAD DE PRUEBA %	23.0	32.0	27.5	26.0	35.0	13.6
VALOR SOPORTE	9.5	9.5	9.5	6.6	8.8	13.9
ESPESOR REQUERIDO, CMS.						
ESPESOR ACTUAL, CMS.						
ESPESOR FALTANTE, CMS.						
% DE COMPACTACION						
HUMEDAD DE PRUEBA %						
VALOR SOPORTE						
ESPESOR REQUERIDO, CMS.						
ESPESOR ACTUAL, CMS.						
ESPESOR FALTANTE, CMS.						
V.R.S. SATURADO =	16.1	14.7	16.5	18.3	22.0	12.5
% DE COMPACTACION % EXP. =	2.63	3.93	3.22	2.04	1.27	4.17
HUMEDAD DE PRUEBA %						
VALOR SOPORTE						
ESPESOR REQUERIDO, CMS.						
ESPESOR ACTUAL, CMS.	VER CBS. EN LA HOJA CON EL ENSAYE NO. 1403					
ESPESOR FALTANTE, CMS.						

IDENTIFICACION

NUMERO DE ENSAYE ESTACION	1391 12+000	1392 13+000	1393 14+000	1394 15+000	1395 16+000	1396 17+000
------------------------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

CARACTERISTICAS DEL MATERIAL

	4	4	4	4	4	4
XXXXXXXXXX PASA MALLA	4	4	4	4	4	4
% QUE PASA MALLA 4	100	100	100	100	100	100
% QUE PASA MALLA 40	92	95	83	90	89	65
% QUE PASA MALLA 200	20	28	50	59	74	31
EQUIVALENTE DE HUMEDAD DE CAMPO	=	=	=	=	=	=
LIMITE LIQUIDO	20.0	18.0	19.0	19.2	44.5	29.5
INDICE PLASTICO	17.5	16.0	16.8	13.7	30.4	17.5
CONTRACCION LINEAL	1.0	0.8	1.0	2.1	14.1	7.8
P. V. S. SUELTO, KG/M ³	1370	1370	1220	1170	1150	1180
P. V. S. MAXIMO	1820	1890	1680	1550	1720	1940
HUMEDAD OPTIMA, %	13.6	11.7	19.5	24.5	20.0	11.5
HUMEDAD NATURAL, %						
COMPACTACION DEL LUGAR, %						

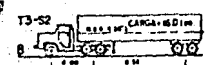
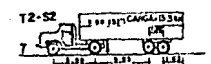
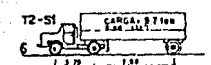
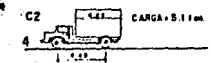
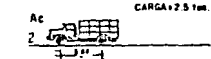
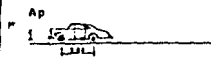
ESTUDIO DE ESPESORES

TIPO DE PRUEBA CURVA DE PROYECTO						
% DE COMPACTACION	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0
HUMEDAD DE PRUEBA %	15.1	13.0	21.0	26.0	21.5	13.0
VALOR SOPORTE	16.5	18.3	16.5	16.5	20.2	20.2
ESPESOR REQUERIDO, CMS.						
ESPESOR ACTUAL, CMS.						
ESPESOR FALTANTE, CMS.						
% DE COMPACTACION	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0
HUMEDAD DE PRUEBA, %	16.6	14.5	22.5	27.5	23.0	14.5
VALOR SOPORTE	8.0	9.5	8.0	8.0	10.2	10.2
ESPESOR REQUERIDO, CMS.						
ESPESOR ACTUAL, CMS.						
ESPESOR FALTANTE, CMS.						
% DE COMPACTACION						
HUMEDAD DE PRUEBA %						
VALOR SOPORTE						
ESPESOR REQUERIDO, CMS.						
ESPESOR ACTUAL, CMS.						
ESPESOR FALTANTE, CMS.						
V.R.S. SATURADO =	13.2	25.7	11.0	9.1	9.5	16.1
% DE COMPACTACION % EXP. =	0.21	0.47	3.12	6.20	4.54	0.53
HUMEDAD DE PRUEBA %						
VALOR SOPORTE						
ESPESOR REQUERIDO, CMS.						
ESPESOR ACTUAL, CMS.						
ESPESOR FALTANTE, CMS.						
	VER OBS. EN LA HOJA CON EL ENSAYE NO. 1403					

IDENTIFICACION						
NUMERO DE ENSAYE ESTACION	1397 18+000	1398 19+000	1399 20+000	1400 21+000	1401 22+000	1402 23+000
CARACTERISTICAS DEL MATERIAL						
XXXXXXX PASA MALLA	4	4	4	4	4	4
PRIMORDIAL	100	100	100	100	100	100
% QUE PASA MALLA 4	59	61	60	70	80	76
% QUE PASA MALLA 40	15	21	14	21	35	25
% QUE PASA MALLA 200	"	"	"	"	"	"
EQUIVALENTE DE HUMEDAD DE CAMPO	15.4	18.9	19.1	23.8	26.5	25.0
LIMITE LIQUIDO	14.6	15.0	16.3	19.1	17.4	17.7
INDICE PLASTICO	INAP	1.7	1.2	2.2	4.0	3.6
CONTRACCION LINEAL	1350	1280	1390	1290	1300	1200
P. V. S. SUELTO, KG/M ³	1970	1930	1880	1960	1970	1970
P. V. S. MAXIMO	9.8	10.4	12.3	9.2	9.8	9.8
HUMEDAD OPTIMA, %						
HUMEDAD NATURAL, %						
COMPACTACION DEL LUGAR, %						
ESTUDIO DE ESPESORES						
TIPO DE PRUEBA						
CURVA DE PROYECTO						
% DE COMPACTACION	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0
HUMEDAD DE PRUEBA %	11.3	11.9	13.8	10.7	11.3	11.3
VALOR SOPORTE	18.3	16.5	18.3	18.8	25.7	22.0
ESPESOR REQUERIDO, CMS.						
ESPESOR ACTUAL, CMS.						
ESPESOR FALTANTE, CMS.						
% DE COMPACTACION	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0
HUMEDAD DE PRUEBA, %	12.8	13.4	13.3	12.2	12.8	12.8
VALOR SOPORTE	9.5	8.0	9.5	9.5	12.5	10.2
ESPESOR REQUERIDO, CMS.						
ESPESOR ACTUAL, CMS.						
ESPESOR FALTANTE, CMS.						
% DE COMPACTACION						
HUMEDAD DE PRUEBA %						
VALOR SOPORTE						
ESPESOR REQUERIDO, CMS.						
ESPESOR ACTUAL, CMS.						
ESPESOR FALTANTE, CMS.						
VER. S. SATURADO =	22.0	27.5	26.4	26.4	25.7	40.4
% DE COMPACTACION % EXP. =	0.92	0.57	0.51	0.51	0.37	2.32
HUMEDAD DE PRUEBA %						
VALOR SOPORTE						
ESPESOR REQUERIDO, CMS.						
ESPESOR ACTUAL, CMS.						
ESPESOR FALTANTE, CMS.						
VER CBS. EN LA HOJA CON EL ENBAJE No. 1403						

IDENTIFICACION						
NUMERO DE ENSAYE	1403					
ESTACION	24+000					
CARACTERISTICAS DEL MATERIAL						
XXXXXXX PASA MALLA	4					
% QUE PASA MALLA 4	100					
% QUE PASA MALLA 40	66					
% QUE PASA MALLA 200	22					
EQUIVALENTE DE HUMEDAD DE CAMPO	=					
LIMITE LIQUIDO	21.0					
INDICE PLASTICO	16.4					
CONTRACCION LINEAL	2.4					
P. V. S. SUELTO, KG/M ³	1220					
P. V. S. MAXIMO	1940					
HUMEDAD OPTIMA, %	10.4					
HUMEDAD NATURAL, %						
COMPACTACION DEL LUGAR, %						
ESTUDIO DE ESPESORES						
TIPO DE PRUEBA						
CURVA DE PROTECTO						
% DE COMPACTACION	95.0					
HUMEDAD DE PRUEBA %	11.9					
VALOR SOPORTE	10.3					
ESPESOR REQUERIDO, CMS.						
ESPESOR ACTUAL, CMS.						
ESPESOR FALTANTE, CMS.						
% DE COMPACTACION	90.0					
HUMEDAD DE PRUEBA, %	13.4					
VALOR SOPORTE	9.8					
ESPESOR REQUERIDO, CMS.						
ESPESOR ACTUAL, CMS.						
ESPESOR FALTANTE, CMS.						
% DE COMPACTACION						
HUMEDAD DE PRUEBA %						
VALOR SOPORTE						
ESPESOR REQUERIDO, CMS.						
ESPESOR ACTUAL, CMS.						
ESPESOR FALTANTE, CMS.						
V _o R _o S. SATURADO =	33.0					
% DE COMPACTACION % EXP. =	0.55					
HUMEDAD DE PRUEBA %						
VALOR SOPORTE						
ESPESOR REQUERIDO, CMS.						
ESPESOR ACTUAL, CMS.						
ESPESOR FALTANTE, CMS.						
OBS: LAS CARACTERISTICAS FISICO GRANULOMETRICAS DE LAS MUESTRAS ANALIZADAS QUE SE REPORTAN, SE CONSIDERAN ACEPTABLES PARA EMPLEARSE, EN CUERPO DE TERRAPLEN, EXCEPTUANDO EL ENSAYE NO. 1394 ESTACION KM. 15+000, QUE RESULTO CON EXPANSION MAYOR AL 5.0 % ESPECIFICADO.						

Fig. 1. Diagrama de distribución para el eje de tracción.
 Fig. 2. Diagrama de distribución para el eje de carga.



Eje	CARACTERÍSTICAS			COEFICIENTES DE DAÑO				COEFICIENTES DE DAÑO			
	Peso, Ton	P ₁	P ₂	CARGADO, F				VACÍO, F ²			
	Carga/Veículo	Kg/ eje		z=0	z=1.5	z=22.5	z=30	z=0	z=1.5	z=22.5	z=30
1	1.0	0.8	2.0	0.0023	0.000	0.000	0.000	0.0023	0.000	0.000	0.000
2	1.0	0.8	2.0	0.0023	0.000	0.000	0.000	0.0023	0.000	0.000	0.000
3											
Σ	2.0	1.6	-	0.0046	0.000	0.000	0.000	0.0046	0.000	0.000	0.000
1	1.6	1.2	4.2	0.17	0.002	0.001	0.000	0.17	0.001	0.000	0.000
2	3.3	1.2	4.2	0.17	0.040	0.010	0.010	0.17	0.000	0.000	0.000
3											
Σ	4.9	2.4	-	0.34	0.042	0.011	0.010	0.34	0.001	0.000	0.000
1	4.2	3.0	5.8	1.0	0.150	0.080	0.050	1.0	0.040	0.015	0.007
2	8.3	7.0	5.8	1.0	1.000	1.020	1.050	1.0	0.500	0.500	0.500
3											
Σ	12.5	10.0	-	2.0	1.150	1.100	1.100	2.0	0.640	0.515	0.507
1	2.5	1.5	3.0	0.44	0.025	0.008	0.002	0.44	0.002	0.000	0.000
2	6.8	2.7	5.0	0.44	0.440	0.440	0.440	0.44	0.025	0.008	0.003
3											
Σ	9.3	4.2	-	0.88	0.465	0.448	0.442	0.88	0.027	0.008	0.003
1	2.6	1.7	3.0	0.44	0.025	0.008	0.003	0.44	0.004	0.001	0.000
2	14.0	5.2	5.0	0.44	0.650	0.650	0.650	0.44	0.040	0.010	0.006
3											
Σ	16.6	6.9	-	0.88	0.675	0.658	0.653	0.88	0.044	0.011	0.006
1	3.0	2.5	5.8	1.0	0.040	0.015	0.007	1.0	0.020	0.006	0.002
2	8.0	3.6	5.8	1.0	0.900	0.900	0.900	1.0	0.080	0.030	0.020
3	7.8	3.0	5.8	1.0	0.000	0.800	0.800	1.0	0.040	0.015	0.007
Σ	18.8	9.1	-	3.0	1.740	1.715	1.707	3.0	0.140	0.051	0.029
1	4.0	3.5	5.8	1.0	0.120	0.060	0.030	1.0	0.080	0.030	0.020
2	8.5	4.0	5.8	1.0	1.000	1.020	1.030	1.0	0.120	0.060	0.030
3	12.1	3.8	5.8	2.0	0.450	0.400	0.400	2.0	0.010	0.002	0.001
Σ	24.6	11.3	-	4.0	1.570	1.480	1.460	4.0	0.210	0.092	0.051
1	3.9	3.8	5.8	1.0	0.100	0.050	0.025	1.0	0.080	0.030	0.020
2	13.0	5.4	5.8	2.0	0.600	0.500	0.500	2.0	0.040	0.015	0.007
3	13.0	5.0	5.8	2.0	0.600	0.500	0.500	2.0	0.030	0.010	0.005
Σ	29.9	13.9	-	5.0	1.300	1.050	1.025	5.0	0.150	0.055	0.032

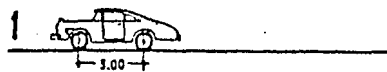
Coefficientes de daño por tránsito para vehículos típicos.

NOTA

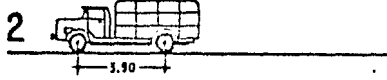
K_v = Coeficiente de equivalencia para el vehículo vacío.

K_c = Coeficiente de equivalencia para el vehículo cargado.

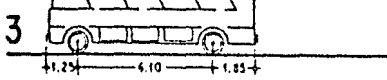
Ap



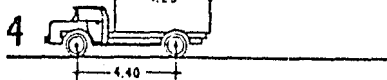
Ac



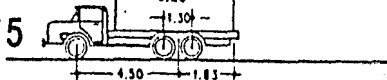
B



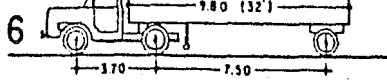
C2



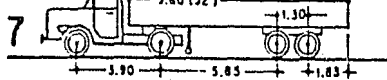
C3



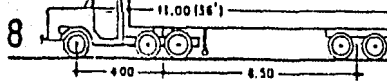
T2-S1



T2-S2



T3-S2



EJE	W_{VAC}	K_v	W_{CARG}	K_c
1	0.9	0.0001	1.0	0.0002
2	0.9	0.0001	1.0	0.0002
3	—	—	—	—
Σ	1.8	0.0002	2.0	0.0004
1	1.2	0.0005	1.6	0.0014
2	1.2	0.0005	3.3	0.0260
3	—	—	—	—
Σ	2.4	0.0010	4.9	0.0274
1	3.0	0.0180	4.2	0.0690
2	7.0	0.5310	8.3	1.0500
3	—	—	—	—
Σ	10.0	0.5490	12.5	1.1190
1	1.5	0.0011	2.5	0.0086
2	2.7	0.0118	6.8	0.4730
3	—	—	—	—
Σ	4.2	0.0129	9.3	0.4816
1	1.7	0.0018	2.6	0.0100
2	5.2	0.0144	14.0	0.7600
3	—	—	—	—
Σ	6.9	0.0162	16.6	0.7700
1	2.5	0.0085	3.0	0.0180
2	3.6	0.0370	8.0	0.9059
3	3.0	0.0180	7.8	0.8186
Σ	9.1	0.0635	18.8	1.7425
1	3.5	0.0331	4.0	0.0560
2	4.0	0.0560	8.5	1.1600
3	3.8	0.0100	12.1	0.4300
Σ	11.3	0.0991	24.6	1.6460
1	3.5	0.0331	3.9	0.0510
2	5.4	0.0168	13.0	0.5640
3	5.0	0.0124	13.0	0.5640
Σ	13.9	0.0623	29.9	1.1790

PARA LA DETERMINACIÓN DEL TRÁNSITO EQUIVALENTE A EJES SENCILLOS DE 8,2 TON, REFERIDO AL CARRIL DE DISEÑO, SE PRESENTA EN LA PÁG. 15 UN CUADRO CON TODOS LOS CÁLCULOS CORRESPONDIENTES.

PUEDE VERSE EN EL CUADRO DE LA PÁG. 15 QUE SE UTILIZA EL TDPA INICIAL EN EL CARRIL DE DISEÑO =335, CANTIDAD QUE RESULTA DE MULTIPLICAR EL TDPA EN AMBOS CARRILES DEL CAMINO POR EL COEFICIENTE DE DISTRIBUCIÓN PARA EL CARRIL DE PROYECTO QUE SE OBTIENE DE LA SIGUIENTE TABLA:

NÚMERO DE CARRILES EN AMBAS DIRECCIONES	COEFICIENTE DE DISTRIBUCIÓN PARA EL CARRIL DE PROYECTO
2	60
4	50
6 Ó MÁS	40

EL TRÁNSITO ACUMULADO DE EJES EQUIVALENTES DE 8.2 TONS. DURANTE UN PERÍODO DE N AÑOS DE SERVICIO SE CALCULA MEDIANTE EL EMPLEO DE LA SIGUIENTE EXPRESIÓN:

$$\Sigma L = C_T (T_0)$$

EN LA CUAL:

ΣL = TRÁNSITO ACUMULADO DURANTE N AÑOS DE SERVICIO Y TASA DE CRECIMIENTO R, EN EJES EQUIVALENTES DE 8,2 TONS.

T_0 = TRÁNSITO MEDIO DIARIO EN EL PRIMER AÑO DE SERVICIO PARA EL CARRIL DE DISEÑO, EN EJES EQUIVALENTES DE 8,2 TONS.

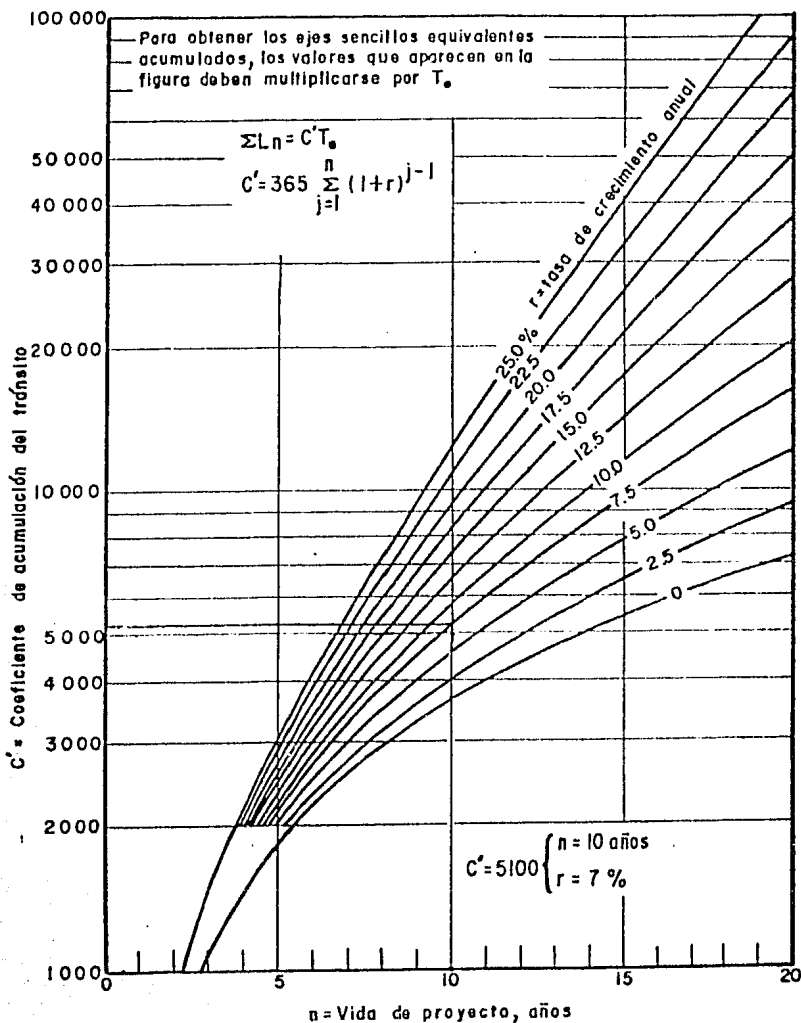
C_T = COEFICIENTE DE ACUMULACIÓN DE TRÁNSITO PARA N AÑOS DE SERVICIO Y UNA TASA DE CRECIMIENTO ANUAL R.

ESTE COEFICIENTE SE PUEDE OBTENER MEDIANTE LA ECUACIÓN SIGUIENTE:

$$C_T = 365 \sum_{j=1}^N (1+R)^{j-1}$$

EXPRESIÓN CUYA SOLUCIÓN GRÁFICA APARECE EN LA PÁG. 14

CONSIDERANDO UN PERÍODO DE DISEÑO DE 10 AÑOS Y UNA TASA DE CRECIMIENTO ANUAL DE 7,5% SE DETERMINA EL COEFICIENTE DE ACUMULACIÓN DE TRÁNSITO POR MEDIO DE LA GRÁFICA EN LA CUAL SE OBTIENE EL SIGUIENTE VALOR:



$\sum L_n =$ Tránsito acumulado al cabo de n años de servicio, ejes equivalentes de 8.2 Ton.

$C' =$ Coeficiente de acumulación del tránsito, para n años de servicio y una tasa de crecimiento anual r .

$T_0 =$ Tránsito medio diario por carril en el primer año de servicio, ejes equivalentes de 8.2 Ton.

$$T_0 = \sum N_i F_i + \sum N'_i F'_i$$

$N_i, N'_i =$ Promedio diario por carril de vehículo tipo i (cargados o descargados, respectivamente), durante el primer año de servicio.

$F_i, F'_i =$ Coeficiente de daño relativo producido por cada viaje del vehículo i (cargado o descargado, respectivamente), ejes equivalentes de 8.2 Ton.

Gráfica para estimar el tránsito equivalente acumulado.

PROCEDIMIENTO PARA TRANSFORMAR EL TDPA AL CORRESPONDIENTE TRANSITO EQUIVALENTE DE EJES DE 8.2TON

TIPO DE VEHICULO	TDPA DOS DIRECCIONES	No. DE VEHICULOS CARRIL DE DISEÑO AL 50%		COEFICIENTES DE DISEÑO				No. DE EJES EQUIVALENTES			
				Z = 0		z = 15		z = 0		z = 15	
Ap	99	50	-	0,005	0,005	0,00	0,00	0,25	0,25	0	0
Ac	200	60	40	0,34	0,34	0,042	0,001	21	14	3	0,04
B	100	45	5	2,0	2,0	1,15	0,64	90	10	52	3
C ₂	107	37	16	0,88	0,88	0,465	0,027	33	14	17	0,43
C ₃	87	39	5	0,88	0,88	0,675	0,044	34	4,4	26	0,22
T ₂ S ₂	77	23	15	4,0	4,0	1,57	0,210	92	60	36	3,15
								To = 372,90		To = 140,84	

$$Ct = 5160$$

$T_0 =$ EL PRODUCTO DE MULTIPLICAR LOS INCISOS 3 X 4 PARA $z=0$ Y PARA $z=15$ Y PARA VEHÍCULOS CARGADOS Y VACÍOS.

$E_L =$ EL PRODUCTO DE MULTIPLICAR T_0 POR EL Ct ES DECIR LOS INCISOS 3 X 4 X Ct TAMBIÉN PARA $z=0$ Y $z=15$

$$E_L^{10} \text{ años} = 372.90 \times 5160$$

$E_L^{10} \text{ años} = \underline{1\ 924\ 164.0}$ EJES EQUIVALENTES PARA CARPETA Y BASE

$$E_L^{10} \text{ años} = 140.84 \times 5160$$

$E_L^{10} \text{ años} = \underline{726\ 734.4}$ EJES EQUIVALENTES PARA SUB-BASE Y TERRACERÍAS.

PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO SE UTILIZA LA GRÁFICA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE CARRETERAS CON PAVIMENTO FLEXIBLE DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA DE LA UNAM. VER PÁG.

UTILIZANDO LOS DATOS DEL TRÁNSITO ACUMULADO OBTENIDOS TENEMOS:

1 924 164.0 EJES EQUIVALENTES PARA $z=0$

726 734.4 EJES EQUIVALENTES PARA $z=15$

SE DIBUJA SOBRE LA GRÁFICA DE PÁG.17 UNA CURVA DE IGUAL RESISTENCIA RELATIVA. ÉSTA ESTÁ INDICADA CON LÍNEA PUNTEADA, (VER PÁG. 22).

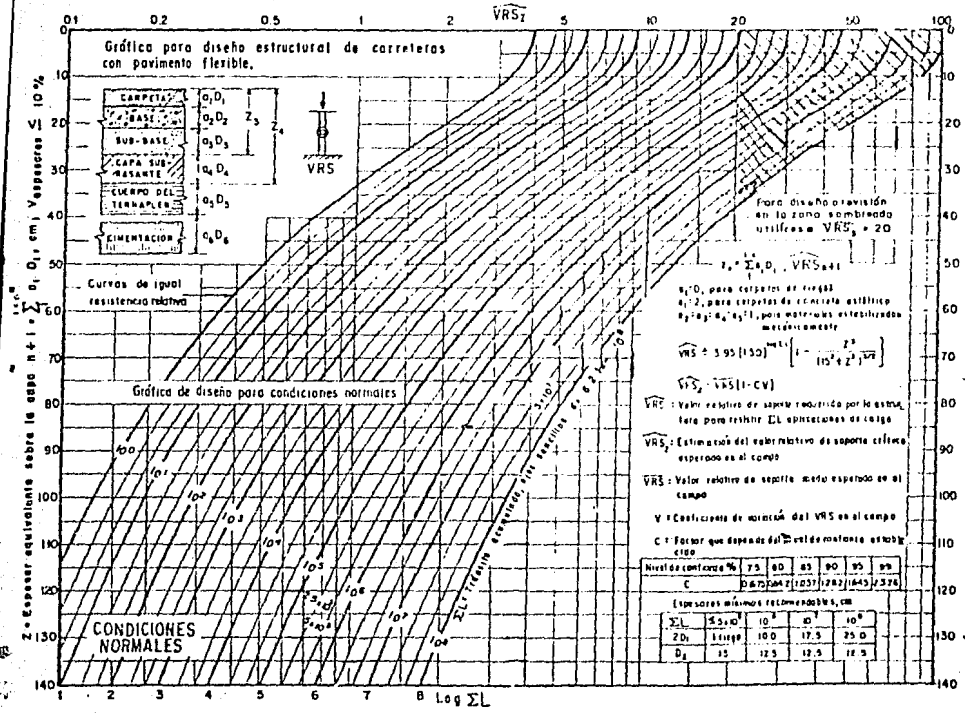
PARA DETERMINAR LOS ESPESORES DE LAS CAPAS NECESITAMOS CONOCER LAS PROPIEDADES DE RESISTENCIA DE LOS MATERIALES QUE SE VAN A UTILIZAR EN CADA UNA DE ELLAS. PARA CONOCER ESTOS DATOS SE ANALIZARON EN EL LABORATORIO TODOS LOS MATERIALES DE LOS BANCOS POR UTILIZAR OBTENIÉNDOSE LOS RESULTADOS QUE SE PRESENTAN EN LAS PÁGINAS 18,19 Y 20.

UNO DE LOS DATOS MÁS IMPORTANTES PARA EL DISEÑO DE LOS PAVIMENTOS ES EL VRS , ES DECIR EL VALOR RELATIVO DE SOPORTE. EN EL MÉTODO DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA SE UTILIZA EL $VRSz$ O SEA EL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CRÍTICO QUE RESULTA O SE OBTIENE CON LA SIGUIENTE ECUACIÓN:

$$\widehat{VRSz} = \overline{VRS} (1 - CV)$$

DONDE:

\widehat{VRSz} = VALOR RELATIVO DE SOPORTE CRÍTICO PARA FINES DE DISEÑO.



Gráfica de diseño estructural de carreteras con pavimento flexible (Instituto de Ingeniería de la UNAM).

DATOS DEL MUESTREO

MATERIAL PARA CAPA DE SUB-BASE BASE REVESTIMIENTO

DESCRIPCION PETROGRAFICA DEL MATERIAL ARCILLA - ARENA - GRAVA

CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO

TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO

UBICACION DEL BANCO

PESO SECO 1400

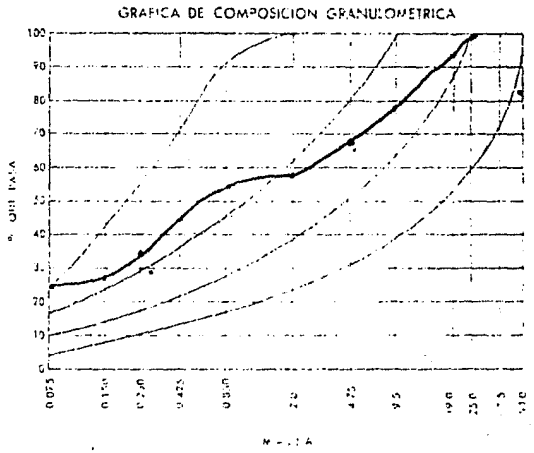
AGREGADO 1100

UNIDAD OPTIMA 8.1

PE. DE LUGAR

HUMEDAD DEL MUESTRO

ANALISIS	REFERENC
100	
93	
79	
57	
59	
54	
44	
34	
27	
25	



W.P. 23.8

U.C. 1.04

VALOR EQUIVALENTE DE ARENA 6.5

PUEBAS EN W.P. MAYOR QUE LA MALLA N.º 95

ABSORCION 1.35

DENSIDAD 2.61

DURABILIDAD

PROBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO CON LA MALLA N.º 300

UNITE LIQUIDO 44.5

UNITE PLASTICO 19.0

INDICE PLASTICO 24.9

CONTRACCION LINEAL 11.3

CLASIFICACION S.P.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

PORTER MODIFICADA

GRADO DE COMPACTACION = 95.0 - 90.0

V. R. S. = 42.2 - 20.5

HUMEDAD DE PRUEBA = 9.6 - 11.1

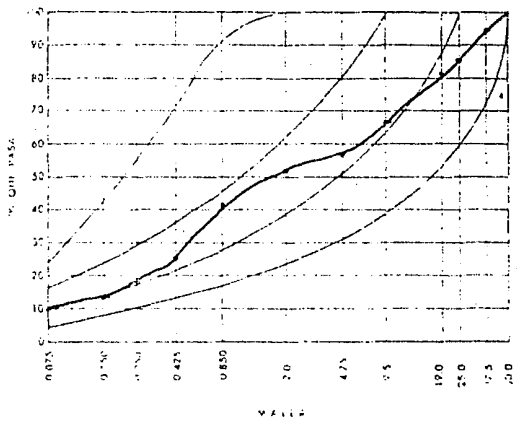
VER OBS. EN EL ENSAYE NO. 3112.

DATOS DEL MUESTRO MATERIAL PARA CAPA DE SUB-BASE BASE
 DESCRIPCION PETROGRAFICA DEL MATERIAL GRAVA-ARENA ARCILLOSA
 CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO
 TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO
 UBICACION DEL BANCO

P.E. MÍNIMO SUJTO kg 1980
 P.E. MÁXIMO kg 214
 HUMEDAD ÓPTIMA % 7.2
 P.E. DEL LUGAR kg/cm
 HUMEDAD DEL LUGAR

MALLA	% RETENIDO
EN W.O.	11.5 %
75	100
150	94
300	85
600	81
1200	66
2500	56
5000	51
10000	42
20000	25
40000	19
80000	13
150000	10

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA



V.P.S. ESTANDBAR 6.6
 EXPANSION 6.19
 V.P.S. COMPACTANTE kg/cm 8.6
 EQUIVALENTE DE ARENA

PRUEBAS EN WET TAMPON QUE LA MALLA # 200 9.5
 ABSORCION % 1.60
 DENSIDAD 2.35
 DURABILIDAD

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMBONADO POR LA MALLA # 425
 LIMITE LIQUIDO % 20.1
 LIMITE PLASICO % 17.5
 INDICE PLASICO % 2.5
 IGUAL HUM. DE CAMPO
 CONTRACCION LINEAL % 1.0
 CLASIFICACION SOP

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES LAS CAPACIDADES FISICO GRANULOMETRICAS DE LA MUESTRA QUE SE REPORTA SE CONSIDERAN ACEPTABLES PARA SU EMPLEO COMO SUB-BASE.

PORTER MODIFICADA
 GRADO DE COMPACTACION = 95.0 90.0
 V. R. S. = 25.7 11.0
 HUMEDAD DE PRUEBA = 8.7 10.2

CENTRO



Guanajuato

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTE

DEPENDENCIA _____

CENTRO SCT. UNIDAD DE LABORATORIOS

RESIDENCIA _____

INFORME DE PRUEBAS EN MEZCLA ASFALTICA

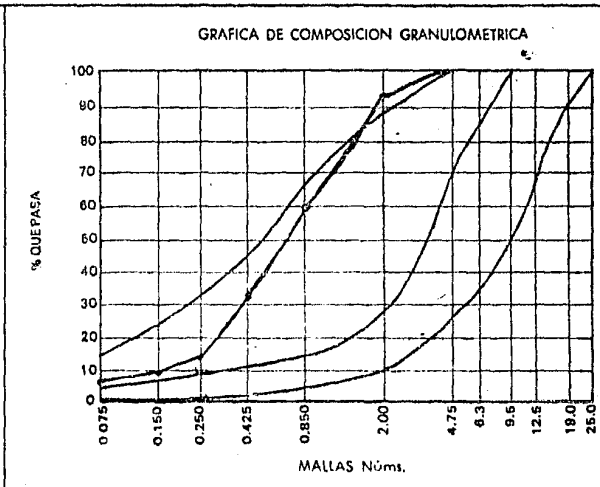
OBRA <u>CAMINO AL PLAN-BACAL</u>	ENSAYE N° <u>918</u>
LOCALIZACION <u>LAS CUCAPAS VER.</u> (Ciudad, Camino, Tramo, kilómetro, Origen del Codonamiento, etc.)	FECHA DE RECIBO <u>ABRIL/83</u>
	FECHA DE INF. <u>MAYO/83</u>

DATOS DEL MUESTREO	DESCRIPCION DEL MATERIAL <u>ARENA Y EMULSION PARA BASE ASFALTICA</u>
	CLASES DE DEPOSITO MUESTREADO _____
	TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO _____
	UBICACION DEL BANCO DE DONDE PROCEDE EL MATERIAL PETREO _____
	TRAMO DE KM. _____ AKM.

CARACTERISTICAS DEL MATERIAL PETREO

P.E. BECO SUELTO, Kg/M ³	
EQUIV. ARENA, %	<u>85</u>
CONTRATACION LINEAL	<u>INAP</u>
DESGASTE, %	
PART. ALARGADAS, %	
PART. TAJEADAS, %	
ADHERENCIA	<u>BUENA</u>
% DE TRIT.	

T. MAXIMO	
DESPERDICIO %	
MALLA	% QUE PASA
NUM. 25.0	
NUM. 10.0	
NUM. 7.5	
NUM. 6.3	
NUM. 4.75	<u>100 %</u>
NUM. 2.00	<u>92</u>
NUM. 0.850	<u>60</u>
NUM. 0.425	<u>33</u>
NUM. 0.250	<u>14</u>
NUM. 0.150	<u>9</u>
NUM. 0.075	<u>7</u>



BUP. ESPECIFICA M ² /KG	CARACT. DEL ASFALTO	PRUEBAS EN LA MEZCLA ASFALTICA		
DENSIDAD	TIPO <u>EMULSION CAT.</u>	OPT. DE ASF. % EN PESO <u>6.5</u>	P.E. SUELTO KG/M ³	
ABSORCION %	DENSIDAD	ASF. EN MEZCLA % EN PESO	P.E. MAX. KG/M ³	<u>2025</u>
INDICE ASFALTICO, KG/M ²	RESIDUO ASF. % <u>63.0</u>	CONT. DEL SOLV. (K)	P.E. DEL LUGAR KG/M ³	

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

Pérdida de Estabilidad = 18.0
 VRS = 76.0
 Compresión simple $\sigma = 12.6$
 % Humedad = 8.5

EL LABORATORISTA	EL JEFE DEL LABORATORIO	Va. Bo.
		20

$\overline{\text{VRS}}$ = VALOR RELATIVO DE SOPORTE ESTÁNDAR MEDIO EN CADA MATERIAL.

C = FACTOR QUE DEPENDE DEL NIVEL DE CONFIANZA.

V = COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE LOS VALORES DE PRUEBA EN EL CAMPO.

SE USÓ EL VRS ESTÁNDAR DEBIDO A QUE NO SE TENÍA EL VRS PROPUESTO POR EL CUERPO DE INGENIEROS, DATO QUE RECOMIENDA EL INSTITUTO DE INGENIERÍA PARA USAR SUS TABLAS.

EN EL PRESENTE CASO TENEMOS LOS SIGUIENTES DATOS:

$\overline{\text{VRS}}$ DEL CUERPO DE TERRAPLÉN = 8%

$\overline{\text{VRS}}$ DE LA SUB-RASANTE = 24%

$\overline{\text{VRS}}$ DE LA SUB-BASE HIDRÁULICA = 68%

$\overline{\text{VRS}}$ DE LA BASE ASFÁLTICA = 76%

ESTOS VALORES SE TOMARON COMO VALORES MEDIOS DE UNA SERIE DE ANÁLISIS A MUESTRAS OBTENIDAS DE LOS BANCOS DE DICHOS MATERIALES, YA QUE SE OBSERVÓ QUE HABÍA POCAS VARIACIONES EN SUS RESULTADOS.

EL VALOR DE CONFIANZA ESTABLECIDO SE TOMÓ IGUAL A 75% POR LO QUE EL VALOR DE $c=0.675$, Y EL COEFICIENTE DE VARIACIÓN DEL VRS EN EL CAMPO POR EXPERIENCIA SE HA TOMADO COMO $=0.55$ DE TAL MANERA QUE:

$\overline{\text{VRSz}}$ DEL TERRAPLÉN = $8(1 - 0.675 \times 0.55) = 5.03\%$

$\overline{\text{VRSz}}$ DE LA SUB-RASANTE = $24(1 - 0.675 \times 0.55) = 15.0\%$

$\overline{\text{VRSz}}$ DE LA SUB-BASE = $68(1 - 0.675 \times 0.55) = 42.7\%$

$\overline{\text{VRSz}}$ DE LA BASE = $76(1 - 0.675 \times 0.55) = 47.8\%$

CON LOS DATOS ANTERIORES DE RESISTENCIA Y LA GRÁFICA DE LA PÁGINA 22 SE OBTIENEN LOS ESPESORES DE CADA UNA DE LAS CAPAS DEL PAVIMENTO MEDIANTE EL SIGUIENTE PROCEDIMIENTO:

EL ESPESOR TOTAL DE MATERIAL EQUIVALENTE QUE DEBERÁ COLOCARSE SOBRE EL CUERPO DEL TERRAPLÉN SE DETERMINA DIBUJANDO UNA LÍNEA VERTICAL PARTIENDO DEL PUNTO CUYO $\overline{\text{VRSz}}$ ES DE 5.03% HASTA INTERCEPTAR LA CURVA DE IGUAL RESISTENCIA EN UN PUNTO, QUE PROYECTADO EN EL EJE DE LAS ORDENADAS (Z) PROPORCIONA UN ESPESOR TOTAL DE 55 CM. (VER PÁGINA 22). EL ESPESOR DE LA CAPA

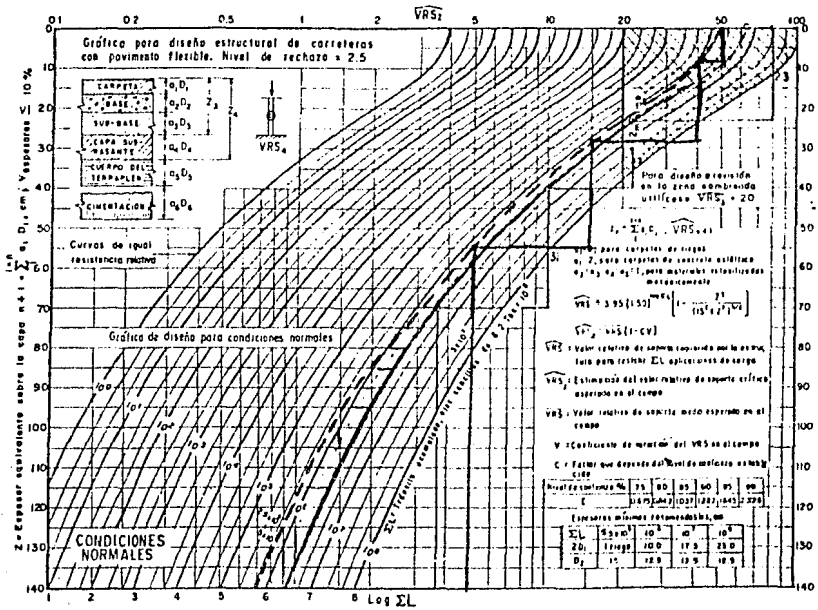


Figura IX-E.3.3. Gráfica de diseño estructural de carreteras con pavimento flexible (Instituto de Ingeniería de la UNAM).

SUB-RASANTE ES IGUAL A LA DISTANCIA VERTICAL ENTRE LOS PUNTOS CRÍTICOS CORRESPONDIENTES A LOS VALORES DE VRS DE 5.03% Y 15.0%; ESTA DISTANCIA ES IGUAL A 27 CM. DETERMINANDO EL PUNTO CRÍTICO PARA $VRSZ=47.8\%$ TENEMOS QUE EL ESPESOR PARA LA SUB-BASE SERÁ LA DISTANCIA ENTRE LOS PUNTOS CORRESPONDIENTES A $VRSZ=15\%$ Y $VRSZ=47.8\%$ Y ESTA DISTANCIA VERTICAL ES IGUAL A 20CM.

LA DIFERENCIA ENTRE EL ESPESOR TOTAL QUE DEBERÁ COLOCARSE SOBRE EL CUERPO DE TERRAPLÉN Y LA SUMA DE ESPESORES CORRESPONDIENTES A LA SUB-RASANTE Y LA SUB-BASE ES IGUAL AL ESPESOR DISPONIBLE QUE TENEMOS PARA ALOJAR LA BASE ASFÁLTICA Y LA CARPETA.

Es DECIR:

$$55 \text{ CM} - (27 + 20) = 8 \text{ CM.}$$

QUE DE ACUERDO CON LA ECUACIÓN ESTRUCTURAL DE ESPESORES TENEMOS:

$$z = 8 \text{ CM} = a_1 d_1 + a_2 d_2$$

EN DONDE:

D_1 = ESPESOR DE LA CARPETA ASFÁLTICA EN CM (REAL)

D_2 = ESPESOR DE LA BASE EN CM. (REAL)

a_1 Y a_2 = COEFICIENTES DE EQUIVALENCIA DE ESPESOR REAL A GRAVA EQUIVALENTE.

$a_1 = 0$; EN ESTE CASO ES ASÍ DEBIDO A QUE LA CARPETA ES DE UN SOLO RIEGO.

$a_2 = 1$ PARA MATERIALES ESTABILIZADOS EN LA BASE:

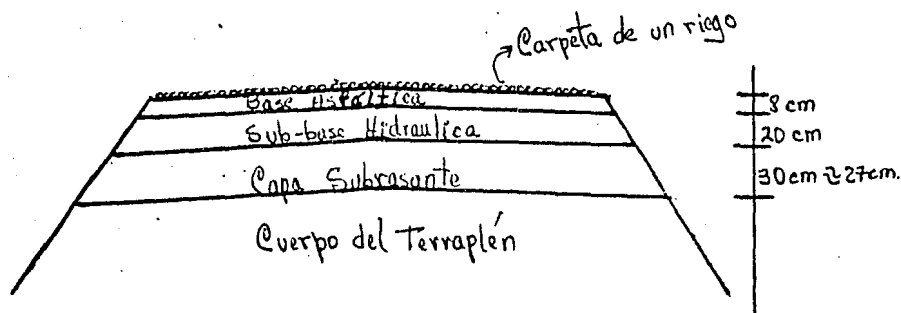
TENEMOS ENTONCES QUE:

$$z = 8 \text{ CM} = a_1 d_1 + a_2 d_2$$

$$8 \text{ CM} = D_1(0) + (1) (D_2)$$

$$8 \text{ CM} = D_2$$

EL ESPESOR DE LA BASE ASFÁLTICA SERÁ ENTONCES DE 8 CM. Y LA ESTRUCTURACIÓN DEL CAMINO QUEDARÁ DE LA SIGUIENTE MANERA:



ESTE ES ENTONCES EL PAVIMENTO POR CONSTRUIR. DE AQUÍ EN ADELANTE SE HABLARÁ DE LAS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE CADA UNA DE LAS CAPAS EN LO QUE SE REFIERE A MATERIALES, PROCESOS CONSTRUCTIVOS, CALIDAD Y COSTOS.

I.2.1 ALTERNATIVA DE DISEÑO.

DEBIDO A QUE EN EL MOMENTO DE DISEÑO DE ESTE PAVIMENTO NO SE CONTABA CON LOS DATOS DEL CUERPO DE INGENIEROS (USA) -EL MÉTODO DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA RECOMIENDA EL VRS OBTENIDO MEDIANTE ESTE PROCEDIMIENTO-, SE USÓ LA RESISTENCIA DE LA PORTER ESTÁNDAR, SIN EMBARGO, SE TOMÓ LA OPCIÓN DE TENER UNA COMPARATIVA DE DISEÑO, PARA LO CUAL SE USÓ EL MÉTODO DE LA PORTER MODIFICADA.

ESTA PRUEBA ES EL RESULTADO DE LAS MODIFICACIONES HECHAS POR INGENIEROS MEXICANOS A LA PRUEBA PORTER PARA EL PROYECTO DE PAVIMENTOS QUE UTILIZABA EL DEPARTAMENTO DE CARRETERAS DE CALIFORNIA. ESTAS MODIFICACIONES CONSISTEN EN ELABORAR LOS ESPECÍMENES DE PRUEBA EN DIFERENTES CONDICIONES, INCLUYENDO LA MÁS CRÍTICA QUE SE PUDIERA TENER EN EL CAMPO EN CUANTO A PESO ESPECÍFICO Y HUMEDAD. LAS CURVAS DE PROYECTO TAMBIÉN HAN SIDO MODIFICADAS O AUMENTADAS EN DIFERENTES OCASIONES, PARA ADECUARLAS AL TRÁNSITO QUE HAN IDO SOPORTANDO LOS CAMINOS NACIONALES.

EN GENERAL, LA PRUEBA DE PORTER MODIFICADA SE LLEVA A CABO EN ESPECÍMENES QUE SE COMPACTAN A DIFERENTES PESOS VOLUMÉTRICOS Y DIFERENTES HUMEDADES, DE TAL MANERA QUE EL PROYECTISTA PUEDE HACER LOS ESPECÍMENES QUE CREA NECESARIOS PARA CONOCER EL COMPORTAMIENTO DEL SUELO QUE ESTÁ ESTUDIANDO, INCLUYENDO EL DE LAS CONDICIONES CRÍTICAS QUE SE PRESENTAN EN LA REALIDAD. LAS ESPECIFICACIONES SCT PRESENTAN DOS VARIANTES DE ACUERDO CON LAS CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS Y DE DRENAJE PARA LAS CUALES ESTÁN SEÑALADAS.

EN LA VARIANTE UNO, SE SEÑALA QUE LAS PRUEBAS SE EFECTÚEN A -
DIFERENTES PESOS VOLUMÉTRICOS, EN FUNCIÓN DEL P.V.S.M, PERO
CONTENIDO CONSTANTE DE HUMEDAD E IGUAL A LA ÓPTIMA. ESTE TIPO
DE PRUEBAS, SE REALIZAN A MATERIALES QUE FORMARÁN PARTE DE LA
ESTRUCTURA DE UN CAMINO EN ZONAS DE MUY BAJA PRECIPITACIÓN O
MUY BIEN DRENADAS.

EN LA VARIANTE DOS, SE INDICA QUE LOS ESPÉCIMENES SE ELABOREN
DE LA SIGUIENTE MANERA:

- A) CON 100% DEL P.V.S.M. Y HUMEDAD ÓPTIMA.
- B) CON 95% DEL P.V.S.M. Y HUMEDAD ÓPTIMA + 1.5%
- C) CON 90% DEL P.V.S.M. Y HUMEDAD ÓPTIMA + 3.0%

SI EL DRENAJE ES ACEPTABLE Y LA PRECIPITACIÓN BAJA, SE UTILI-
ZARÁ EL VRS OBTENIDO CON LOS DATOS DEL INCISO A).

PARA DRENAJE Y PRECIPITACIONES REGULARES SE USARÁ EL INCISO
B).

PARA DRENAJE MALO O DUDOSO Y PRECIPITACIÓN ALTA SE USARÁ EL
INCISO C).

EN OCASIONES, CUANDO SE TENGAN MATERIALES DE BAJA CALIDAD O
SI LA PRECIPITACIÓN ES MUY ALTA, LOS DATOS DEL INCISO C) SE -
COMPARAN CON LOS RESULTADOS DE LA PRUEBA PORTER ESTÁNDAR Y EL
MENOR VRS DE ESTAS DOS PRUEBAS SE ELIGE PARA PROYECTO.

EL VRS DE PROYECTO DE LOS MATERIALES PARA LA SUBRASANTE Y LA
SUB-BASE SE TOMÓ IGUAL AL 80 PERCENTIL DE LOS DATOS OBTENIDOS
DE LOS BANCOS.

ESTE 80 PERCENTIL ES IGUAL O MENOR QUE EN 80% DE LAS PRUEBAS
Y MAYOR QUE LAS DEL 20% RESTANTE; ESTO QUIERE DECIR, QUE CON
EL VRS DE PROYECTO SE TENDRÁ UN PAVIMENTO SOBREDISEÑADO A -
CUANDO MENOS AL LÍMITE DEL 80% DEL TRAMO EN ESTUDIO Y EN EL
20% RESTANTE QUEDARÁ SUBDISEÑADO.

CALCULO DE ESPESORES PARA PAVIMENTO FLEXIBLE:

PORTER MODIFICADA

CARRETERA (OBRA): "L PLAN-BACAL" LAS CHOAPAS, VER. FECHA ENERO/83

TRAMO: _____

SUBTRAMO: _____

DATOS DE PROYECTO:

- 1.- Tránsito Diario promedio anual en ambos sentidos 670
- 2.- Tránsito Diario en el carril de diseño (%) 402
- 3.- Período de Diseño (años) (n) 10
- 4.- Tasa de crecimiento anual (r) 7.5%
- 5.- Factor de conversión (c) 5163

CALCULO DE TRANSITO EQUIVALENTE

TIPO DE VE HICULO.	DISTRIBUCION DEL TRANSITO EN %	DISTRIBUCION DEL TRANSITO (VEHIC LOS)	COEFICIENTE DE EQUIVALENCIA	EJES SENCILLOS EQUIVALENTES - DE 9.2 TON.
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Automóvil	15%	60	0.0004	0.024
Autobús	15%	60	1.12	67.20
Camión 5 T	30%	121	0.03	3.63
Camión 17 T	21%	84	0.6	50.40
Camión 25 T	19%	77	1.65	127.05
SUMA:				265.10

Tránsito acumulado al final de la vida útil
Factor de conversión x suma x 5163...

CALCULO DE ESPESORES

1,368,732

1.- VRS de diseño de las terracerías			
2.- Índice de espesor (cm)			
3.- VRS de diseño de la capa subrasante			
4.- Índice de espesor (cm)			
5.- Estructuración del pavimento en espe- sores equivalentes:	CARPETA DE BASE (BH) SUB-BASE (SB) SUBRASANTE (SR)		
6.- Estructuración del pavimento en espe- sores reales:	CARPETA DE BASE (BH) SUB-BASE (SB) SUBRASANTE (SR)		

SUMA :

OBSERVACIONES:

Fig.(27)
60

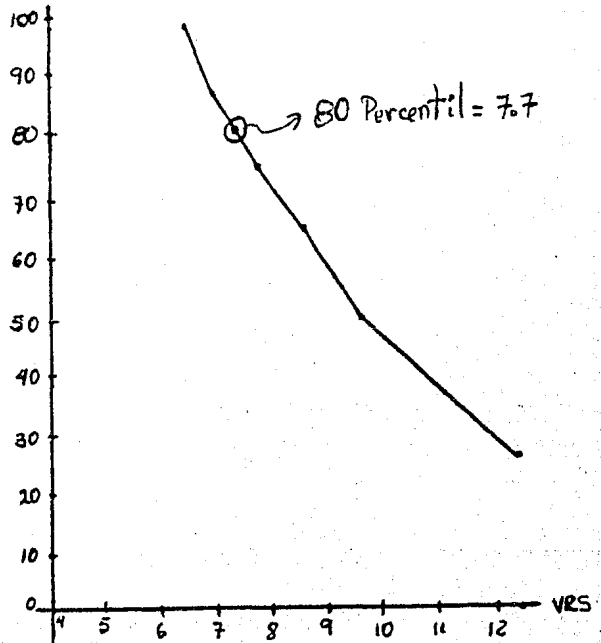
$$C = 365 \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

$$C = 365 \frac{(1+0.075)^{10} - 1}{0.075} = 5163$$

CALCULO DEL VRS AL 80 PERCENTIL DE PROYECTO
DE LAS TERRACERIAS (PORTER MODIFICADA)

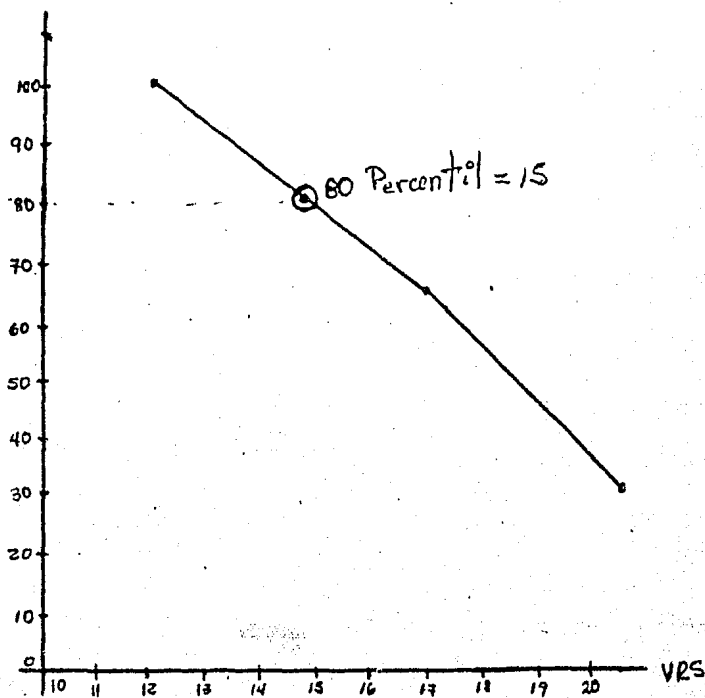
VALORES VRS	VALORES ORDENADOS DE MENOR A MAYOR	VALORES IGUALES O MAYORES	% DE VALORES IGUALES O MAYORES
8	6.6	8	100.0 %
8.8	7.3	7	87.5
10.2	8.0	6	75.0
10.6	8.8	5	62.5
10.7	9.5	4	50.0
9.5	10.2	3	37.5
9.5	12.5	2	25.0
9.5	13.9	1	12.5

8
8.8
10.2
10.6
10.7
9.5
9.5
9.5
13.9
10.2
10.6
10.7
9.5
9.5
9.5
13.9
10.2
10.6
10.7
9.5
9.5
9.5
13.9



CALCULO DEL VRS AL 80 PERCENTIL DE PROYECTO
DE LA SUB-RASANTE (PORTER MODIFICADA)

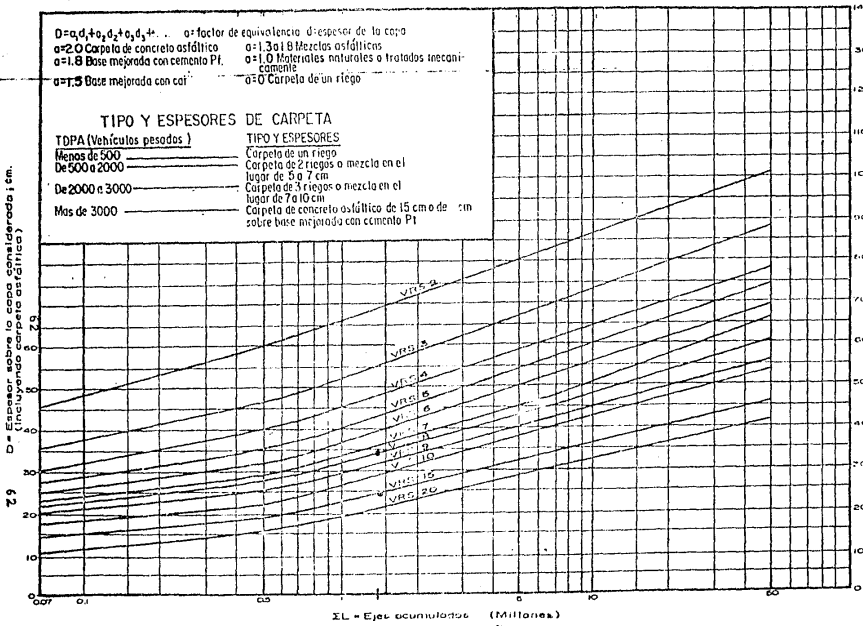
VALORES VRS	VALORES ORDENADOS DE MENOR A MAYOR	VALORES IGUALES O MAYORES	% DE VALORES IGUALES O MAYORES
20.5	11.7	3	100.0 %
17.0	17.0	2	66.7 %
11.7	20.5	1	33.3 %



GRAFICA PARA LA ESTRUCTURACION DE UNA OBRA VIAL EN BASE A VRS OBTENIDO DE PRUEBAS PORTER MODIFICADAS

$D = a_1 d_1 + a_2 d_2 + a_3 d_3 + \dots$ a: factor de equivalencia d: espesor de la capa
 $a = 2.0$ Carpeta de concreto asfáltico $a = 1.3$ a 1.8 Mezclas asfálticas
 $a = 1.8$ Base mejorada con cemento P.I. $a = 1.0$ Materiales naturales o tratados mecánicamente
 $a = 1.5$ Base mejorada con cal $a = 0$ Carpeta de un riego

TIPO Y ESPESORES DE CARPETA	TIPO Y ESPESORES DE CARPETA
TDPA (Vehículos pesados)	TIPO Y ESPESORES DE CARPETA
Menos de 500	Carpeta de un riego
De 500 a 2000	Carpeta de 2 riegos o mezcla en el lugar de 6 a 7 cm
De 2000 a 3000	Carpeta de 3 riegos o mezcla en el lugar de 7 a 10 cm
Más de 3000	Carpeta de concreto asfáltico de 15 cm de espesor sobre base mejorada con cemento P.I.



CALCULO DE ESPESORES:

TRÁNSITO EQUIVALENTE = 1,368,732 EJES ACUMULADOS

VRS (80 PERCENTIL CUERPO DEL TERRAPLÉN) = 7.7%

VRS (80 PERCENTIL SUB-RASANTE) = 15.0%

A) ENTRANDO A LA GRÁFICA CON VRS = 7.7 TENEMOS:

ESPESOR SOBRE TERRACERÍAS = 34 CM.

B) ENTRANDO A LA GRÁFICA CON VRS = 15.0 TENEMOS:

ESPESOR SOBRE SUB-RASANTE = 24 CM.

1).- EL ESPESOR PARA LA SUB-RASANTE SERÁ = $34 - 24 = 10$ CM.;
PERO POR ESPECIFICACIONES DE SCT TENDRÁ E=30 CM COMO MÍNIMO.

2).- EL TRÁNSITO < 500 POR LO QUE LA CARPETA SERÁ DE UN RIEGO.

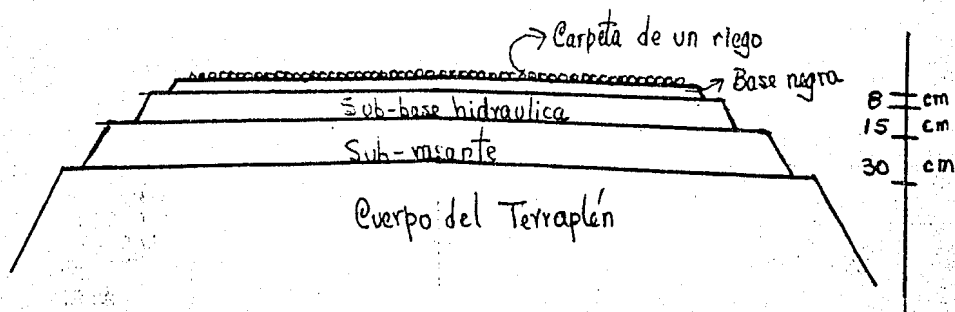
3).- EL ESPESOR DE LA BASE NEGRA = 8 CM.

4).- PARA LA SUB-BASE TENEMOS:

SUB-BASE = $D2 - A1 D1 - A2 D2 = 24 \text{ CM} - 0 - 1.3 \times 8 = 13.6 \text{ CM}$

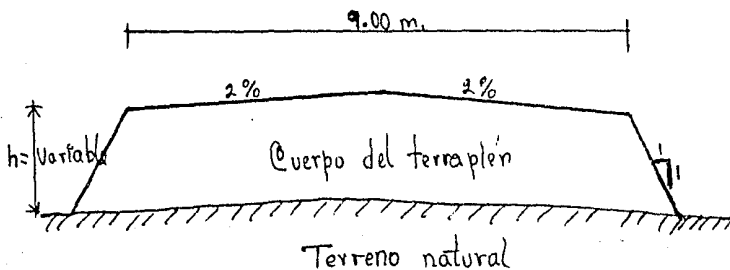
PERO POR ESPECIFICACIONES SCT TENDRÁ UNA SUB-BASE MÍNIMA DE 15 CM.

DE TAL MANERA LA ESTRUCTURACIÓN SERÁ COMO SIGUE:



I.3.- RECONDICIONAMIENTO DE LAS TERRACERÍAS:

LOS TRABAJOS INICIALES PARA LA PAVIMENTACIÓN DE ESTE CAMINO FUERON LOS CORRESPONDIENTES AL RECONDICIONAMIENTO DE LAS TERRACERÍAS; ES DECIR EL REFINAMIENTO DE LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO EXISTENTE HASTA LOGRAR QUE LA SECCIÓN TRANSVERSAL TANTO EN LOS CORTES COMO EN LOS TERRAPLENES TUVIERA O CUMPLIERA CON LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS:



H= VARIABLE, DEPENDIENDO DEL PERFIL DEL TERRENO NATURAL Y DEL PROYECTO DE LA LÍNEA SUB-RASANTE.

ASÍ COMO TAMBIÉN CUMPLIR CON LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS O PROPIEDADES DE RESISTENCIA REQUERIDAS POR EL PROYECTO DE LA ESTRUCTURA SUPRAYACENTE, QUE EN ESTE CASO SON UN VRS = 8% MÍNIMO, COMPACTACIÓN AL 90% DE ACUERDO CON LAS ESPECIFICACIONES SCT, HUMEDAD ÓPTIMA Y EXPANSIÓN MENOR AL 5%.

DE ACUERDO A LO ANTERIOR EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN QUE SE SIGUIÓ FUE EL SIGUIENTE:

LA MOTOCONFORMADORA PROCEDIÓ PRIMERO A ESCARIFICAR LA SUPERFICIE EN UN ESPESOR PROMEDIO DE 15 CM. ESTO SE HIZO CON LA FINALIDAD DE INCORPORARLE LA HUMEDAD NECESARIA HASTA OBTENER LA ÓPTIMA PARA SU COMPACTACIÓN, ASÍ COMO TAMBIÉN AFLOJAR LA SUPERFICIE IRREGULAR PARA FACILITAR EL AFINAMIENTO DE LA TERRACERÍA CON LA CUCHILLA DE LA MOTOCONFORMADORA EN EL CUAL SE BUSCA DARLE SU PENDIENTE TRANSVERSAL DEL 2%. CON EL BOMBEO EN LAS TERRACERÍAS SE LOGRA QUE LAS CAPAS SUPRAYACENTES SEAN

DE ESPESORES CONSTANTES CONSERVANDO LA PENDIENTE TRANSVERSAL HASTA LA ÚLTIMA CAPA O RASANTE.

LA INCORPORACIÓN DEL AGUA SE HACÍA CON UNA PIPA DE 10,000 Lts. LA CUAL DISPONÍA DE SU REGADERA Y CON ELLA SE LOGRABA UN RIEGO UNIFORME.

EN EL SIGUIENTE CAPÍTULO SE HABLARÁ DE LA MOTOCONFORMADORA YA QUE ESTA MÁQUINA ES INDISPENSABLE EN LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS HASTA LA FECHA; SU VERSATILIDAD Y LA FINURA DE SU TRABAJO LA HACEN SER EL ALMA EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE TODAS Y CADA UNA DE LAS CAPAS DE ESTE TIPO DE PAVIMENTO.

EN ESTE CASO SE DISPONÍAN DE MOTOCONFORMADORAS CAT 120 B.

CONTINUANDO CON EL PROCESO, TENEMOS QUE UNA VEZ HUMEDECIDAS Y AFINADAS LAS TERRACERÍAS, SE CONTINUABA CON EL PROCESO DE COMPACTACIÓN, PARA ELLO SE CONTABA CON UN COMPACTADOR VIBRATORIO DE RODILLO LISO DYNAPAC CA-25A, Y COMPACTADOR TIPO DUO-FACTOR SEAMAN GUNNINGSON Y UNA PLANCHA TANDEM GALION DE 8 TON.

DEBIDO A QUE EL MATERIAL PREDOMINANTE EN LAS TERRACERÍAS ERA COHESIVO, Y A QUE LA CAPA POR TRATAR ERA RELATIVAMENTE DELGADA, LOS PROCESOS DE COMPACTACIÓN MÁS ADECUADOS SON LOS CORRESPONDIENTES A "PRESIÓN ESTÁTICA" Y "AMASADO". DE TAL MANERA QUE LOS COMPACTADORES MÁS UTILIZADOS EN ESTE CASO FUERON LA PLANCHA TANDEM Y EL DUO-FACTOR CORRESPONDIENTEMENTE.

LA PLANCHA TANDEM INICIABA LA PRIMERA DENSIFICACIÓN DEL MATERIAL CON UNAS TRES PASADAS EN PROMEDIO, COMENZANDO DE LOS BOMBOS AL CENTRO, HECHO QUE ES SIGNIFICATIVO PARA CONSERVAR LA PENDIENTE TRANSVERSAL Y EVITAR DEFORMACIONES, ACANALAMIENTOS O DESPLAZAMIENTOS DE MATERIAL.

EL DUO-FACTOR, COMO SU NOMBRE LO SUGIERE TRABAJA EN FORMA DUAL, ES DECIR EN UNA FORMA COMBINADA YA QUE TANTO POSEE UN RODILLO LISO PARA EJERCER PRESIÓN ESTÁTICA, COMO TAMBIÉN TIENE NEUMÁTICOS PARA LA COMPACTACIÓN POR AMASADO. Y PUEDE TRABAJAR LOS DOS EQUIPOS AL MISMO TIEMPO, ES DECIR EN FORMA COMBINADA, ASÍ COMO TAMBIÉN ALTERNÁNDOLOS. PARA ELLO UTILIZA UN SISTEMA HIDRÁULICO QUE DESDE UNA CONSOLA DE MANDOS EL OPERADOR LOS PUEDE CONTROLAR POR MEDIO DE GATOS HIDRÁULICOS, CON LOS CUALES MANTIENE A NIVEL LOS DOS EQUIPOS, O SUBE O BAJA CUALESQUIERA DE LOS DOS. TIENE UNA CAJA EN LA PARTE SUPERIOR DE LOS EQUIPOS, LA CUAL SIRVE PARA EL "LASTRADO" DE LA MÁQUINA, EL CUAL SE PUEDE HACER CON ARENA HÚMEDA Y ASÍ OBTENER TANTO MAYOR CARGA ESTÁTICA EN EL RODILLO COMO MAYOR "PRESIÓN DE CONTACTO" EN LOS NEUMÁTICOS. LA "PRESIÓN DE INFLADO" DE LOS NEUMÁTICOS ES IMPORTANTE MANTENERLA CONSTANTE EN CADA UNO DE ELLOS (EN ESTE CASO ES USUAL 70 PSI) YA QUE DE ELLA DEPENDE

EN GRAN PARTE LA "PRESIÓN DE CONTACTO" DEL NEUMÁTICO, Y QUE ESTA VIENE SIENDO A SU VEZ LA CAUSA DE LA BUENA O MALA COMPACTACIÓN QUE SE LOGRE.

POR LAS CARACTERÍSTICAS ANTERIORMENTE MENCIONADAS EL DUO-PACTOR SE HA CONVERTIDO EN UNA MÁQUINA MUY ÚTIL PARA LOS PROCESOS DE COMPACTACIÓN DONDE SE REQUIERA PRESIÓN ESTÁTICA Y AMASADO.

EN NUESTRO CASO, UNA VEZ QUE SALÍA LA PLANCHA, EL DUO-PACTOR SE ENCARGABA DE RENDIR LA DENSIFICACIÓN TOTAL DEL MATERIAL - HASTA LOGRAR EL 90% DE COMPACTACIÓN ESPECIFICADO, LO CUAL LO LOGRABA CON CUATRO PASADAS TRABAJANDO EN FORMA COMBINADA, Y SIEMPRE PARTIENDO DE LOS HOMBROS AL CENTRO. CON EL SISTEMA COMBINADO DE COMPACTACIÓN QUE EJERCE EL DUO-PACTOR SE LOGRA ADEMÁS UNA TEXTURA DE LA SUPERFICIE TERMINADA DE BUENA PRESENTACIÓN Y CALIDAD.

SE PUEDEN OBSERVAR ALGUNAS FOTOGRAFÍAS EN LAS PÁGINAS SIGUIENTES, Y EN PÁGINAS POSTERIORES SE PRESENTAN ALGUNOS RESULTADOS DE COMPACTACIÓN DE LAS TERRACERÍAS LOGRADOS MENDIANTE ESTE PROCEDIMIENTO.

1.4.- LA CAPA SUB-RASANTE.

EN EL COMPORTAMIENTO CONJUNTO DE LA ESTRUCTURA DE UN PAVIMENTO CON SU TERRACERÍA, LA CAPA SUB-RASANTE TIENE UN PAPEL MUY IMPORTANTE EN LO QUE CORRESPONDE A LO SIGUIENTE:

- A) LA ESTABILIDAD DEL CONJUNTO TERRACERÍA-PAVIMENTO ES FUNDAMENTAL.
- B) EL PAPEL ECONÓMICO QUE DESEMPEÑA, YA QUE UNA SUB-RASANTE DE SUFICIENTE ESPESOR Y CALIDAD, PERMITIRÁ IMPORTANTES AHORROS EN LOS ESPESORES DE LOS PAVIMENTOS SUPRAYACENTES, SIN PERJUICIO DE LA FUNCIÓN ESTRUCTURAL CONJUNTA, PUES SE RÁ CAPAZ DE ABSORBER NIVELES DE ESFUERZO RELATIVAMENTE ALTOS PROVENIENTES DE LA SUPERFICIE Y TRANSMITIRLOS SUFICIENTEMENTE DISMINUIDOS A LAS TERRACERÍAS.

LA MAYOR PARTE DE LAS VECES LOS MATERIALES UTILIZADOS PARA LA SUB-RASANTE SON DE REGULAR CALIDAD, Y MUCHAS VECES ES EL MISMO MATERIAL QUE SE HA UTILIZADO EN LAS TERRACERÍAS, DESTACÁNDOSE AQUÍ QUE EL PAPEL DE LA COMPACTACIÓN PARECE SER DECISIVO YA QUE TODAS LAS SUB-RASANTES SE COMPACTAN AL 95% P.P.S. O PORTER ESTÁNDAR, SEGÚN EL MATERIAL DE QUE SE TRATE, PUESTO QUE MUCHAS VECES SE INCREMENTA EL VRS AL INCREMENTARSE LA COMPACTACIÓN, COMO PUEDE VERSE EN LAS PRUEBAS DE LABORATORIO HECHAS AL MATERIAL QUE SE UTILIZÓ PARA LA SUB-RASANTE EN ESTE CASO, (PÁGINAS 35 Y 36).

TERRACE RIPS

CONCRETE AND REINFORCEMENT

NO. RAYE	INDICACION		ALTURA O ESPESURA DE LA CAPA DE ACTUAL PROYECTO	ANCHO DE LA CAPA DE ACTUAL PROYECTO	ANCHO DE LA CAPA DE ACTUAL PROYECTO	DESARROLLO DE BARRAS, m.		DENSIDAD %	RENDIMIENTO
	ESTACION	LADO				MAXIMO	MINIMO		
2091	12-200	D	28.0	30.0	9.00	1500	1500	12.0	91.5
2092	"	C	28.0	"	"	"	"	12.0	91.5
2093	"	I	30.0	"	"	"	"	11.0	91.5
2094	12-200	D	28.0	"	"	"	"	12.0	91.5
2095	"	C	30.0	"	"	"	"	14.0	91.5
2096	"	I	27.0	"	"	"	"	25.0	91.0
2097	12-200	D	32.0	"	"	1570	1570	20.0	91.0
2098	"	C	32.0	"	"	"	"	21.4	91.0
2099	"	H	30.0	"	"	"	"	10.5	91.5
2100	12-200	D	27.0	"	"	"	"	12.0	91.0
2101	"	C	32.0	"	"	"	"	12.0	91.5
2102	"	H	30.0	"	"	"	"	22.0	91.1
2103	12-200	D	30.0	"	"	1500	1500	11.5	91.0
2104	"	C	32.0	"	"	"	"	14.0	91.5
2105	"	H	28.0	"	"	"	"	12.5	91.5
2106	12-200	D	28.0	"	"	"	"	14.0	91.0
2107	"	C	26.0	"	"	"	"	14.0	91.0
2108	"	H	30.0	"	"	"	"	12.0	91.5
2109	12-200	D	28.0	"	"	1500	1500	11.0	91.0
2110	"	C	27.0	"	"	"	"	21.4	91.5
2111	"	I	30.0	"	"	"	"	22.0	92.0
2112	12-200	D	22.0	"	"	"	"	11.2	91.0
2113	"	C	28.0	"	"	"	"	12.0	91.5
2114	"	I	30.0	"	"	"	"	11.0	91.0
2115	12-200	D	23.0	"	"	"	"	11.0	92.0
2116	"	C	26.0	"	"	"	"	14.0	92.5
2117	"	I	25.0	"	"	"	"	12.0	92.5

OBSERVACIONES

LAS BARRAS DE COMPACTACION DEBEN DE SER A ENTIBLES, EL RESULTADO OBTENIDO EN ALGUNAS BARRAS ES DIFERENTE A LAS 10.0 CMS PROYECTADO.

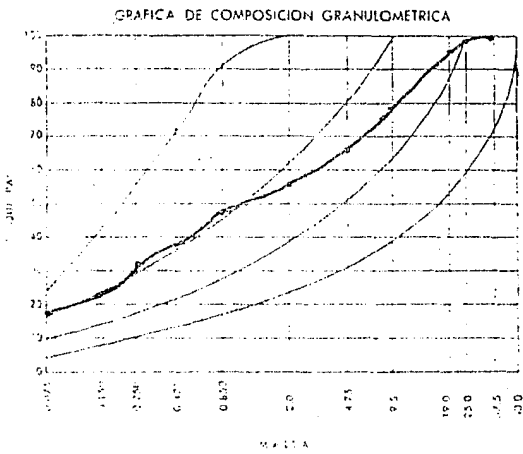
Handwritten signatures or initials.

SUB-RASANTE

DATOS DEL MUESTRO	MATERIAL PARA CAPA DE SUBBASE	BASE	REVESTIMIENTO
	DESCRIPCION PERIODICA DEL MATERIAL	ARCILLA - ARENA - GRAVA	
	CLASE DE DEPOSITO INDEFINIDO		
	TRATAMIENTO HECHO AL MUESTRO		
UBICACION DEL BANCO			

PESE SECO MUESTRO	1740
SECA MAXIMO	2130
HUMEDAD OPTIMA	7.5
PL. DE LIQUIDACION	
HUMEDAD DEL LICA	

MALLA	
EN MIL	EN INCH
300	100
250	100
200	80
150	70
125	66
100	55
75	47
60	36
45	31
30	24
15	15



AREA RESERVADA	33.0	PEJESAS EN INCHAS	MAJOR QUE LA MALLA Num 95
EFECTIVIDAD	0.76	ADHESION	1.32
VALOR EQUIVALENTE EN INCHAS	6.2	UNIDAD	2.16
EQUIVALENTE DE AREA		SEGURIDAD	

REJESAS EN MILIMETROS MATERIAL TAN GRANDE POR LA MALLA Num 95	
LIMITE LIQUIDO	10.6
LIMITE PLASTICO	16.8
INDICE PLASTICO	2.8
ES UN TIPO DE CAMPO	
COMPACTACION LINEAL	
1.4	
CLASIFICACION SOP	

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES: LAS CARACTERISTICAS FISICO GRANULOMETRICAS DE LAS MUESTRAS QUE SE REPORTAN, NO SE CONSIDERAN ADECUADAS PARA EMPLEARSE EN CAPA DE REVESTIMIENTO; DEBIDO A SU BAJO V.A.R.S. ASI COMO A LAS CURVAS GRANULOMETRICAS QUE ESTAN FUERA DE LA ZONA ESPECIFICADA

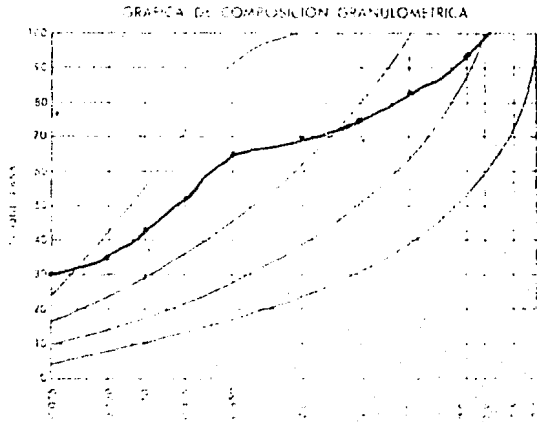
PORTER MODIFICADA
 GRADO DE COMPACTACION = 95.0-90.0
 V.A.R.S. = 34.9-17.6
 % HUMEDAD DE PRUEBA = 9.0-10.5

SUB-RASANTE

DATOS DE MUESTREO	MATERIAL PARA CAPA DE SUB BASE	BASE	REVESTIMIENTO
	DESCRIPCION PETROGRAFICA DEL MATERIAL	ARCILLA - ARENA - GRAVA	
	CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO		
	TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO		
	UBICACION DEL BANCO		

PERICO SUBITO	1470
PERICO MAXIMO	2120
MEDIO OPTIMO	7.8
PERICO LOGARITMO	
NUMERO DE MUESTROS	

GRANOS	PERCENTAJE
100	
92	
83	
75	
70	
66	
52	
41	
30	
20	



EXPANSION %	25.4
VALOR CEMENTANTE %	6.23
EQUIVALENTE DE ARENA	10.0

ABSORCION %	1.60
OPACIDAD	2.58
OPACIBILIDAD	

PRUEBA SOBRE MATERIAL TAM. MAS FINO QUE LA MANTA N. 20	
LIMITE LIQUIDO %	25.0
LIMITE PLASTICO %	11.0
INDICE PLASTICO %	14.0
GRUPO DE MATERIAL	6.2

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

- PORTOP MODIFICADA = 95.0 - 90.0
- GRADO DE COMPACTACION = 92.0 - 11.7
- V. P. S. =
- HUMEDAD DE PRUEBA = 9.3 - 10.8

VER OBS. EN EL ENSAYE NO. 3113

EL LABORATORIO	EL DISEÑO
----------------	-----------

LO ANTERIOR NO SIEMPRE SUCEDE, Y LO MEJOR SERÁ GUIARSE POR LAS CONDICIONES CRÍTICAS EN LAS QUE TRABAJARÁ LA SUBRASANTE, Y ESTAS CONDICIONES LAS PODEMOS REPRODUCIR CON LA PRUEBA PORTER MODIFICADA.

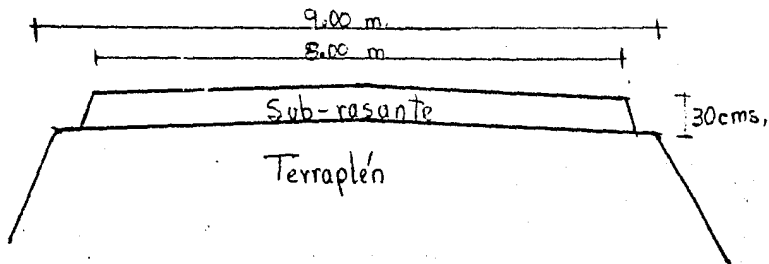
MATERIALES

DEBIDO A LA PRESENCIA DEL BANCO No. 2 (VER PLANO GENERAL) DEL CUAL SE OBTUVO EL MATERIAL ANALIZADO, CUYOS RESULTADOS SE PUEDEN VER EN LAS PÁGINAS 35 Y 36, SE PUDO CONSIDERAR LA POSIBILIDAD DE TENER EN LA SUB-RASANTE UN MATERIAL DE MUY BUENA CALIDAD REDUCIENDO EL ESPESOR DE LAS CAPAS SUPRAYACENTES COMO DE HECHO SE PUEDE CONSTATAR EN EL DISEÑO. ASÍ TANTO EL ESPESOR DE LA SUB-RASANTE COMO EL DE LA SUB-BASE SON MÍNIMOS, Y SIN EMBARGO CUMPLEN CON LAS ESPECIFICACIONES SCT.

UN HECHO SIGNIFICATIVO ES EL DE QUE EL BANCO SE ENCUENTRA PRÁCTICAMENTE EN EL CENTRO DE GRAVEDAD DEL CAMINO POR LO QUE LOS ACARREOS SON MÍNIMOS TAMBIÉN.

PARA CUMPLIR CON LAS ESPECIFICACIONES SCT EN CUANTO AL ESPESOR SE REFIERE PARA LA SUB-RASANTE SE TOMÓ LA DECISIÓN DE CONSTRUIR LA CAPA SUB-RASANTE NO DE 27 CM COMO FUE EL RESULTADO DEL DISEÑO SINO DE 30 CM.

DE TAL MANERA QUE LA CAPA POR CONSTRUIR ES LA SIGUIENTE:



PROCESO CONSTRUCTIVO:

PARA DETERMINAR EL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO SE TOMARON EN CONSIDERACIÓN PRINCIPALMENTE LOS SIGUIENTES FACTORES:

- A) ESPESOR DE LA CAPA
- B) TIPO DE MATERIAL
- C) HUMEDAD NATURAL DEL MATERIAL EXTRAÍDO DEL BANCO
- D) ASPECTO ECONÓMICO.

- A).- EL MAYOR O MENOR VOLUMEN DEBIDO AL ESPESOR DE LA CAPA INFLUIRÁ EN EL RENDIMIENTO DEL EQUIPO DE MEZCLADO Y TEN DIDO DE LA CAPA, ES DECIR EN EL RENDIMIENTO DEL EQUIPO ENCARGADO DE LA HUMEDIFICACIÓN Y HOMOGENEIZACIÓN DEL MATERIAL, NECESARIAS PARA OBTENER EL GRADO ÓPTIMO DE COMPACTACIÓN.

ESTE ESPESOR TAMBIÉN INFLUYE PARA LA SELECCIÓN DEL EQUIPO DE COMPACTACIÓN MÁS CONVENIENTE; ES DECIR SE GENERAN DOS ALTERNATIVAS: O SE CONSIGUE EL EQUIPO QUE LOGRE RENDIR LA COMPACTACIÓN ESPECIFICADA A TODA LA CAPA TENDIDA, DE 30 CM EN ESTE CASO, O SE TIENDE EL MATERIAL EN DOS CAPAS, PARA LO CUAL EVIDENTEMENTE SE NECESITA UN EQUIPO MÁS PEQUEÑO.

- B).- EL MATERIAL, COMO PUEDE VERSE EN LAS PÁGINAS 35 y 36, TIENE UN 30% DE FINOS, Y EL RESTO, ES DECIR EL 70% (EN PESO) ES MATERIAL GRUESO, GRANULAR FRICCIONANTE. ÉSTO NOS ESCLARECE UN POCO MÁS LA IDEA DEL EQUIPO.

- C).- EN LOS INCISOS ANTERIORES SE HABLABA DE LA "HUMEDAD ÓPTIMA DE COMPACTACIÓN". PARA LOGRAR OBTENER ESTA HUMEDAD EN EL MATERIAL ES NECESARIO CONOCER LA HUMEDAD DEL LUGAR, ES DECIR DEL MATERIAL EN EL BANCO, Y EN BASE A ELLA CALCULAR LA HUMEDAD NECESARIA PARA INCORPORARLE O QUITARLE SEGÚN LE FALTE O LE SOBRE. ÉSTO ES IMPORTANTE PARA EL PROCEDIMIENTO YA QUE DETERMINARÁ EL TRATAMIENTO A DÁRSELE AL MATERIAL Y EL EQUIPO MÁS CONVENIENTE.

LA HUMEDAD DEL MATERIAL EN EL BANCO ERA DEL 6% EN PROMEDIO.

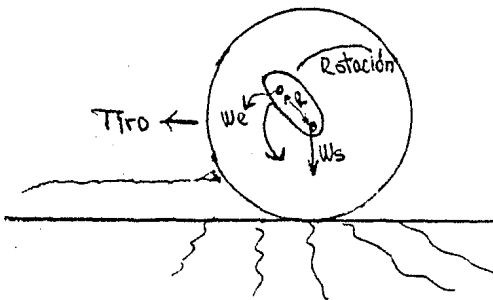
- D).- EL ASPECTO ECONÓMICO ES SIN LUGAR A DUDAS Y CASI SIEMPRE EL FACTOR QUE VIENE A DETERMINAR LA MAYORÍA DE ACTIVIDADES DE CUALQUIER COSA. DE TAL MANERA QUE PARA NUESTRO CASO LO ESENCIAL ERA PUES CONJUGAR LOS TRES FACTORES PRINCIPALES ANTERIORES PARA DETERMINAR ASÍ EL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO MÁS ECONÓMICO.

ESTE SE DESCRIBE EN SEGUIDA:

POR EL ESPESOR DE LA CAPA Y EL TIPO DE MATERIAL SE CONVINO EN UN COMPACTADOR VIBRATORIO DE RODILLO LISO. EN LAS PÁGINAS SIGUIENTES SE HABLA DE UNA MANERA SENCILLA SOBRE EL FUNCIONAMIENTO, CARACTERÍSTICAS Y VENTAJAS DE ESTOS COMPACTADORES.

EL COMPACTADOR VIBRATORIO DE RODILLO LISO:

EL PROCESO DE COMPACTACIÓN UTILIZANDO ESTOS RODILLOS VIBRATORIOS TIENE LA VENTAJA DE QUE AL AGREGAR VIBRACIÓN AL PESO ESTÁTICO DEL RODILLO COMÚN AUMENTA LA PROFUNDIDAD DEL ESFUERZO COMPACTADOR YA QUE CON EL IMPACTO SE LOGRA QUE EL ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA DE LOS MATERIALES TIENDA A CERO. ESTO SIGNIFICA QUE SE PUEDEN COLOCAR Y COMPACTAR CAPAS MÁS GRUESAS DE MATERIAL SUELTO, SIN EMBARGO, ESTO NO SE APLICA PRINCIPALMENTE A LOS MATERIALES COHESIVOS, SINO A LOS GRANULADOS. EL DISEÑO NO CONSISTE SIMPLEMENTE EN AGREGAR UNO O MÁS PESOS DE ROTACIÓN EXCÉNTRICA AL EJE DEL TAMBOR; VÉASE LA FIGURA SIGUIENTE:



W_e = Peso excéntrico
 W_s = Peso estático.

EL PESO W_e APLICA UNA FUERZA CENTRÍFUGA CON RESPECTO AL CENTRO DEL TAMBOR Y QUE SE HACE MÁXIMA CUANDO ACTÚA Y LLEGA HACIA ABAJO, LUGAR EN EL CUAL SE SUMA CON EL PESO ESTÁTICO, PRODUCIENDO LA COMPACTACIÓN MÁS PROFUNDA.

LA FUERZA CENTRÍFUGA PUEDE CALCULARSE DEL SIGUIENTE MODO:

$$F = m \frac{v^2}{R} = \frac{W_e \cdot R N^2}{35,200}$$

DONDE:

$M =$ MASA DEL PESO EXCÉNTRICO (W_e/g)

$W_e =$ PESO DEL EXCÉNTRICO, EN LIBRAS

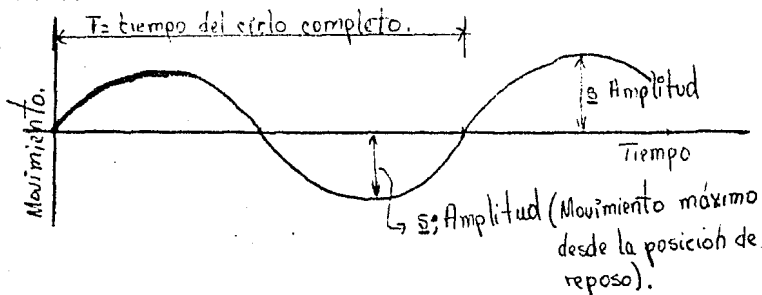
$V =$ VELOCIDAD DE ROTACIÓN, EN PULG/SEG.

$R =$ EXCENTRICIDAD DE W_e , EN PULG.

$N =$ REVOLUCIONES DE W_e , EN R.P.M.

EN LA ECUACIÓN ANTERIOR PODEMOS VER QUE LA FUERZA CENTRÍFUGA F LA PODEMOS HACER VARIAR VARIANDO N . ESTE TÉRMINO DESCRIBE LA FRECUENCIA DE LAS OSCILACIONES QUE PRODUCEN LA VIBRACIÓN Y SU VALOR TIENE GRAN INFLUENCIA EN EL EFECTO COMPACTADOR.

GRÁFICAMENTE, ESTAS OSCILACIONES QUEDAN REPRESENTADAS POR LA ONDA SINUSOIDE (TIEMPO/MOVIMIENTO) DE VIBRACIÓN SIGUIENTE:



LA AMPLITUD DE LA VIBRACIÓN DEL RODILLO DEPENDE DE LAS MASAS DEL PESO EXCÉNTRICO Y DEL CILINDRO COMPLETO DEL TAMBOR.

SE TIENE UNA FRECUENCIA "RESONANTE" O "NATURAL" CUANDO LA AMPLITUD DE VIBRACIÓN DEL COMPACTADOR ES IGUAL A LA AMPLITUD DEL TERRENO; Y ESTA FRECUENCIA ES LA MÁS DESEABLE, DE TAL MANERA QUE ES LA QUE SIEMPRE SE DEBE BUSCAR PARA UTILIZAR ÓPTIMAMENTE LA MÁQUINA. CADA SISTEMA VIBRADOR-SUELO, Y DEPENDIENDO DEL SUELO, TIENE UNA FRECUENCIA RESONANTE DIFERENTE QUE DEBE OBTENERSE POR PRUEBAS DE CAMPO, MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE UN MEDIDOR DE VIBRACIONES INSTALADO EN EL COMPACTADOR O POR MEDIO DE LA EXPERIENCIA.

LA COMPACTACIÓN QUE SE EFECTÚA MEDIANTE UN COMPACTADOR VIBRATORIO, DEPENDE DEL BUEN EQUILIBRIO ENTRE SU PESO ESTÁTICO Y

EL EFECTO DINÁMICO DE LAS VIBRACIONES. PARA LOGRAR UNA ADECUADA COMPACTACIÓN, EL COMPACTADOR NO DEBE PASAR MUY RÁPIDO YA QUE ESTO SE TRADUCE EN UN MAYOR NÚMERO DE PESADAS, LAS PROFUNDIDADES A LAS QUE SE PUEDE ESPERAR UNA COMPACTACIÓN EFECTIVA ESTÁN COMPRENDIDAS ENTRE 20 Y 40 CM.

VEMOS PUES QUE ESTA MÁQUINA NOS RESOLVERÁ EL PROBLEMA DE LA COMPACTACIÓN PRESENTADO POR LOS INCISOS A) Y B) Y QUE INVARIABLEMENTE, Y DEBIDO A SU ALTO RENDIMIENTO REPERCUTIRÁ EN EL INCISO D).

SIN EMBARGO NO ES CONVENIENTE COMPACTAR SOLAMENTE CON VIBRACIÓN ESTOS MATERIALES YA QUE PUEDE OCASIONAR FRACTURACIÓN DE LOS MATERIALES GRUESOS DEFORMANDO ASÍ LA CURVA GRANULOMÉTRICA INICIAL Y POR ENDE AUMENTANDO LOS FINOS Y HACIÉNDOSE MÁS INESTABLE LA CAPA, POR ESTA RAZÓN ES NECESARIO DISPONER DE EQUIPO DE COMPACTACIÓN PARA "AMASADO" Y PRESIÓN ESTÁTICA, ES ASÍ COMO SE HACE NECESARIA LA PRESENCIA DE UN RODILLO PESADO PARA LA "PRESIÓN ESTÁTICA" Y UN COMPACTADOR DE NEUMÁTICOS PARA EL "AMASADO", UN COMPACTADOR DUO-FACTOR DEBIDAMENTE LASTRADO RESUELVE NUESTRO PROBLEMA.

DE PRUEBAS DE COMPACTACIÓN HECHAS AL MATERIAL PARA SUB-RASANTE EN EL LABORATORIO SE PUDO CONOCER QUE LA HUMEDAD ÓPTIMA ERA DEL ORDEN DE 13.0% Y EL PESO VOLUMÉTRICO MÁXIMO ESPERADO PARA EL 95% DE COMPACTACIÓN (PORTER) ERA DE 1900 KG/M³ EN PROMEDIO.

COMO LA HUMEDAD NATURAL DEL MATERIAL EN EL BANCO ES DE 6.0% NOS DAMOS CUENTA DE LA NECESIDAD DE AGREGARLE OTRO 7.0%. POR LO TANTO SE NOS HACE IMPRESCINDIBLE LA UTILIZACIÓN DE UNA PIPA DE AGUA.

ESTA INCORPORACIÓN DE LA HUMEDAD HASTA LOGRAR LA ÓPTIMA, SE HARÁ POR CAPAS DELGADAS Y MEZCLÁNDOSE EL MATERIAL DEBIDAMENTE HASTA LOGRAR LA HOMOGENEIZACIÓN, NO SE PODRÁ TENDER SINO HASTA HABER OBTENIDO LO ANTERIOR, VAMOS VISLUMBRANDO PUES EL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO UTILIZADO PARA LA ELABORACIÓN DE LA CAPA SUB-RASANTE.

UN ELEMENTO QUE ES IMPORTANTE CONSIDERAR ES EL FACTOR DE ABUNDAMIENTO YA QUE EL ACARREO Y EL TIRO DE MATERIAL —EN CUANTO A DISTANCIA ENTRE MONTONES SE REFIERE— SE VEN AFECTADOS POR EL MISMO. DE PRUEBAS DE LABORATORIO SE OBTUVO UN ABUNDAMIENTO DE 1.24.

POR ESTE ABUNDAMIENTO TENEMOS QUE LA CAPA DE SUB-RASANTE EN SU ESTADO SUELTO DESPUÉS DEL TENDIDO TENDRÁ QUE SER DE 30 CM X 1.24 = 37.2 CM., LO CUAL ES UN ESPESOR QUE ANDA POR

LOS LÍMITES RECOMENDABLES PARA LA COMPACTACIÓN, AUN USÁNDOSE EL RODILLO LISO VIBRATORIO.

ADEMÁS LA DISTANCIA DE TIRO ENTRE MONTONES SERÍA DE:

CONSIDERANDO QUE PARA EL ACARREO SE UTILIZARON LOS CAMIONES DE VOLTEO DE LA UNIÓN DE CAMIONES DE LA C.T.M. DE LA REGIÓN, CUYA CAPACIDAD ES DE 6M³ SUELTOS:

TENEMOS ENTONCES QUE:

$$D = \frac{6 \text{ M}^3}{8 \text{ M} \times 0.372} = 2.01 \text{ M.}$$

ESTA DISTANCIA Y EL VOLUMEN TAN CONSIDERABLE QUE TENDRÍAN QUE MANEJAR LAS MOTOCONFORMADORAS PARA SU MEZCLADO, ADEMÁS DE LOS PROBLEMAS DE COMPACTACIÓN MENCIONADOS MÁS ARRIBA, DETERMINARON, O MÁS BIEN DICHO APOYARON LA DECISIÓN DE CONSTRUIR LA SUB-RASANTE EN DOS CAPAS DE 18.6 CM. SUELTOS CADA UNA, PARA OBTENER 15 CM. COMPACTOS POR CAPA; CLARO ESTÁ QUE DEBIDAMENTE LIGADAS LAS DOS PARA OBTENER UNA SOLA DE 30 CM COMPACTOS.

EL PROCESO FUE ENTONCES EL SIGUIENTE: SE TIRABAN MONTONES DE 6M³ DE MATERIAL DE CADA 4 M DE DISTANCIA EN UN ALA DEL CAMINO Y EN LONGITUDES DE 1 A 3 KM. EN SEGUIDA DOS MOTOCONFORMADORAS EFECTUABAN EL PROCESO DE ACAMELLONAMIENTO TOMANDO TRAMOS DE 1 KM. POR DÍA. ESTA DECISIÓN SE APOYA EN LO SIGUIENTE:

DE EXPERIENCIAS DE LOS CONTRATISTAS, EN ESTE TIPO DE MATERIAL, EL EQUIPO DE COMPACTACIÓN DE QUE DISPONÍAN, Y QUE ERA UN RODILLO LISO VIBRATORIO, UN DUO-PACTOR Y UNA CAJA NEUMÁTICA JALADA POR UN TRACTOR AGRÍCOLA, TENÍA UN RENDIMIENTO PROMEDIO DE 180 M³/HORA. UNA MOTOCONFORMADORA CAT 120 B MEZCLABA Y TENDÍA 90 M³/HORA. DE TAL MANERA QUE ERA NECESARIO UTILIZAR DOS MOTOCONFORMADORAS PARA QUE EL EQUIPO ESTUVIERA EQUILIBRADO, Y DE ESTA MANERA GARANTIZAR EL RENDIMIENTO ÓPTIMO DEL MISMO.

DEPUÉS DEL ACAMELLONAMIENTO VENÍA EL PROCESO DE HUMEDIFICACIÓN, PARA LO CUAL FUE NECESARIA TAMBIÉN LA UTILIZACIÓN DE UNA PIPA POR LO SIGUIENTE:

HABÍA QUE INCORPORAR EL 7.0% DE HUMEDAD A 1488 M³ SUELTOS, ES DECIR ESTA CANTIDAD RESULTA DE MULTIPLICAR 1000MX8MX0.186 M., PARA LO CUAL EL VOLUMEN DE AGUA SERÁ ENTONCES DE:

$$1488 \text{ M}^3 \times 0.070 = 104.16 \text{ M}^3 \text{ DE AGUA}$$

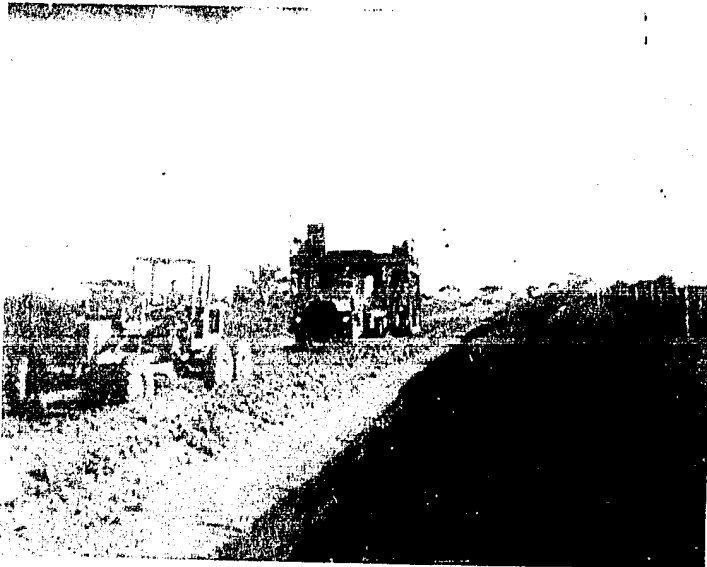
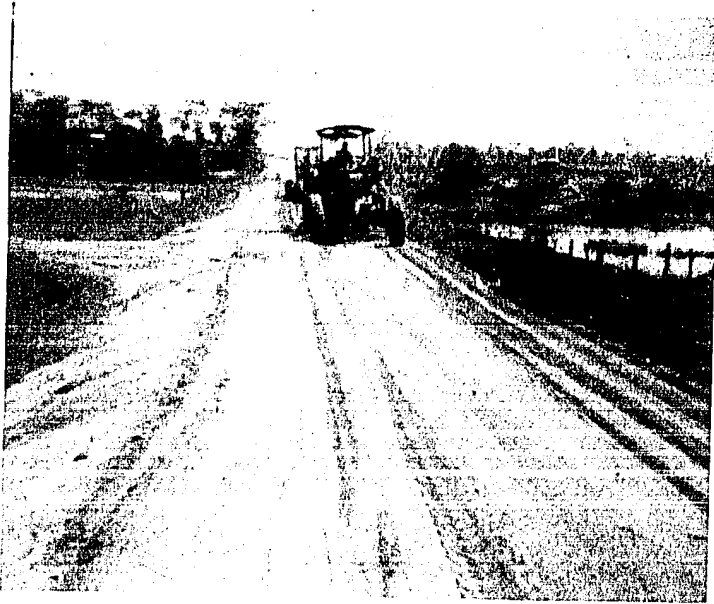
LA CAPACIDAD DE LA PIPA ERA DE 10 M³ POR LO QUE LA PIPA TIRA-

BA 10.4 VIAJES POR DÍA, ES DECIR TENÍA UN RENDIMIENTO DE 13M³ DE AGUA/HORA. LA PIPA TENÍA UNA BOMBA DE AGUA DE 2" DE CAPACIDAD INTEGRADA AL EQUIPO Y LA DISTANCIA DE ACARREO DEL AGUA SE PODÍA CONSIDERAR EN PROMEDIO DE 4 KM.

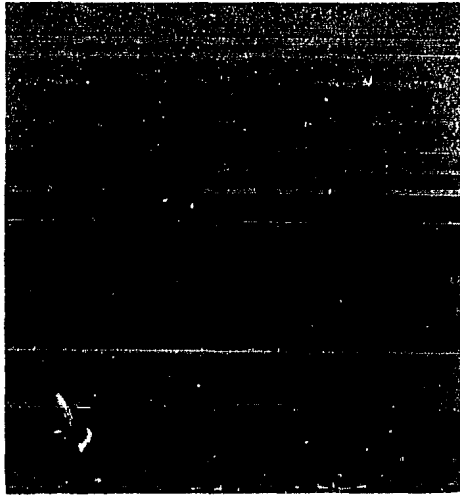
UNA VEZ HOMOGENIZADA LA HUMEDAD, SE PROCEDÍA AL TENDIDO Y AFINAMIENTO DE LA CAPA, BUSCANDO SIEMPRE QUE NO HUBIERA SEGREGACIÓN DE LOS MATERIALES GRUESOS, SE RETIRABAN LAS MOTOCONFORMADORAS Y EL PROCESO DE COMPACTACIÓN ERA EL SIGUIENTE: EL DUO-FACTOR ERA EL PRIMER EQUIPO QUE ENTRABA, PERO LO HACÍA EN REVERSA Y UTILIZANDO SOLAMENTE EL RODILLO LISO, ÉSTO SE HACÍA SOLAMENTE EN LA PRIMERA PASADA Y COMENZANDO DE LOS HOMBROS AL CENTRO PARA DARLE UNA DENSIFICADA INICIAL AL MATERIAL Y ASÍ ÉSTE FUERA CAPAZ DE SOPORTAR LA VIBRACIÓN DEL RODILLO VIBRATORIO, QUE ERA EL EQUIPO QUE ENTRABA DESPUÉS DEL DUO-FACTOR, SIN PRESENTAR DESPLAZAMIENTOS DE MATERIAL, SINO AL CONTRARIO APROVECHAR EL IMPACTO Y LOGRAR EL ÓPTIMO DE SU DENSIFICACIÓN, EN UN MÍNIMO DE TIEMPO. ASÍ PUES, Y REPITIENDO, EL RODILLO LISO VIBRATORIO ERA LA MÁQUINA QUE PRÁCTICAMENTE LE DABA EL TOTAL DE DENSIFICACIÓN O COMPACTACIÓN AL MATERIAL. ÉSTO LO LOGRABA CON CUATRO PASADAS, ENSEGUIDA VOLVÍA A ENTRAR EL DUO-FACTOR PERO AHORA UTILIZANDO TANTO EL RODILLO LISO COMO EL NEUMÁTICO EN FORMA COMBINADA PARA UNIFORMIZAR LA COMPACTACIÓN Y DARLE UNA PRESENTACIÓN O TEXTURA ADECUADA A LA SUPERFICIE, LA CAJA NEUMÁTICA TENÍA COMO FUNCIÓN PRINCIPALMENTE COMPACTAR LOS HOMBROS DE LA CAPA, TRABAJO QUE SE LE FACILITA A ESTE EQUIPO POR SU DISEÑO Y QUE LE PERMITE BAJAR UNA O DOS LLANTITAS A RODAR PROPIAMENTE POR EL TALUD DE LA CAPA EN COMPACTACIÓN.

PARA LA SIGUIENTE CAPA (DE 18.6 CM) DE LA SUB-RASANTE SE UTILIZÓ EL MISMO PROCEDIMIENTO QUE PARA LA PRIMERA, CON LA ÚNICA DIFERENCIA DE QUE ANTES DE TENDERLA SE LE DABA UNA LIGERA ESCARIFICADA LONGITUDINAL A LA SUPERFICIE DE LA ANTERIOR CAPA Y UN RIEGO SUPERFICIAL DE AGUA CON EL OBJETO DE LOGRAR UNA MEJOR LIGA ENTRE LAS DOS CAPAS, HECHO QUE ES IMPORTANTE PARA SU MEJOR FUNCIONAMIENTO DENTRO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO.

EN LAS SIGUIENTES PÁGINAS PUEDEN OBSERVARSE ALGUNAS FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO CONSTRUCTIVO Y ALGUNOS RESULTADOS DE PRUEBAS DE COMPACTACIÓN HECHAS A LA CAPA SUB-RASANTE.



SUB-RASANTE EN EL PROCESO. DE MEZCLADO



COMPACTACION DE LA SUB-RASANTE

COMPACTACION DE PROYECTO 95 % .

ENSAJE Núm	UBICACION		ALTURA DE ESPESOR DE LA CAPA Cm		ANCHO CAPA Cm	DESC VOLUMEN Kg/m		HUMEDAD %		COMPAC- TACION %
	ESTACION	LADO	ACTUAL	PROYECT		del Lugar	del Lugar			
3972	5+100	D	30.0	30.0	8.20	1830	1880	12.5	8.8	97.0
3973	"	J	"	"	"	"	1860	"	10.3	96.0
3974	"	C	"	"	"	"	1840	"	9.6	95.0
3975	5+200	D	"	"	"	"	1850	"	11.3	95.5
3976	"	C	"	"	"	"	1840	"	10.0	95.8
3977	"	I	"	"	"	"	1870	"	9.4	96.5
3978	5+300	D	"	"	"	1850	1760	16.5	9.3	95.0
3979	"	C	"	"	"	"	1790	"	10.4	96.5
3980	"	I	"	"	"	"	1770	"	6.5	95.5
3981	5+400	D	"	"	"	"	1760	"	11.4	95.0
3982	"	C	"	"	"	"	1800	"	8.8	97.0
3983	"	I	"	"	"	"	1780	"	9.3	96.0
3984	5+500	D	"	"	"	1780	1710	16.0	11.8	95.5
3985	"	C	"	"	"	"	1730	"	9.3	96.5
3986	"	I	"	"	"	"	1700	"	8.4	95.0
3987	5+600	D	"	"	"	"	1710	"	10.5	95.5
3988	"	C	"	"	"	"	1720	"	9.3	96.0
3989	"	I	"	"	"	"	1740	"	10.9	97.0
3990	5+700	D	"	"	"	1830	1750	15.0	6.5	95.5
3991	"	C	"	"	"	"	1780	"	8.8	97.0
3992	"	I	"	"	"	"	1740	"	10.3	95.0
3993	5+800	D	"	"	"	"	1760	"	9.5	96.0
3994	"	C	"	"	"	"	1740	"	10.0	95.0
3995	"	I	"	"	"	"	1750	"	9.0	95.5
3996	5+900	D	"	"	"	1810	1760	15.5	10.3	97.0
3997	"	C	"	"	"	"	1730	"	9.3	95.5
3998	"	I	"	"	"	"	1770	"	8.8	97.5
3999	5+950	D	"	"	"	"	1720	"	11.4	95.0
4000	"	C	"	"	"	"	1750	"	10.5	96.5
4001	"	I	"	"	"	"	1730	"	9.9	95.5

OBSERVACIONES LOS PORCIENOS DE COMPACTACION OBTENIDOS SE CONSIDERAN
ACEPTABLES DE ACUERDO AL DE PROYECTO.

CANTON	RELACION	CATEGORIA	VALOR DE LA CANTONAL		VALOR DE LA CANTONAL	VALOR DE LA CANTONAL	VALOR DE LA CANTONAL		VALOR DE LA CANTONAL	
			1950	1951			1952	1953		
1713	6-100	D	30.0	30.0	3.00	1800	1730	16.5	10.3	95.5
1714	"	C	"	"	"	"	1740	"	9.0	96.5
1715	"	I	"	"	"	"	1719	"	10.4	95.0
1716	6-200	E	"	"	"	"	1750	"	6.5	92.0
1717	"	B	"	"	"	"	1716	"	9.0	95.0
1718	"	H	"	"	"	"	1730	"	11.4	90.0
1719	6-300	D	"	"	"	1250	1790	16.0	11.5	91.5
1720	"	E	"	"	"	"	1690	"	10.2	95.5
1721	"	F	"	"	"	"	1710	"	10.7	92.0
1722	6-400	B	"	"	"	"	1696	"	11.6	96.8
1723	"	C	"	"	"	"	1690	"	11.8	95.0
1724	"	H	"	"	"	"	1730	"	7.9	95.5
1725	6-500	D	"	"	"	1200	1670	16.5	11.5	96.0
1726	"	E	"	"	"	"	1710	"	11.4	96.0
1727	"	F	"	"	"	"	1711	"	11.3	95.0
1728	6-600	D	"	"	"	"	1690	"	11.6	96.0
1729	"	H	"	"	"	"	1708	"	11.4	96.0
1730	"	C	"	"	"	"	1710	"	11.9	96.0
1731	6-700	D	"	"	"	1250	1710	14.5	11.4	97.0
1732	"	H	"	"	"	"	1710	"	11.5	96.0
1733	"	E	"	"	"	"	1740	"	11.0	95.5
1734	6-800	D	"	"	"	"	1750	"	11.0	96.0
1735	"	C	"	"	"	"	1766	"	10.5	96.5
1736	"	H	"	"	"	"	1740	"	10.7	96.5
1737	6-900	D	"	"	"	1250	1696	19.0	10.3	96.0
1738	"	C	"	"	"	"	1720	"	11.0	96.0
1739	"	H	"	"	"	"	1740	"	11.4	97.0
1740	7-000	C	"	"	"	"	1719	"	11.8	95.5
1741	"	I	"	"	"	"	1730	"	12.6	96.5
1742	"	I	"	"	"	"	1730	"	12.0	95.0

OBSERVACIONES

CONTINUA EN LA HOJA.- B-1 No. 14.

COMPACTACION DE PROYECTO 95.0 %

PASE NUM	UBICACION		ALTURA O ESPESOR DE LA CAPA ACTUAL	ESPESOR PROYECTO	ANCHO CAPA Cm	PESOS MAX	PESOS MIN	COMPACTACION %		COMPACTACION %
	ESTACION	LADO						ACTUAL	del DOP	
5743	7+100	D	30.0	30.0	8.00	1750	1660	17.5	10.5	96.0
5744	"	C	"	"	"	"	1690	"	11.4	96.5
5745	"	I	"	"	"	"	1660	"	9.8	95.0
5746	7+200	D	"	"	"	"	1670	"	10.9	95.5
5747	"	C	"	"	"	"	1630	"	11.8	96.0
5748	"	I	"	"	"	"	1700	"	10.0	97.0
5749	7+300	D	"	"	"	1780	1690	15.5	8.9	95.0
5750	"	C	"	"	"	"	1710	"	12.6	96.0
5751	"	I	"	"	"	"	1730	"	11.8	97.0
5752	7+400	D	"	"	"	"	1700	"	10.5	95.5
5753	"	C	"	"	"	"	1720	"	11.4	96.5
5754	"	I	"	"	"	"	1670	"	9.8	95.0
5755	7+500	D	"	"	"	1810	1740	15.5	11.4	96.0
5756	"	C	"	"	"	"	1720	"	10.5	95.0
5757	"	I	"	"	"	"	1750	"	9.9	96.5
5758	7+600	D	"	"	"	"	1730	"	10.0	95.5
5759	"	C	"	"	"	"	1740	"	11.0	96.0
5760	"	I	"	"	"	"	1720	"	12.0	95.0
5761	7+700	D	"	"	"	1790	1710	16.0	11.8	95.5
5762	"	C	"	"	"	"	1730	"	19.5	96.5
5763	"	I	"	"	"	"	1700	"	10.6	95.0
5764	7+800	D	"	"	"	"	1720	"	9.5	96.0
5765	"	C	"	"	"	"	1710	"	13.0	95.5
5766	"	I	"	"	"	"	1740	"	12.7	97.0
5767	7+900	D	"	"	"	1760	1680	16.5	13.9	95.5
5768	"	C	"	"	"	"	1700	"	14.3	96.3
5769	"	I	"	"	"	"	1650	"	12.1	96.0
5770	8+000	D	"	"	"	"	1670	"	10.4	95.0
5771	"	C	"	"	"	"	1690	"	10.9	96.0
5772	"	I	"	"	"	"	1700	"	11.6	96.5

OBSERVACIONES LOS PORCENTAJES DE COMPACTACION OBTENIDOS SE CONSIDERAN ACEPTABLES.

TRAMO: TULIPAN.

COMPACTACION DE PROYECTO 95.0 %

ENSAYE NUM	UBICACION		ALTURA O ESPESOR DE LA CAPA CM		ANCHO CAPA CM	PESO VOLUMEN KG/M ³		HUMEDAD %		COMPACTACION %
	ESTACION	LADO	ACTUAL	PROYECTO		MAXIMO	SECCION	OPTIMA	del Lugar	
5773	B+100	D	30.0	30.0	8.00	1730	1650	17.5	13.5	95.0
5774	"	C	"	"	"	"	1670	"	12.6	96.5
5775	"	I	"	"	"	"	1690	"	14.4	97.5
5776	B+200	D	"	"	"	"	1670	"	11.4	95.5
5777	"	C	"	"	"	"	1650	"	12.3	95.0
5778	"	I	"	"	"	"	1680	"	10.8	97.0
5779	B+300	D	"	"	"	1770	1700	16.5	13.3	96.0
5780	"	C	"	"	"	"	1710	"	11.8	96.6
5781	"	I	"	"	"	"	1680	"	10.6	95.0
5782	B+400	D	"	"	"	"	1690	"	11.6	95.5
5783	"	C	"	"	"	"	1700	"	13.1	96.6
5784	"	I	"	"	"	"	1680	"	14.0	95.0
5785	B+500	D	"	"	"	1750	1660	17.0	12.6	95.0
5786	"	C	"	"	"	"	1680	"	11.4	96.0
5787	"	I	"	"	"	"	1660	"	10.8	95.0
5788	B+600	D	"	"	"	"	1690	"	10.8	96.5
5789	"	C	"	"	"	"	1670	"	13.1	95.5
5790	"	I	"	"	"	"	1620	"	17.8	96.0
5791	B+700	D	"	"	"	1780	1710	15.5	15.0	96.0
5792	"	C	"	"	"	"	1690	"	11.6	95.0
5793	"	I	"	"	"	"	1700	"	12.8	95.5
5794	B+800	D	"	"	"	"	1720	"	11.2	95.5
5795	"	C	"	"	"	"	1990	"	10.5	95.0
5796	"	I	"	"	"	"	1710	"	11.0	96.0
5797	B+900	D	"	"	"	1790	1730	16.0	10.5	96.5
5798	"	C	"	"	"	"	1700	"	12.6	95.0
5799	"	I	"	"	"	"	1710	"	11.4	95.5
5800	9+00	D	"	"	"	"	1730	"	10.6	96.5
5801	"	C	"	"	"	"	1720	"	11.0	96.0
5802	"	I	"	"	"	"	1700	"	12.3	95.0

OBSERVACIONES

CONTINUA EN LA HOJA.- B-1

Nº. 16.

EL LABORATORISTA

C. JESUS M. HERNANDEZ ROCALES.

J.A.

EL RESPONSABLE DE LABORATORIO

C. HERNANDEZ ROCALES

FRAC: TULIPAN.

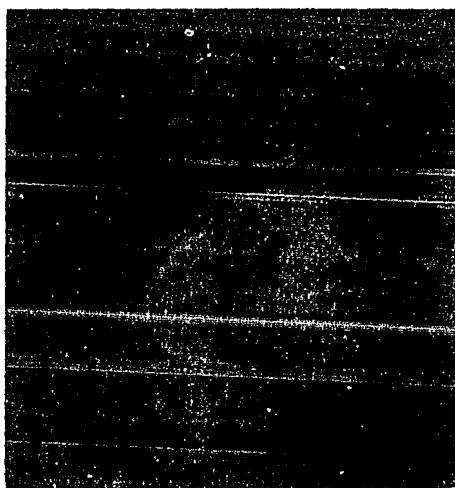
COMPACTACION DE PROYECTO 95.0 %.

ENSAJE NUM	ESTACION		ALTURA ESPESOR DE LA CAVA Cm		ANCHO CAFA Cm	PESOS VOLUMENES MAXIMO del Cava		MEDIDAS %		COMPACTACION %
	ESTACION	CLASO	ACTUAL	PROYECTO		DEBIDA	del Lugar	DEBIDA	del Lugar	
5803	9+100	D	30.0	30.0	8.00	1820	1740	14.5	13.5	95.5
5804	"	C	"	"	"	"	1760	"	15.0	96.5
5805	"	I	"	"	"	"	1730	"	14.6	95.0
5806	9+200	D	"	"	"	"	1770	"	12.8	97.0
5807	"	C	"	"	"	"	1730	"	11.0	95.0
5808	"	I	"	"	"	"	1750	"	10.6	96.0
5809	9+300	D	"	"	"	1780	1700	15.5	12.6	91.0
5810	"	C	"	"	"	"	1720	"	11.4	96.5
5811	"	I	"	"	"	"	1690	"	10.0	95.0
5812	9+400	D	"	"	"	"	1700	"	10.8	95.5
5813	"	C	"	"	"	"	1710	"	10.5	96.0
5814	"	I	"	"	"	"	1730	"	11.6	97.0
5815	9+500	D	"	"	"	1850	1760	16.5	12.6	95.0
5816	"	C	"	"	"	"	1780	"	11.8	96.0
5817	"	I	"	"	"	"	1790	"	10.4	96.5
5818	9+600	D	"	"	"	"	1800	"	12.6	97.0
5819	"	C	"	"	"	"	1770	"	11.7	95.5
5820	"	I	"	"	"	"	1790	"	12.0	96.5
5821	9+700	D	"	"	"	1930	1850	12.5	9.5	95.5
5822	"	C	"	"	"	"	1880	"	10.1	97.0
5823	"	I	"	"	"	"	1860	"	11.3	95.0
5824	9+800	D	"	"	"	"	1840	"	10.0	95.0
5825	"	C	"	"	"	"	1860	"	9.8	96.0
5826	"	I	"	"	"	"	1840	"	10.1	95.0
5827	9+900	D	"	"	"	1790	1710	16.0	12.8	95.5
5828	"	C	"	"	"	"	1730	"	11.4	96.5
5829	"	I	"	"	"	"	1700	"	10.8	95.0
5830	10+000	D	"	"	"	"	1710	"	13.6	95.5
5831	"	C	"	"	"	"	1720	"	12.9	96.0
5832	"	I	"	"	"	"	1700	"	10.9	95.0

OBSERVACIONES LOS PORCIENTOS DE COMPACTACION OBTENIDOS SE CONSIDERAN ACEPTABLES .

EL LABORATORISTA
C. JESUS M. HERNANDEZ ROSALES.

p. d. EL PRESIDENTE DE LABORATORIO
C. ELEAZAR PEREZ RUIZ DAMIAN.



TERRACERIAS AFINADAS Y COMPACTADAS

1.5.- ANÁLISIS DE LOS COSTOS DE LA CAPA SUB-RASANTE.
(UNIDAD M³ COMPACTO)

<u>C O N C E P T O</u>	<u>UNIDAD</u>	<u>PARCIAL</u>	<u>P.U.</u>
A) EXTRACCIÓN Y CARGA DE MATERIAL; SE USARÁ UN CARGADOR FRONTAL DE ORUGAS CATERPILLAR MOD. 955L DE 130 HP Y 2½ YD ³ DE CAPACIDAD.			
COSTO HORARIO = \$ 6,407.88/HR			
RENDIMIENDO = 90 M ³ /HR			
CARGO = $\frac{\$6,407.88/\text{HR} \times 1.25 \text{ ABUND.}}{90 \text{ M}^3/\text{HR.}}$	M ³	89.00	
B) ACARREO DEL MATERIAL; TARIFA EXISTENTE EN LA REGIÓN:			
a) 1er.Km= \$ 57.06			
b) Kms.SUB-SEC. HASTA 20=\$18.86			
SE ANALIZARÁ PARA EL CENTRO DE GRAVEDAD DEL CAMINO EL CUAL SE LOCALIZA EN EL KM.			
$\frac{38.4}{2} = 19 + 200$			
EL BANCO SE LOCALIZA EN EL KM.14+000 CON 100 MTS. DE DESVIACIÓN DERECHA. DIST. DE ACARREO= 6.2 KM; SUBE A 7.0 KM.			
CARGO = $(\$57.06/\text{M}^3 + \$18.86/\text{M}^3 \text{Kmx}6.0 \text{ Km}) \times 1.24 \text{ ABUND} = \$ 212.77/\text{M}^3$	M ³	212.77	
C) MEZCLADO, TENDIDO Y COMPACTACIÓN DEL MATERIAL PARA LA FORMACIÓN DE LA SUB-RASANTE. SE UTILIZARÁ EL SIG. EQUIPO:			
DOS MOTOCONFORMADORAS CAT 120 B			
COSTO HORARIO = \$ 6.013.44/HR			
2 UNIDADES = \$ 6.013.44/HR x 2			
= <u>\$12.026.88</u>			
UNA PIPA; COSTO HORARIO= \$2.793.37/HR.			
UN RODILLO LISO VIBRATORIO DYNAPAC CA-25;			
COSTO HORARIO= \$3.306.84/HR.			

UN COMPACTADOR DUO-PACTOR

COSTO HORARIO= \$3,730.73/HR.

TRACTOR AGRÍCOLA Y CAJA NEUMÁTICA;

COSTO HORARIO= \$2,106.90/HR.

COSTO HORARIO TOTAL DEL CONJUNTO;

= \$23,964.72/HR.

RENDIMIENTO DEL EQUIPO = 180 M³/HR.

CARGO = $\frac{\$ 23,964.72/\text{HR.}}{180 \text{ M}^3/\text{HR.}}$;

	M ³	133.14	
	<hr/>		
COSTO DIRECTO	M ³	434.91	
38% INDIRECTOS + UTILIDAD		165.26	
P.U.	M ³		600.17

CAPITULO II

II.1.- LA SUB-BASE HIDRÁULICA.

LA SUB-BASE ES LA CAPA DE MATERIAL SELECTO Y DEBIDAMENTE TRATADO QUE EN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO SIRVE DE TRANSICIÓN ENTRE EL MATERIAL DE BASE, GENERALMENTE GRANULAR GRUESO Y EL DE LA SUB-RASANTE. LA SUB-BASE ACTÚA COMO FILTRO DE LA BASE E IMPIDE SU INCRUSTACIÓN EN LA SUB-RASANTE. DEBE TENER CAPACIDAD PARA ABSORBER CIERTAS DEFORMACIONES QUE PUDIERAN SER PERJUDICIALES A LAS TERRACERÍAS OCASIONANDO DEFORMACIONES PERMANENTES QUE SE REFLEJEN EN LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO DEL PAVIMENTO. ESTAS DEFORMACIONES PUDIERAN SER DEBIDO A CAMBIOS VOLUMÉTRICOS EN EL MATERIAL POR LA PRESENCIA DE AGUA; POR LO QUE LA SUB-BASE DEBE TENER PROPIEDADES DRENANTES. LA CAPACIDAD DRENANTE NOS LA PROPORCIONAN LOS VACÍOS QUE QUEDAN ENTRE LAS PARTÍCULAS GRUESAS DE LA SUB-BASE.

EN NUESTRO CASO, EL MATERIAL QUE SE ESTUDIÓ PARA ESTOS FINES CUMPLIÓ CON ESTOS REQUISITOS COMO LO VEREMOS MÁS ADELANTE.

OTRA FUNCIÓN DE LA SUB-BASE ES DE CARÁCTER ECONÓMICO, ES DECIR, SE DEBE SELECCIONAR EL MATERIAL DE TAL MANERA QUE TENGA UNA CALIDAD MENOR AL DE LA BASE Y MEJOR QUE EL DE LA SUB-RASANTE. ESTA MENOR CALIDAD QUE EL MATERIAL DE LA BASE, TRAE COMO CONSECUENCIA ESPESORES UN POCO MAYORES, PERO SIEMPRE SE DEBE EQUILIBRAR ESTA CUESTIÓN, CALIDAD-ESPESOR, PARA HACER DE ESTA CAPA UNA MÁS ECONÓMICA QUE LA BASE.

EN SEGUIDA SE DA UN BREVE BOSQUEJO SOBRE LAS CUALIDADES CONVENIENTES DE LOS MATERIALES QUE FORMAN LAS SUB-BASES.

II.2.- MATERIALES.

LAS CUALIDADES REQUERIDAS POR LOS MATERIALES DESTINADOS A CONSTITUIR UNA SUB-BASE HIDRÁULICA PARA PAVIMENTO FLEXIBLE SON LAS SIGUIENTES:

- A).- PRESENTAR UNA GRANULOMETRÍA CONVENIENTE, DE TAL MANERA, QUE LOS MATERIALES NO SE SEGREGUEN EN LAS SUCESIVAS MANIPULACIONES; CONSTITUIR UNA CAPA FÁCIL DE REGULIZAR, Y PRESENTAR POR ROZAMIENTO INTERNO UNA BUENA RESISTENCIA A LOS ESFUERZOS CON UN MÓDULO DE ELASTICIDAD ELEVADO.
- B).- ESTAR CONSTITUIDOS POR UN PETREO MÁS DURO Y RESISTENTE CUANTO MÁS ELEVADOS SEAN LOS ESFUERZOS EN LA CAPA CONSIDERADA, Y TAMBIÉN CUANTO MÁS REPETIDOS SEAN. NO TIENEN

QUE FRAGMENTARSE EN LA CAPA DE SUB-BASE POR EJEMPLO, EL PETREO DE MANERA INDEFINIDA, LLEGANDO A PRODUCIR FINOS QUE TRANSFORMAN UNA GRAVA EN ARENA, QUE ES MUCHO MENOS ESTABLE.

- c).- NO LLEVAR FINOS ARCILLOSOS, O DE LLEVARLOS, QUE NO SEAN PELIGROSOS Y SIEMPRE EN CANTIDAD PEQUEÑA.
- d).- PRESENTAR UNA COMPACTACIÓN ACEPTABLE, DE TAL MANERA QUE NO SEA MUY SENSIBLE A LOS CAMBIOS DE HUMEDAD.

EN LAS SIGUIENTES PÁGINAS SE PRESENTAN LOS RESULTADOS DE ENSAYOS DE CALIDAD PRACTICADOS A LOS MATERIALES QUE SE UTILIZARON EN LA SUB-BASE Y QUE SE EXTRAJERON DEL BANCO NO. 3

SI ANALIZAMOS LOS ANTERIORES RESULTADOS PODEMOS OBSERVAR QUE CUMPLEN CON LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN, INCISO 93-03.2, DE LA PARTE OCTAVA, LIBRO PRIMERO DE 1973, SOBRE LOS MATERIALES QUE SE EMPLEEN PARA SUB-BASES, A SABER:

- A).- DE GRANULOMETRÍA; LA CURVA GRANULOMÉTRICA DEL MATERIAL DEBERÁ QUEDAR COMPRENDIDA ENTRE EL LÍMITE INFERIOR DE LA ZONA 1 Y EL SUPERIOR DE LA ZONA 3, Y DEBERÁ ADOPTAR UNA FORMA SEMEJANTE A LOS DE LAS CURVAS QUE LIMITAN LAS ZONAS, SIN PRESENTAR CAMBIOS BRUSCOS DE PENDIENTE.

EL TAMAÑO MÁXIMO DE LAS PARTÍCULAS DEL MATERIAL NO DEBERÁ SER MAYOR DE CINCUENTA Y UN (51) MILÍMETROS (2"),

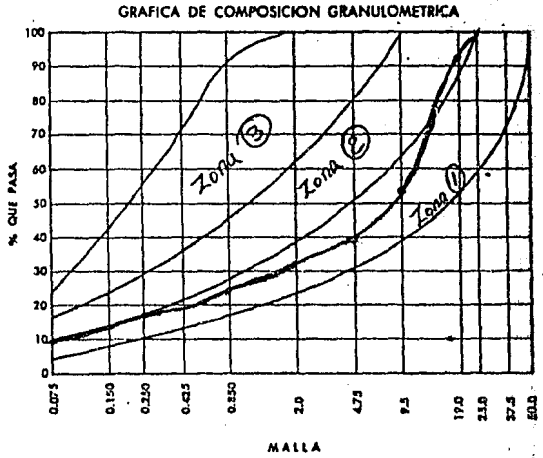
- B).- DE CONTRACCIÓN LINEAL, VALOR CEMENTANTE, VALOR RELATIVO DE SOPORTE Y EQUIVALENTE DE ARENA, LOS VALORES FIJADOS EN EL SIGUIENTE CUADRO.

CARACTERÍSTICAS	ZONAS EN QUE SE CLASIFICA EL MATERIAL DE ACUERDO CON SU GRANULOMETRÍA		
	1	2	3
CONCENTRACIÓN LINEAL EN PORCIENTO.	6.0 MÁX.	4.5 MÁX.	3.0 MÁX
VALOR CEMENTANTE PARA MATERIALES REDONDEADOS Y LISOS, EN KG/CM ² .	3.5 MÍN.	3.0 MÍN.	2.5 MÍN
VALOR RELATIVO DE SOPORTE ESTÁNDAR SATURADO EN POR CIENTO.	50 MÍN.	50 MÍN.	50 MÍN
EQUIVALENTE DE ARENA EN PORCIENTO.	20 MÍN.	20 MÍN.	20 MÍN

SUB-BASE HIDRAULICA

P.E. SFCO SUELTO kg/m ³	1570
P.E.S. MAXIMO kg/m ³	2195
HUMEDAD OPTIMA %	5.5
P.E. DEL LUGAR kg/m ³	
HUMEDAD DEL LUGAR %	

COMPOSICION GRANULOMETRICA	MALLA % RETENIDO	
	EN 50.0	0
	EN 37.5	0
% QUE PASA		
50.0		
37.5		
25.0		100
19.0		92
9.5		54
4.75		39
2.00		31
0.85		24
0.425		19
0.250		16
0.150		13
0.075		10



V.R.S. (ESTANDAR) %	74.0
EXPANSION %	0.59
VALOR CFMENTANTE kg/cm ²	7.0
EQUIVALENTE DE ARENA %	22

PRUEBAS EN MAT. MAYOR QUE LA MALLA N.º 9.5	
ABSORCION %	1.31
DENSIDAD	2.60
DURABILIDAD	

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA N.º 0.425	
LIMITE LIQUIDO %	25.0
LIMITE PLASTICO %	17.0
INDICE PLASTICO %	8.0
EQUIV. HUAL DE CAMPO %	
CONTRACCION LINEAL %	4.2
CLASIFICACION SOP	

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

EL LABORATORISTA: *[Firma]*

EL JEFE DEL LABORATORIO: *[Firma]*

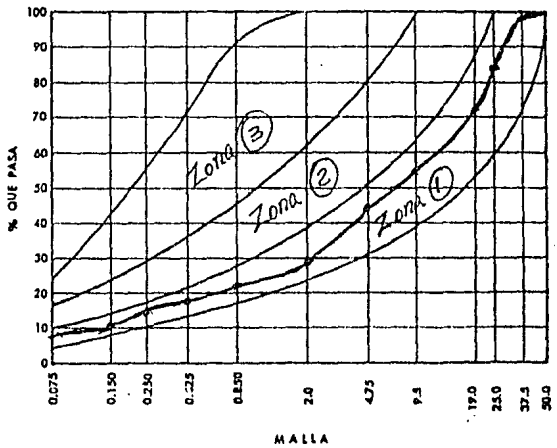
Va. No. _____

SUB-BASE HIDRAULICA

P.E. SECO SUELTO kg/m ³	1550	
P.E.S. MAXIMO kg/m ³	2175	
HÚMEDAD ÓPTIMA %	5.4	
P.E. DEL LUGAR kg/m ³		
HÚMEDAD DEL LUGAR %		

COMPOSICION GRANULOMETRICA	MALLA % RETENIDO	
	EN 50.0	0
EN 37.5	1	
	% QUE PASA	
50.0	100	
37.5	99	
25.0	84	
19.0	71	
9.5	55	
4.75	44	
2.00	28	
0.85	21	
0.425	17	
0.250	14	
0.150	10	
0.075	7	

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA



V.R.S. (ESTANDAR) %	57.0
EXPANSION %	0.35
VALOR CEMENTANTE kg/cm ³	8.8
EQUIVALENTE DE ARENA %	24

PRUEBAS EN MAT. MAYOR QUE LA MALLA N ^o 9.5	
ABSORCION %	1.26
DENSIDAD	2.58
DURABILIDAD	

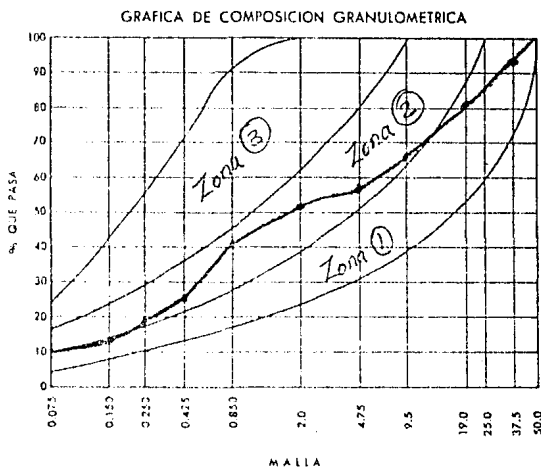
PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA N ^o 0.425	
LIMITE LIQUIDO %	18
LIMITE PLASTICO %	14.0
INDICE PLASTICO %	4.0
EQUIV. HUM. DE CAMPO %	1.9
CONTRACCION LINEAL %	
CLASIFICACION SOP	

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

EL LABORATORISTA	EL JEFE DEL LABORATORIO	Vc. Es.
------------------	-------------------------	---------

DATOS DEL MUESTRO	MATERIAL PARA CAPA DE: SUB-BASE <input checked="" type="checkbox"/> BASE <input type="checkbox"/>
	DESCRIPCION PETROGRAFICA DEL MATERIAL: GRAVA-ARENA ARCILLOSA
	CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO
	TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO
	UBICACION DEL BANCO

P.E. SECO SUELTO kg/m ³	1980
P.E. MAXIMO kg/m ³	2140
HUMEDAD OPTIMA %	7.2
P.E. DEL LUGAR kg/m ³	
HUMEDAD DEL LUGAR %	



COMPOSICION GRANULOMETRICA	MALLA	% RETENIDO
	EN 100	
EN 37.5		11.5 %
		% QUE PASA
50.0		100
37.5		94
25.0		85
19.0		81
9.5		66
4.75		56
2.00		51
0.85		42
0.425		25
0.250		19
0.150		13
0.075		10

V.P.S (ESTANDAR) %	68.6	PRUEBAS EN MAT MAYOR QUE LA MALLA Num. 9.5	
EXPANSION %	6.19	ABSORCION %	1.60
VALOR CEMENTANTE kg/m ³	8.6	DENSIDAD	2.35
EQUIVALENTE DE ARENA %		DURABILIDAD	

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA Num. 0.425			
LIMITE LIQUIDO %	20.0	EQUIV HUM. DE CAMPO %	
LIMITE PLASTICO %	17.5	CONTRACCION LINEAL %	1.0
INDICE PLASTICO %	2.5	CLASIFICACION SOP	

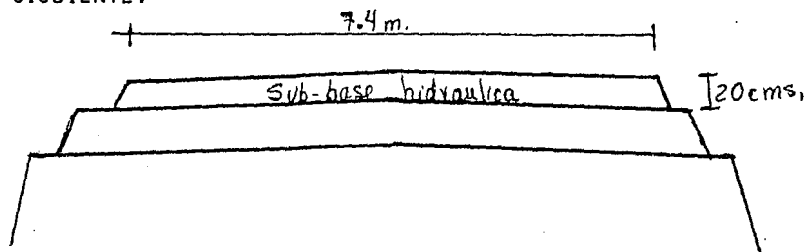
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES LAS CARACTERISTICAS FISICO GRANULOMETRICAS DE LA MUESTRA QUE SE REPORTA SE CONSIDERAN ACEPTABLES PARA SU EMPLEO COMO SUB-BASE.	PORTER MODIFICADA
	GRADO DE COMPACTACION = 95.0 90.0
	V. R. S. = 25.7 11.0
	HUMEDAD DE PRUEBA = 8.7 10.2

EL LABORATORISTA	EL JEFE DEL LABORATORIO	Va. So
<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	

C).- DE GRADO DE COMPACTACIÓN. EL MATERIAL DEBERÁ COMPACTAR SE AL 95% MÍNIMO DE SU PESO VOLUMÉTRICO SECO MÁXIMO SALVO QUE EL PROYECTO FIJE UN GRADO DIFERENTE DE COMPACTACIÓN. EN PÁGINAS POSTERIORES SE PRESENTAN RESULTADOS DE COMPACTACIÓN DE LA SUB-BASE.

II.3.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

LA CAPA DE SUB-BASE HIDRÁULICA POR CONSTRUIR SERÁ ENTONCES LA SIGUIENTE:



TAMBIÉN EN ESTE CASO EL PROCESO CONSTRUCTIVO QUEDÓ DETERMINADO POR LAS SIGUIENTES CONDICIONES:

- A) ESPESOR DE LA CAPA
 - B) TIPO DE MATERIAL
 - C) HUMEDAD DEL MATERIAL EN EL BANCO
 - D) ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN
 - E) ASPECTOS ECONÓMICOS.
- A).- COMO EN ESTE CASO EL ESPESOR DE LA SUB-BASE NO ES RELATIVAMENTE GRUESO, SINO QUE FACILITA TODAS LAS OPERACIONES DE MEZCLADO, TENDIDO Y COMPACTACIÓN DE LA MISMA, SE TOMÓ LA DECISIÓN DE TENDERLA EN UNA SOLA CAPA.
- B).- EL TIPO DE MATERIAL, COMO PODEMOS OBSERVAR EN LAS PÁGINAS 56, 57 Y 58, TIENE UNA GRANULOMETRÍA BUENA, CON UN 80% EN PROMEDIO DE GRAVA-ARENA, DE LO CUAL PODEMOS CONCLUIR EL CARÁCTER FRICCIÓNANTE DEL MISMO. ÉSTO NECESARIAMENTE NOS CONDICIONARÁ EL TRATAMIENTO DE MEZCLADO Y EL EQUIPO DE COMPACTACIÓN.

- c).- EL CONOCIMIENTO TANTO DE LA HUMEDAD ÓPTIMA DE COMPACTACIÓN COMO DE LA HUMEDAD EN EL LUGAR NOS DA UNA IDEA DE LA CANTIDAD DE AGUA QUE ES NECESARIO INCORPORAR, ASÍ COMO DEL EQUIPO Y LA MANERA DE INCORPORACIÓN DE LA MISMA. EN ESTE CASO LA HUMEDAD DEL MATERIAL EN BANCO ERA DE 6% Y LA ÓPTIMA DE COMPACTACIÓN DE 12% POR LO QUE ERA NECESARIO INCORPORAR OTRO 6 Ó 7% CONSIDERANDO PÉRDIDAS POR EVAPORACIÓN EN EL PROCESO.
- d).- LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS QUE HABÍA QUE MANTENER EN OBSERVACIÓN ERAN LAS CORRESPONDIENTES A:
- 1.- LOGRAR EL 95% DE COMPACTACIÓN, PRUEBA PORTER STANDARD,
 - 2.- LOGRAR QUE LA GRANULOMETRÍA NO CAMBIE DURANTE EL PROCESO,
 - 3.- ADECUADA NIVELACIÓN DE LA CAPA
 - 4.- TEXTURA ABIERTA DE LA SUPERFICIE PARA FACILITAR UNA MEJOR PENETRACIÓN DEL RIEGO DE IMPREGNACIÓN.
- e).- PARA LOGRAR QUE NUESTRO PROCESO FUERA EL MÁS ECONÓMICO POSIBLE, FUE NECESARIO CONJUGAR Y EQUILIBRAR TODOS LOS ELEMENTOS ANTERIORMENTE MENCIONADOS, OBSERVÁNDOLOS SIEMPRE CON EL OJO CRÍTICO DE LOS COSTOS.

DE TAL MANERA QUE EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LA CAPA FUE EL SIGUIENTE:

LA EXTRACCIÓN Y CARGA DEL MATERIAL SE HACÍA MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE UN TRAXCAVO (CARGADOR FRONTAL DE ORUGAS) CAT 955-L. DEBIDO A LA POCA COMPACIDAD DEL MATERIAL EN BANCO NO ERA NECESARIO AFLOJARLO UTILIZANDO EL RIPPER. EL ACARREO DEL MATERIAL SE HIZO CON CAMIONES DE VOLTEO DE 6 M³ DE CAPACIDAD DE LA UNIÓN DE TRANSPORTISTAS CTM DE LAS CHOAPAS, VER.

EL TIRO DE MATERIAL SE HACÍA EN UNA DE LAS ALAS DEL CAMINO PARA NO BLOQUEAR EL TRÁNSITO COMPLETAMENTE; Y DE LA PARTE MÁS LEJANA DEL BANCO EN DIRECCIÓN HACIA EL MISMO EN TRAMOS DE 3 KM PARA NO ESTORBAR EL ACARREO CON EL TIRO DEL MISMO MATERIAL.

LA DISTANCIA DEL TIRO ERA PUES LA SIGUIENTE:

$$D = \frac{6 \text{ M}^3}{7.4 \text{ M} \times 0.20 \text{ M} \times 1.24 \text{ (ABUND.)}} = 3.30 \text{ M.}$$

EL SIGUIENTE PASO ES EL ACAMELLONAMIENTO DEL MATERIAL EL CUAL SE HACÍA CON MOTOCONFORMADORA. ESTE PASO ES IMPORTANTE YA QUE EN ÉL SE LOGRA UNA BUENA PARTE DEL MEZCLADO EN SECO DE LOS MATERIALES, OPERACIÓN QUE ES CONVENIENTE PORQUE FACILITA LA INCORPORACIÓN DEL AGUA REDUCIENDO EL PELIGRO DE LA SEGREGACIÓN DE LOS AGREGADOS GRUESOS. ASÍ COMO TAMBIÉN FACILITA EL TENDIDO DE MATERIAL GARANTIZANDO ESPESORES CONSTANTES.

VEMOS TAMBIÉN QUE LA HUMEDAD POR INCORPORAR ES DEL MISMO ORDEN QUE EN LA SUB-RASANTE POR LO QUE EL PROCESO ES MUY SIMILAR.

EL RENDIMIENTO DE LAS MOTOCONFORMADORAS FUE DEL ORDEN DE 70 M³/HR; Y EL DEL EQUIPO DE COMPACTACIÓN DE 140 M³/HR. POR LO QUE, Y UTILIZANDO DOS MOTOCONFORMADORAS, SE UNIFORMIZA EL CAMELLÓN EN TRAMOS DE 530 M. LINEALES.

UNA VEZ HECHO LO ANTERIOR SE PROCEDÍA A LA INCORPORACIÓN DEL 7% DE HUMEDAD FALTANTE, PARA LO CUAL SE UTILIZÓ UNA PIPA POR LO SIGUIENTE:

EL RENDIMIENTO DE LAS MOTOS ERA DE 140 M³/HR.

EL RENDIMIENTO DE LA PIPA ERA DE 13 M³ DE AGUA/HR TAMBIÉN EN ESTE CASO.

AGUA REQUERIDA PARA EL RENDIMIENTO DE LAS MOTOS:

$$140 \text{ M}^3 \times 0,07 = 9,8 \text{ M}^3 \text{ DE AGUA/HR.}$$

POR LO QUE UNA PIPA ERA SUFICIENTE.

LA INCORPORACIÓN DEL AGUA SE HACÍA MEDIANTE CAPAS DELGADAS Y PASANDO EL CAMELLÓN DE UNA ALA A LA OTRA DEL CAMINO CON LAS MOTOCONFORMADORAS HASTA LOGRAR SU HOMOGENEIZACIÓN.

POSTERIORMENTE SE PROCEDÍA AL TENDIDO Y AFINAMIENTO DEL MATERIAL, DÁNDOLE SU BOMBEO A LA CAPA Y CUIDANDO QUE NO SE SEGREGARA EL MATERIAL GRUESO PARA OBTENER ASÍ UNA TEXTURA UNIFORME DE LA SUPERFICIE DE LA SUB-BASE.

HABLAREMOS AHORA UN POCO DE LA MOTOCONFORMADORA.

LA FUNCIÓN PRINCIPAL DE LA MOTOCONFORMADORA CONSISTE EN MEZCLAR, TENDER Y NIVELAR, MODELAR O DAR LA PENDIENTE NECESARIA AL MATERIAL EN EL QUE TRABAJA, PARA DARLE UNA CONFIGURACIÓN PREDETERMINADA. ES DE PARTICULAR UTILIDAD, PORQUE SU HOJA PUEDE MANTENERSE EN DIVERSAS POSICIONES. ÉSTA HOJA, QUE SUELE LLAMARSE CONFORMADORA O NIVELADORA TIENE DE 3.0 A 4.20 DE LONGITUD, Y PUEDE MANTENERSE EN POSICIONES SEMEJANTES A LAS DEL

TRACTOR DE HOJA FRONTAL INCLINADA, DEL TRACTOR DE HOJA FRONTAL ANGULAR Y DEL TRACTOR DE HOJA FRONTAL RECTA Y TIENE MAYOR FLEXIBILIDAD DE MOVIMIENTO QUE LAS HOJAS DE LOS TRACTORES, SIN EMBARGO ESTA VERSATILIDAD NO SIGNIFICA QUE PUEDA REEMPLAZAR AL TRACTOR, YA QUE NO PUEDE APLICAR LA POTENCIA DE MOVIMIENTO NI DE CORTE DE UN TRACTOR DE HOJA FRONTAL (BULLDOZER), EL CUAL APLICA SU FUERZA EN UN CENTRO DE GRAVEDAD MÁS BAJO, LA MOTOCONFORMADORA SACRIFICA PARCIALMENTE LA INTENSIDAD DE FUERZA, PORQUE LA TRANSMITE A TRAVÉS DEL PUNTO DE PIVOTE, QUE TIENE UNA POSICIÓN ALTA EN RELACIÓN A LA HOJA.

LOS ÁNGULOS EXTREMOS PRESENTAN UN PROBLEMA DE APLICACIÓN DE FUERZA EN LAS RUEDAS DE LA MOTOCONFORMADORA. POR TAL RAZÓN, LAS POSICIONES DE LAS RUEDAS DE LAS MOTOCONFORMADORAS MODERNAS SON SUMAMENTE AJUSTABLES. ES DECIR, LAS RUEDAS FRONTALES PUEDEN INCLINARSE MUCHO PARA "ACOSTAR" LA MÁQUINA CUANDO LA HOJA ESTÉ A UN ÁNGULO CONSIDERABLE, MEDIDO DESDE LA HORIZONTAL, Y LOS EJES TRASEROS SON COMPLETAMENTE FLOTANTES PARA LOGRAR EL APOYO PLENO DE TODAS LAS RUEDAS PARA TODAS LAS FORMAS DEL TERRENO. LA UTILIDAD AUMENTA MEDIANTE ACCESORIOS QUE PUEDE MANEJAR LA MOTOCONFORMADORA, COMO DIENTES O UNAS ESCARIFICADORAS Y ENSANCHADORES DE PAVIMENTOS. PERO EL USO BÁSICO, ES COMO LO SUGIERE SU NOMBRE, LA CONFORMACIÓN Y NIVELACIÓN FINAL DE TODA LA ANCHURA DE UN CAMINO. ESTO COMPRENDE NO SÓLO LA BASE PARA LA SUPERFICIE DEL CAMINO, SINO TAMBIÉN LOS ACOTAMIENTOS, LAS PENDIENTES DE LOS TALUDES LATERALES, LAS PENDIENTES TRANSVERSALES DE LA SUPERFICIE Y LA CONFORMACIÓN DE LAS CUNETAS.

OTRO TIPO DE OPERACIONES ES POR EJEMPLO EL MANTENIMIENTO DE LOS CAMINOS DE ACARREO PARA EL MOVIMIENTO DE TIERRAS.

LA MOTOCONFORMADORA PUEDE, CON LA ADICIÓN DE UN ESCARIFICADOR, ROMPER LA SUPERFICIE DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE VIEJO, PARA RECONFORMACIÓN O PARA PREPARACIÓN PARA RECIBIR UNA CAPA SUPERFICIAL MEJOR.

LA MOTOCONFORMADORA CON HOJA ESTÁNDAR, ES TAMBIÉN MUY ÚTIL PARA MEZCLAR Y EXTENDER MATERIALES SOBRE UNA SUPERFICIE EN LA CUAL HABÍAN SIDO PREVIAMENTE DEPOSITADOS EN MONTONES FORMANDO HILERAS LONGITUDINALES. ESTO PUEDE HACERSE CUANDO SE REQUIERE COMPACTAR LOS MATERIALES POR CAPAS, YA SEA EN TERRAPLENES O EN PAVIMENTOS.

PARA HACER ESTE TIPO DE TRABAJOS CON MAYOR PRECISIÓN, LAS MOTOCONFORMADORAS MODERNAS ESTÁN PROVISTAS DE CONTROLES AUTOMÁTICOS DE LA HOJA, LOS CUALES PERMITEN AL OPERADOR AJUSTAR LA HOJA A LA INCLINACIÓN DESEADA Y DAR UNA LÍNEA DE INCLINACIÓN ESTABLECIDA.

EL PROCESO DE COMPACTACIÓN FUE EL SIGUIENTE:

PARA LOGRAR UNA DENSIFICACIÓN INICIAL DEL MATERIAL Y EVITAR DESPLAZAMIENTOS CON LA FUERTE COMPACTACIÓN DE LA VIBRACIÓN, ENTRABA EN PRIMER LUGAR LA PLANCHA TANDEM DÁNDOLE UNA PASADA A TODA LA SUPERFICIE, INICIANDO DE LOS HOMBROS AL CENTRO Y TRASLAPANDO CADA PASADA SOLAMENTE LO NECESARIO PARA BORRAR LA MARCA DE LA PASADA ANTERIOR.

POSTERIORMENTE ENTRABA EL RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO DYNAPAC CA-25-A Y LE DABA DE 3 Á 4 PASADAS, TAMBIÉN PARTIENDO DE LOS HOMBROS AL CENTRO Y TRASLAPANDO EN CADA PASADA LA MITAD DEL RODILLO,

DESPUÉS DE ESTO SE LE DABA UN RIEGO DE AGUA SUPERFICIAL CON LA PIPA, MUY LIGERO, Y CUIDANDO DE NO HACER CHARCOS, PARA REINCORPORAR LA HUMEDAD SUPERFICIAL PERDIDA MEDIANTE LA EVAPORACIÓN.

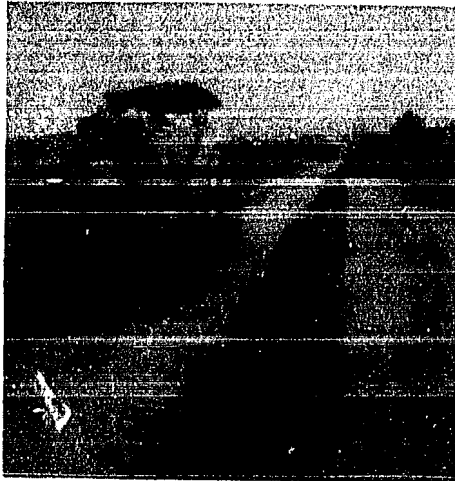
EL COMPACTADOR DUO-PACTOR VENÍA A DAR FIN AL PROCESO DÁNDOLE DE 2 Á 3 PASADAS UTILIZANDO LOS DOS EQUIPOS, ES DECIR TRABAJANDO EN FORMA COMBINADA; UTILIZABA PUES TANTO EL RODILLO LISO COMO LOS NEUMÁTICOS.

CON LO ANTERIOR SE LOGRABA LA COMPACTACIÓN ESPECIFICADA, COMO PUEDE VERSE EN LOS RESULTADOS DE PRUEBAS EFECTUADAS PRESENTADOS EN PÁGINAS POSTERIORES, ASÍ COMO TAMBIÉN UNA TEXTURA ABIERTA Y LISTA PARA RECIBIR EL RIEGO DE IMPREGNACIÓN.

II.4.- RIEGO DE IMPREGNACIÓN.

UNA VEZ AFINADA Y COMPACTADA LA SUB-BASE HIDRÁULICA SE HIZO NECESARIO HACERLE UN TRATAMIENTO SUPERFICIAL PARA QUE PUDIERA RECIBIR LA FUTURA CARPETA O BASE ASFÁLTICA, ESTE TRATAMIENTO ES PRECISAMENTE EL RIEGO DE IMPREGNACIÓN, CONOCIDO TAMBIÉN COMO RIEGO DE PENETRACIÓN, EL CUAL CONSISTE EN UN RIEGO DE ASFALTO REBAJADO YA SEA FR-3 Ó FM-1 QUE CUBRA LA SUPERFICIE PERFECTAMENTE PARA PROTEGER LA SUB-BASE HIDRÁULICA DE LA LLUVIA Y DEL TRÁNSITO NORMAL DE VEHÍCULOS LIGEROS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN, ADEMÁS SIRVE COMO ZONA DE TRANSICIÓN ENTRE LA BASE HIDRÁULICA Y LA CAPA ASFÁLTICA SIGUIENTE. ES REQUISITO INDISPENSABLE QUE EL ASFALTO REBAJADO TENGA BAJA VISCOSIDAD PARA QUE SE LOGRE LA DEBIDA PENETRACIÓN EN LA SUB-BASE O BASE.

EN SEGUIDA HABLARÉ DEL EQUIPO INDISPENSABLE PARA EFECTUAR ESTOS RIEGOS DE ASFALTOS LÍQUIDOS Y QUE ES LA PETROLIZADORA.



SUB-BASE HIDRAULICA

SUB-BASE HIDRAULICA

COMPACTACION DE PROYECTO: 95.0 %

ENSAYE NUM	UBICACION		ALTURA O ESPESOR DE LA CAPA Cm		ANCHO CAPA Cm	PESO VOLUMEN Kg m		HUMEDAD %		COMPACTACION %
	ESTACION	LADO	ACTUAL	PROYECTO		MAXIMO	del Lugar	OPTIMA	del Lugar	
1730	0+400	D	23.0	20.0	7740	2080	2000	8.3	7.5	96.0
1731	"	C	20.0	"	"	"	2000	"	6.7	96.0
1732	"	I	18.5	"	"	"	1980	"	6.8	95.0
1733	0+500	D	19.0	"	"	"	2010	"	6.4	96.5
1734	"	C	19.0	"	"	"	1990	"	8.5	95.5
1735	"	I	21.0	"	"	"	2000	"	6.4	96.0
1736	0+600	D	19.0	"	"	"	2020	"	7.0	97.0
1737	"	C	20.0	"	"	"	2020	"	7.4	97.0
1738	"	I	24.0	"	"	"	2010	"	7.2	96.5
1739	0+700	D	18.5	"	"	2100	2020	7.5	5.9	96.0
1740	"	C	19.0	"	"	"	2000	"	6.4	95.0
1741	"	I	21.0	"	"	"	2040	"	7.0	97.0
1742	0+800	D	19.5	"	"	"	2030	"	6.8	96.5
1743	"	C	20.5	"	"	"	2040	"	6.5	97.0
1744	"	I	22.0	"	"	"	2020	"	6.5	96.0
1745	0+900	D	19.0	"	"	"	2020	"	7.0	96.0
1746	"	C	20.0	"	"	"	2030	"	6.4	96.5
1747	"	I	20.5	"	"	"	2010	"	7.5	95.5
1748	0+980	D	20.0	"	"	2080	2000	8.5	7.0	96.0
1749	"	C	22.0	"	"	"	2020	"	6.5	97.0
1750	"	I	20.0	"	"	"	2000	"	6.0	96.0

OBSERVACIONES : LOS PORCIENTOS DE COMPACTACION OBTENIDOS ASI COMO EL ESPESOR COMPACTO EXISTENTE SON ACEPTABLES DE ACUERDO AL DE PROYECTO.

(Handwritten signatures)

EL LABORATORISTA

CON ELLA SE HACEN LOS RIEGOS A RAZÓN DE 1.5 Lts/m², CANTIDAD QUE ES VARIABLE Y QUE DEPENDE DE LA ESTRUCTURA SUPERFICIAL DE LA BASE. ANTES DE EFECTUAR EL RIEGO, EVENTUALMENTE SE RECOMIENDA REALIZAR UN RIEGO DE AGUA EN MUY PEQUEÑA CANTIDAD POR METRO CUADRADO, LLAMADO RIEGO MATAPOLVO, PARA ROMPER LA TENSIÓN SUPERFICIAL QUE PRESENTA EL POLVO ADHERIDO O ACUMULADO EN LA SUPERFICIE. ÉSTE POLVO TAMBIÉN SE PUEDE ELIMINAR BARRIENDO ADECUADAMENTE LA SUPERFICIE YA SEA CON CEPILLOS DE RAÍZ O CON BARREDORA MECÁNICA. EN NUESTRO CAMINO EL BARRIDO DE LA SUPERFICIE SE HIZO CON CEPILLOS DE RAÍZ.

POR LO REGULAR EL RIEGO NO PUEDE SER APLICADO EN TODO EL ANCHO DE UN CAMINO DE DOS CARRILES, POR LO QUE DEBERÁ FIJARSE UN ADITAMENTO ESPECIAL QUE SIRVA DE GUÍA A LA PETROLIZADORA PARA DIRIGIRLA A LO LARGO DE UNA LÍNEA RECTA QUE MARQUE LA LÍNEA DIVISORIA DEL CAMINO. EN ESTOS CASOS CUANDO EL RIEGO ASFÁLTICO SE APLICA EN DOS O MÁS FRANJAS LONGITUDINALES, CADA UNA DEBE TRASLAPAR CON LA ANTERIOR LA MITAD DEL ANCHO DE LA ESPREA DE LA BOQUILLA EXTREMA.

PARA ASEGURAR EL MEJOR FUNCIONAMIENTO, LAS PETROLIZADORAS QUE SE USEN EN LA CONSTRUCCIÓN DE ESTOS RIEGOS, ESTARÁN EQUIPADAS CON INSTRUMENTOS QUE DEBERÁN ESTAR CONVENIENTEMENTE AJUSTADOS, ADEMÁS DE CONTAR CON UNA OPERACIÓN ADECUADA.

EL ABANICO IDEAL DEBE POSEER UNIFORMIDAD EN LA DISTRIBUCIÓN DEL ASFALTO, LO QUE SOLAMENTE SE LOGRA CUANDO ÉSTE ES BOMBEADO BAJO PRESIÓN Y VELOCIDAD APROPIADAS. LAS BOMBAS DEL TIPO DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO SON LAS MÁS ADECUADAS PARA EL ASFALTO, YA QUE SE GARANTIZA SU DISTRIBUCIÓN UNIFORME EN LA BARRA APLICADORA EN CUALQUIER MOMENTO, INDEPENDIENTEMENTE DE LA CARGA O VOLUMEN DEL MATERIAL QUE QUEDE EN EL TANQUE. NUNCA DEBERÁN USARSE BOMBAS CENTRÍFUGAS PORQUE EL MATERIAL BOMBEADO A LA BARRA REGADORA VARÍA CON LA CARGA EN EL TANQUE Y LA CANTIDAD DISTRIBUIDA DECRECE AL FINAL DEL RIEGO.

LAS PETROLIZADORAS DEBERÁN ESTAR EQUIPADAS YA SEA CON UN MANÓMETRO O CON UN TACÓMETRO EN LA BOMBA PARA REGULAR EL GASTO DE DISTRIBUCIÓN DE ACUERDO CON LA PRESIÓN O VELOCIDAD CORRECTA DE LA PROPIA BOMBA.

CON EL FIN DE LOGRAR ARRANQUES Y FRENADOS LIMPIOS Y UNIFORMES SIN GOTEOS, SE UTILIZAN VÁLVULAS DE CIERRE RÁPIDO QUE CONTROLAN LA SALIDA DEL LIGANTE. LA ALTURA DE LA BARRA REGADORA SOBRE LA SUPERFICIE POR TRATAR, DEBE AJUSTARSE PARA PROVEER EL TRASLAPE DESEADO DE LAS BOQUILLAS DE APLICACIÓN.

SI EL AJUSTE ES INADECUADO, HAY PELIGRO DE PRODUCIR UN "RAYA-

DO" QUE SE TRADUCIRÁ EN "LLORADO" EN EL POREO O EN PÉRDIDA DEL MATERIAL. LA ALTURA DE LA BARRA REGADORA DEBERÁ PERMANECER CONSTANTE Y PARALELA A LA SUPERFICIE A TRAVÉS DE TODO EL RIEGO. SIN EMBARGO EN LA OPERACIÓN REAL, ESTA ALTURA ALGUNAS VECES VARÍA DEBIDO A LA DEFLEXIÓN DE LAS MUELLES A MEDIDA QUE LA CARGA VA SIENDO VACIADA. PARA LIMITAR ESAS VARIACIONES A MÁS O MENOS 5 Á 7 MM SE USAN YA SEA MUELLES MÁS RÍGIDAS O SE UNE DIRECTAMENTE EL TANQUE AL EJE DURANTE LA DESCARGA. PARA CUBRIR LA SUPERFICIE CON LA CANTIDAD ADECUADA DE ASFALTO, LA ALTURA DE LA BARRA DEBERÁ AJUSTARSE PARA DAR UN TRASLAPE DE DOS A TRES ESPREAS.

PARA PODER OBTENER ESA DOBLE DISTRIBUCIÓN DEL EMPALME, SE CIERRA ALTERNATIVAMENTE CADA BOQUILLA Y EL MATERIAL SE RIEGA A LA PRESIÓN ADECUADA DE LA BOMBA. LA ALTURA A LA CUAL EL RIEGO FORMA UN SIMPLE TRASLAPE, ES LA ALTURA REQUERIDA PARA FORMAR UN DOBLE TRASLAPE CUANDO TODAS LAS BOQUILLAS ESTÁN ABIERTAS. LEVANTANDO LA BARRA CERCA DE UN 50% MÁS, SE OBTIENE EL TRASLAPE TRIPLE.

HAY VARIOS TIPOS Y TAMAÑOS DE ESPREAS QUE PUEDEN USARSE PARA OBTENER DIFERENTES SALIDAS DE DESCARGA. LA ESPREA PARA TODO USO DE 3,1 MM, SE USA EN MÁQUINAS PARA DISTRIBUIR HASTA 1,58 LITROS/M², MIENTRAS QUE LAS DE 2,4 MM, Y MÁS GRANDES, SE USAN PARA APLICACIONES MÁS CARGADAS.

LAS ESPREAS DEBERÁN COLOCARSE EN LA BARRA REGADORA EN EL ÁNGULO ADECUADO, PARA EVITAR INTERFERENCIA CON LOS ABANICOS DEL RIEGO. EL EJE MAYOR DEL ORIFICIO DE LA ESPREA, DEBERÁ AJUSTARSE A UN ÁNGULO CONVENIENTE CON RESPECTO AL EJE LONGITUDINAL DE LA BARRA REGADORA. ESTE ÁNGULO PUEDE VARIAR APROXIMADAMENTE DE 15° Á 30° PARA DIFERENTES MODELOS DE EQUIPO. CADA VEZ QUE SE HAGA UN RIEGO LAS ESPREAS DEBEN INSPECCIONARSE MINUCIOSAMENTE. PUESTO QUE PARA CADA ESPREA HAY SOLAMENTE UN GASTO DE DESCARGA EN EL CUAL SE OBTIENE LA MEJOR DISTRIBUCIÓN, LA VELOCIDAD DE LA PETROLIZADORA HACIA ADELANTE PUEDE AJUSTARSE PARA DAR EL GASTO PREVISTO.

PARA DETERMINAR LAS LECTURAS DE LAS VELOCIDADES DEL TACÓMETRO DEL CAMIÓN, UN MEDIDOR DE LA BOMBA SE COLOCA EN RELACIÓN CON ALGÚN FACTOR DE LA LONGITUD DE LA BARRA REGADORA EN LTS/MIN. PARTIENDO DEL GASTO DESEALO DE DESCARGA, LA VELOCIDAD DEL CAMIÓN HACIA ADELANTE PUEDE SER FÁCILMENTE CALCULADA.

COMO UNA MEDIDA ADECUADA PARA DETERMINAR LA CANTIDAD DE LIGANTE POR APLICAR EN CADA RIEGO, EL TANQUE DE LA PETROLIZADORA DEBERÁ ESTAR EQUIPADO CON UNA BALLONETA DE INMERSIÓN MARCADA EN LITROS POR CENTÍMETRO DE LONGITUD. LEYENDO LA LECTURA DE

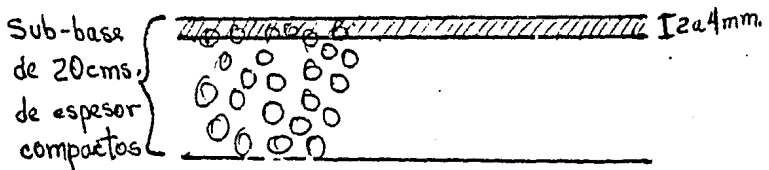
LA REGLA ANTES Y DESPUÉS DEL RIEGO, EL GASTO DE DISTRIBUCIÓN PUEDE SER FÁCILMENTE VERIFICADO. LOS TANQUES DISTRIBUIDORES TAMBIÉN ESTÁN EQUIPADOS CON UNO O DOS TERMÓMETROS ADECUADOS PARA EL RANGO DE TEMPERATURAS DE OPERACIONES, LA LECTURA DE LAS TEMPERATURAS DEBERÁ HACERSE DESPUÉS DE QUE EL LIGANTE HAYA SIDO CIRCULADO COMPLETAMENTE EN EL TANQUE Y SU TEMPERATURA SEA UNIFORME. EL ASFALTO REBAJADO PARA EL RIEGO DE IMPREGNACIÓN SE CALIENTA POR LO REGULAR A 80 U 85 °C PARA OBTENER SU VISCOSIDAD ADECUADA.

PARA EFECTUAR EL RIEGO EN EL PRESENTE CAMINO LA COMPAÑÍA DISPONÍA DE UNA PETROLIZADORA CON 4000 LITROS DE CAPACIDAD.

LA SUPERFICIE DE LA SUB-BASE HIDRÁULICA PERMITIÓ UNA DOSIFICACIÓN DE 1.4 LITROS/M² DE ASFALTO REBAJADO. EL REBAJADO EN ESTE CASO FUE FM-1, EL CUAL SE ACARREABA EN PIPAS DE 40.000 LITROS DESDE CD. MADERO, TAMS., Y SE ALMACENABA EN TANQUES DE ACERO DE APROXIMADAMENTE LA MISMA CAPACIDAD, LOCALIZADOS AL INICIO DEL CAMINO Y DESDE AHÍ LO ACARREABA LA PETROLIZADORA HASTA EL LUGAR DE APLICACIÓN. PARA AHORRAR TIEMPO Y COSTO EL CALENTAMIENTO DEL ASFALTO SE INICIABA DESDE QUE SE LLEVABA LA PETROLIZADORA JUNTO AL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DURANTE EL VIAJE AL LUGAR DE APLICACIÓN.

ANTES DE LA APLICACIÓN DEL RIEGO COMO MENCIONÉ ANTERIORMENTE ERA NECESARIO BARRER LA SUPERFICIE DE LA SUB-BASE CON CEPILLOS DE RAÍZ. UNA BRIGADA DE 8 PEONES Y 1 CABO BARRÍAN 5400 M² ES DECIR 740 METROS LINEALES DE CAMINO EN PROMEDIO, ÁREA QUE SE CUBRÍA TAMBIÉN EN DOS PETROLIZADORAS VACIADAS.

PARA ESTE TRATAMIENTO NO HAY PROPIAMENTE DISEÑO, SINO LA SIMPLE RECOMENDACIÓN DE QUE DEBE PENETRAR DE 2 Á 4 MM EN LA SUB-BASE IMPERMEABILIZÁNDOLA ASÍ Y FORMANDO A LA VEZ UNA CAPITA DE TRANSICIÓN ENTRE LA CAPA HIDRÁULICA Y LA ASFÁLTICA.



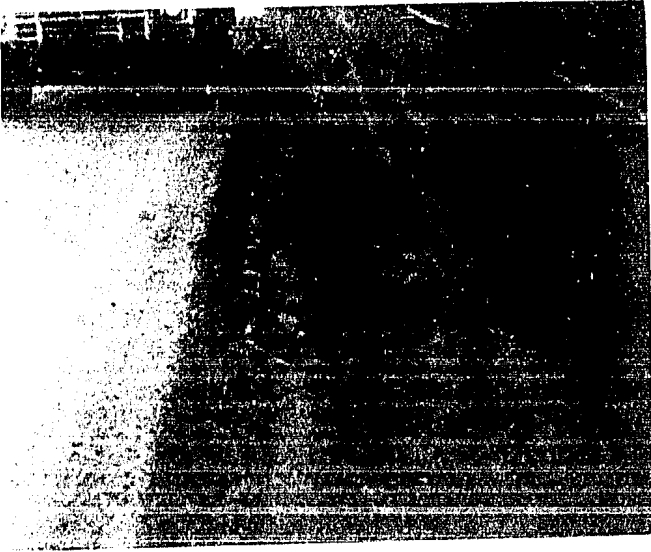
UNA VEZ TERMINADO EL RIEGO DE IMPREGNACIÓN EN EL TRAMO CORRESPONDIENTE SE PROCEDÍA A HACERLE UN POREO-ES DECIR UN RIEGO A MANO CON PALA Y DESDE UN CAMIÓN DE VOLTEO-DE ARENA PARA PROTEGERLO DEL TRÁNSITO, ES DECIR QUE NO LO DETERIORE DURANTE LAS

ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN SIGUIENTES Y MIENTRAS SE TENDÍA LA CARPETA, ASÍ EN EL PEOR DE LOS CASOS, PUEDE PRODUCIRSE UN PEQUEÑO CALAVEREO MUY FÁCIL DE REPARAR.

EN SEGUIDA SE PRESENTAN ALGUNOS RESULTADOS DEL CONTROL QUE EL LABORATORIO EJERCÍA SOBRE EL RIEGO DE IMPREGNACIÓN.



RIEGO DE IMPREGNACION



RIEGO DE IMPREGNACION



EFECTO DE ESPREAS TAPADAS EN LA BARRA
ASPERSORA DE LA PETROLIZADORA



RIEGO DE IMPREGNACION

Riego de Impregnación	x	Mezcla Asfáltica	
Riego de Ligo			
Riego de Sello			

CONDICIONES ATMOSFERICAS:

Empezó: h. 10 min. 35 Terminó: h. 11 min. 45

Lectura Inicial: 4000 Lectura Final: 000

TEMPERATURA DEL ASFALTO AL SER REGADO: 90 °C

De Est.	A Est	Long. m.	Anch. m.	Area m2	Ala		Mat. Petreo		Asfalto	
					I	D	lt.	lt/m2	lt.	lt/m2
4+980	5+620	640	350	2240		x			4000	1.78

N O R M A S

ASFALTO			ADITIVO			MATERIAL PETREO	
TIPO	PROPORCION		TIPO	PROPORCION		TIPO	PROPORCION
FM-1	1.5	lt/m2		%			lt/m2
		lt/m3		lt/m3			
FM-1							BANCO:

OBSERVACIONES: EL RIEGO SE EFECTUO EN CONDICIONES NORMALES.
LA DOSIFICACION OBTENIDA RESULTO FAVOR A LA DE PROYECTO.

Riego de Impregnación	x	Mezcla Asfáltica	
Riego de Liga			
Riego de Sello			

CONDICIONES ATMOSFERICAS:

Empezó:	h. 14	min. 00	Terminó:	h. 14	min. 40
Lectura Inicial	4000		Lectura Final	300	
TEMPERATURA DEL ASFALTO AL SER REGADO: 90 °C					

De Est.	A Est	Long. m	Anch. m.	Area m2	Alo		Mat. Petreo		Asfalto	
					I	D	lt	lt/m2	lt.	lt/m2
5+620	6+500	880	3.50	3080	x				3700	1.20

N O R M A S

ASFALTO			ADITIVO			MATERIAL PETREO		
TIPO	PROPORCION		TIPO	PROPORCION		TIPO	PROPORCION	
FM-1	1.5	lt/m2		%				lt/m2
		lt/m3		lt/m3				
FM-1						BANCO:		

OBSERVACIONES: EL RIEGO SE EFECTUÓ EN CONDICIONES NORMALES .
LA DOSIFICACIÓN OBTENIDA SE CONSIDERA ACEPTABLE.

11.5.- ANÁLISIS DE LOS COSTOS DE LA SUB-BASE HIDRÁULICA.
 UNIDAD: M3 COMPACTO.

<u>CONCEPTO</u>	<u>UNIDAD</u>	<u>PARCIAL</u>	<u>P.U.</u>
A) EXTRACCIÓN Y CARGA DE MATERIAL; SE USARÁ UN CARGADOR FRONTAL DE ORUGAS CATERPILLAR MOD. 955L DE 130HP. Y 2½ YD ³ DE CAPACIDAD. COSTO HORARIO = \$ 6,407.88/HR. RENDIMIENTO = 90 M ³ /HR. CARGO = $\frac{\$6,407.88/\text{HR.} \times 1.25 \text{ ABUND.}}{90 \text{ M}^3/\text{HR.}}$ M3		89.00	
B) ACARREO DEL MATERIAL; MISMO ANÁLISIS QUE PARA LA SUB-RASANTE.	M3	212.77	
C) MEZCLADO, TENDIDO Y COMPACTACIÓN DEL MATERIAL PARA LA FORMACIÓN DE LA SUB BASE HIDRÁULICA. SE UTILIZARÁ EL SIGUIENTE EQUIPO: DOS MOTOCONFORMADORAS CAT 120 B COSTO HORARIO = \$ 6,013.44/HR. 2 UNIDADES = \$ 6,013.44/HR x 2 = \$ 12,026.88/HR. 1 PIPA; COSTO HORARIO = \$ 2,793.37/HR. 1 PLANCHA TANDEM; COSTO HORARIO = \$ 3,083.51/HR. 1 RODILLO LISO VIBRATORIO DYNAPAC CA-25 COSTO HORARIO = \$ 3,306.84/HR. 1 COMPACTADOR DUO-PACTOR COSTO HORARIO = \$ 3,730.73/HR. COSTO HORARIO TOTAL DEL CONJUNTO = \$ 24,941.33/HR.			

RENDIMIENTO DEL EQUIPO = 140 M³ C/HR.

$$\text{CARGO} = \frac{\$ 24,941.33/\text{HR.}}{140 \text{ M}^3 \text{ C/HR.}}$$

	M3	178.15	
	<hr/>		
COSTO DIRECTO	M3	479.92	
38% INDIRECTOS + UTILIDAD		182.37	
P.U.	M3		662.29

ANALISIS DEL COSTO DEL RIEGO DE IMPREGNACION
UNIDAD M2

CONCEPTO	UNIDAD	PARCIAL	P.U.
A) MATERIALES			
A) ASFALTO FM-1 PUESTO EN OBRA			
COSTO UNITARIO = \$ 31.0/LT.			
DOSIFICACIÓN POR M2 = 1.4 L/M2			
CARGO= 1.4 L/M2 x \$ 31.0/LT.	M2	43.40	
B) MANO DE OBRA EN EL BARRIDO DE LA SUPERFICIE POR TRATAR:			
A) 1 CABO; \$670.00x1.546 = \$1,035.82			
8 PEONES; \$535.00x1.595x8=\$6,826.60			
			\$7,862.42/JORNAL
RINDEN 5400 M2/JORNAL			
CARGO= $\frac{\$7,862.42/JORNAL}{5400 M2/JORNAL}$;	M2	1.46	
B) HERRAMIENTA = 5% DE LA MANO DE OBRA			
0.05 x 1.46	M2	0.07	
C) EQUIPO; UNA PETROLIZADORA SOBRE CAMIÓN DODGE SEAMAN-GUNINSON			
COSTO HORARIO = \$ 4,686.41/HR.			
BOMBEA, CALIENTA, TRANSPORTA AL LUGAR DE APLICACIÓN Y APLICA 400 KTS. DE FM-1 EN 3 HORAS:			
CARGO= $\frac{\$4,686.41/HR. \times 3HR. \times 1.4 L/M2}{4000 LTS.}$	M2	4.92	
COSTO DIRECTO	M2	49.85	
38% INDIRECTOS + UTILIDAD		18.94	
P.U.	M2		68.79

ANALISIS DEL COSTO DEL POREO CON ARENA PARA
EL RIEGO DE IMPREGNACION.
UNIDAD M2

<u>CONCEPTO</u>	<u>UNIDAD</u>	<u>PARCIAL</u>	<u>P.U.</u>
A) EXTRACCIÓN DE LA ARENA; SE USARÁ UNA DRAGA DE ARRASTRE BUCYRUS ERIE 22 B Y 1½ YD ³ DE CAPACIDAD.			
COSTO HORARIO = \$ 8,063.27/HR.			
RENDIMIENTO = 60 M ³ /HR.			
CARGO= $\frac{\$8,063.27}{60 \text{ M}^3/\text{HR}} \times 0.015 \text{ M}^3/\text{M}^2$	M ³	2.02	
B) CARGA DE LA ARENA; CARGADOR FRONTAL DE ORUGAS CAT. 955-L			
COSTO HORARIO = \$ 6,407.88/HR.			
RENDIMIENTO = 90 M ³ /HR.			
CARGO= $\frac{\$6,407.88}{90 \text{ M}^3/\text{HR}} \times 0.015 \text{ M}^3/\text{M}^2$	M ²	1.07	
C) ACARREO DE LA ARENA; SE ANALIZARÁ AL CENTRO DE GRAVEDAD DEL CAMINO.			
14 KMS. DE TERRACERÍA Y 19.2 KM. DE PAVIMENTO			
TARIFAS: TERRACERÍA:			
A) 1ER. KM. = \$57.06 M ³			
B) KM. SUB-SEC. HASTA 20 = \$18.86			
PAVIMENTO:			
A) 1ER. KM. = \$51.14 M ³			
B) KM. SUB-SEC. HASTA 20 = \$15.20			
C) KM. SUB-SEC. DESPUÉS DE 20 = \$ 14.10			
ACARREO:			
13 x \$18.86 + \$57.06 = \$ 302.24/M ³			
19 x \$15.20 + \$51.14 = \$ 339.94/M ³			
<u>\$ 642.18/M³</u>			

CARGO = \$ 642.18/M³ x 0.015 M³/M² M2 9.63

D) APLICACIÓN DEL POREO:

A) MANO DE OBRA

1 CABO; \$670.00 x 1.546= \$1,035.82

4 PEONES; \$535.00 x 1.595x4= \$3,413.30

\$4,449.12/JORNAL

RINDEN 18 M³/HR.

CARGO = $\frac{\$4,552.20/\text{JORNAL} \times 0.015 \text{ M}^3/\text{M}^2}{18 \text{ M}^3/\text{HR} \times 8 \text{ HRS}/\text{JORNAL}}$ M2 0.46

COSTO DIRECTO = M2 13.18

38% INDIRECTOS + UTILIDAD 5.01

P.U. M2 18.19

CAPITULO III

III.1.- RIEGO DE LIGA.

ANTES DE COMENZAR CON EL RIEGO DE LIGA HABLEMOS UN POCO SOBRE LOS ASFALTOS, YA QUE EN EL PRESENTE CAPÍTULO SE TRATAN LAS CAPAS QUE TIENEN COMO PRINCIPAL MATERIAL AL ASFALTO EN DIVERSAS FORMAS.

EL ASFALTO EN LA PAVIMENTACIÓN SE USA PRINCIPALMENTE EN CARPETAS ASFÁLTICAS, BASES ESTABILIZADAS Y TRATAMIENTOS SUPERFICIALES. EL ASFALTO EN SI ES EL MATERIAL AGLUTINANTE CUYA FUNCIÓN ES LA DE MANTENER FIRMENTE UNIDAS LAS PARTÍCULAS DEL MATERIAL PETREO. SUS CARACTERÍSTICAS DEBERÁN SER TALES QUE CONSERVE EL MAYOR TIEMPO POSIBLE SUS PROPIEDADES CEMENTANTES, RESISTIENDO LOS EFECTOS PERJUDICIALES CAUSADOS POR LOS AGENTES DEL INTEMPERISMO.

EL ASFALTO ESTÁ CONSIDERADO COMO UNA SOLUCIÓN COLOIDAL DE DIVERSOS TIPOS DE HIDROCARBUROS; ES DECIR COMPUESTOS QUÍMICOS DE CARBONO E HIDRÓGENO. EN ESTA SOLUCIÓN COLOIDAL, UN GRUPO DE MOLÉCULAS DE LOS HIDROCARBUROS MÁS PESADOS SE ENCUENTRA RODEADO DE HIDROCARBUROS MÁS LIGEROS, SIN QUE EXISTA UNA SEPARACIÓN FRANCA ENTRE AMBOS CONSTITUYENTES, SINO, POR EL CONTRARIO, UNA TRANSICIÓN GRADUAL.

LOS NÚCLEOS DE HIDROCARBUROS MÁS PESADOS CONSTITUYEN LOS ASFALTENOS. ÉSTOS SON RESPONSABLES DE LAS CARACTERÍSTICAS DE DURIZA DEL ASFALTO. RODEANDO A LOS NÚCLEOS DE ASFALTENOS EXISTEN LAS RESINAS, QUE CONSTITUYEN LA FASE INTERMEDIA, Y FINALMENTE OCUPANDO EL ESPACIO RESTANTE SE ENCUENTRAN LOS ACEITES.

LAS RESINAS PROPORCIONAN AL ASFALTO SUS PROPIEDADES CEMENTANTES Y LOS ACEITES LA CONSISTENCIA ADECUADA PARA HACERLO TRABAJABLE. CUANDO LOS NÚCLEOS DE ASFALTENOS Y RESINAS SE ENCUENTRAN "NADANDO EN LOS ACEITES, LA CONSISTENCIA DEL ASFALTO ESTÁ FIJADA POR LOS ACEITES.

SI POR UN PROCESO DE DESTILACIÓN, POR EJEMPLO, REDUCIMOS LA PROPORCIÓN DE ACEITES, QUE SON LOS COMPONENTES MÁS LIGEROS, LOS NÚCLEOS COMIENZAN A PONERSE EN CONTACTO Y LA FRICCIÓN QUE ESTE FENÓMENO ORIGINA HACE QUE EL ASFALTO ADQUIERA VISCOSIDAD. LA PROPORCIÓN EN QUE ENTRA CADA UNO DE LOS COMPONENTES FIJA LA CONSISTENCIA DEL ASFALTO. SI PREDOMINAN LOS ASFALTENOS Y LAS RESINAS, Y EL CONTENIDO DE ACEITES ES BAJO, SE TIENEN LOS CEMENTOS ASFÁLTICOS.

LOS ACEITES PROTEGEN A LAS RESINAS Y A LOS ASFALTENOS DE LA OXIDACIÓN PROVOCADA POR LOS AGENTES DEL INTEMPERISMO Y, ES LÓGICO SUPONER, QUE ESTA PROTECCIÓN SERÁ MÁS EFICIENTE CUANTO MAYOR SEA LA PROPORCIÓN DE ACEITES EN EL ASFALTO. ESTA ACCIÓN DE LOS AGENTES DEL INTEMPERISMO PROVOCA CAMBIOS EN LA ESTRUCTURA INTERNA DEL ASFALTO, HACIENDO QUE CON EL TIEMPO LOS ACEITES SE TRANSFORMEN EN RESINAS, Y ÉSTAS A SU VEZ, EN ASFALTENOS, LO CUAL HACE AUMENTAR LA DUREZA DEL ASFALTO AL INCREMENTARSE LA PROPORCIÓN DE LOS ASFALTENOS.

PARA DISMINUIR EL EFECTO PERJUDICIAL DEL INTEMPERISMO, PRINCIPALMENTE EL PRODUCIDO POR LA LUZ SOLAR, CONVIENE QUE LA PELÍCULA DE ASFALTO SEA LO MÁS GRUESA POSIBLE, DESDE LUEGO CON UN ESPESOR COMPATIBLE CON LA ESTABILIDAD DE LA CARPETA O CAPA TRATADA, YA QUE EN PELÍCULAS DELGADAS SE ACELERAN LOS CAMBIOS EN LA ESTRUCTURA INTERNA DEL ASFALTO, A QUE SE HIZO MENCIÓN, Y SE ORIGINA UNA RIGIDEZ INCONVENIENTE EN LA CAPA.

LA TOTALIDAD DE LOS ASFALTOS QUE SE EMPLEAN EN LOS TRABAJOS DE PAVIMENTACIÓN SE OBTIENEN COMO SUBPRODUCTOS DEL PROCESO DE DESTILACIÓN DEL PETRÓLEO.

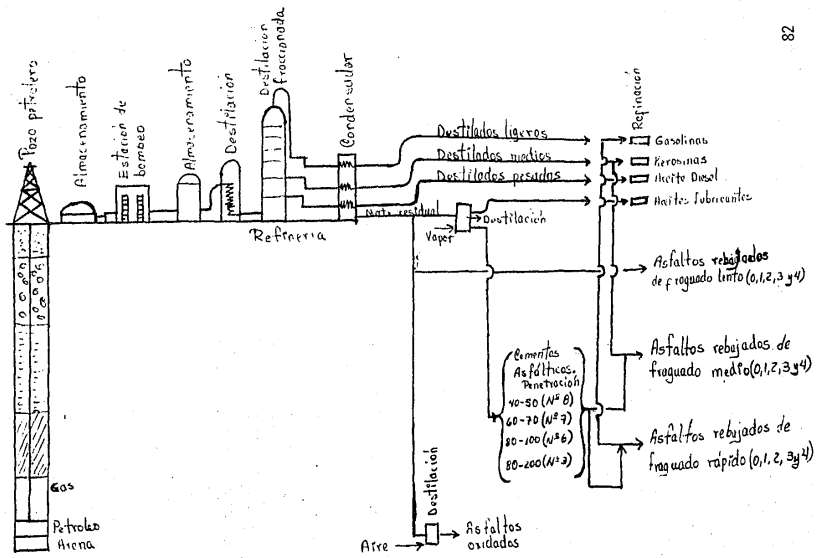
EL PETRÓLEO CRUDO QUE HA SIDO CONDUCIDO A LA REFINERÍA POR UN SISTEMA DE BOMBEO, ES SOMETIDO A UN PROCESO DE DESTILACIÓN QUE ESTÁ REPRESENTADO ESQUEMÁTICAMENTE EN EL GRABADO DE LA PÁGINA SIGUIENTE.

MEDIANTE LA ELEVACIÓN DE TEMPERATURAS Y PRESIONES SE LOGRA UNA DESTILACIÓN FRACCIONADA DE LOS HIDROCARBUROS QUE CONSTITUYEN EL PETRÓLEO, QUEDANDO SEPARADOS EN FUNCIÓN DE SUS DENSIDADES. LOS MÁS LIGEROS SE OBTIENEN EN LA PARTE SUPERIOR DE LA TORRE DE DESTILACIÓN, Y EN LA INFERIOR SE ACUMULAN LOS PRODUCTOS MÁS PESADOS QUE CONSTITUYEN EL RESIDUO Y QUE CONTIENEN LOS ASFALTOS.

EL MATERIAL RESIDUAL SE SOMETE A UN NUEVO PROCESO DE DESTILACIÓN EN EL QUE SE HACE UNA INYECCIÓN DE VAPOR, OBTENIÉNDOSE DOS PRODUCTOS: LOS ACEITES LUBRICANTES Y LOS CEMENTOS ASFÁLTICOS. ÉSTOS ÚLTIMOS SE CLASIFICAN DE ACUERDO CON SU DUREZA, MEDIDA POR LA PRUEBA ESTÁNDAR DE PENETRACIÓN. A MENOR ÍNDICE DE PENETRACIÓN CORRESPONDE MAYOR DUREZA.

LOS CEMENTOS ASFÁLTICOS EMPLEADOS COMUNMENTE EN TRABAJOS DE PAVIMENTACIÓN, SON LOS DE PENETRACIÓN COMPRENDIDA ENTRE 80 Y 100 (EL NÚMERO 6) Y ENTRE 180 Y 200 (EL NÚMERO 3).

EMPLEO DE ASFALTOS LÍQUIDOS:



Esquema del tratamiento del Petróleo para obtener los diversos productos asfálticos

TRATANDO DE ENCONTRAR UNA SOLUCIÓN QUE NO OBLIGUE AL USO DEL CALENTAMIENTO DEL MATERIAL PÉTREO EN LA CONSTRUCCIÓN DE LAS CARPETAS, SE HA RECURRIDO A DOS PROCEDIMIENTOS PARA ABATIR LA VISCOSIDAD DEL CEMENTO ASFÁLTICO:

- 10.- AGREGAR UN DISOLVENTE DEL ASFALTO QUE ACTÚE COMO VEHÍCULO PARA FACILITAR SU MANEJO Y APLICACIÓN AL MATERIAL PÉTREO Y QUE POSTERIORMENTE SE ELIMINARÁ CASI TOTALMENTE POR EVAPORACIÓN.
- 20.- EMULSIONAR EL ASFALTO PARA QUE EN FORMA DE PEQUEÑOS GLÓBULOS SE MANTENGA EN SUSPENSIÓN EN AGUA, Y QUE AL CONTACTO CON EL MATERIAL PÉTREO SE PRODUZCA UN ROMPIMIENTO DE LA EMULSIÓN, DEPOSITÁNDOSE EL ASFALTO EN FORMA DE PELÍCULA EN LA SUPERFICIE DE AQUEL.

EN EL PRIMER CASO, SE TIENEN LOS ASFALTOS REBAJADOS, MUY COMUNMENTE USADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS, TANTO PARA ELABORAR MEZCLAS COMO PARA LOS RIEGOS EN TRATAMIENTOS SUPERFICIALES,

DEL SEGUNDO CASO SE HABLARÁ MÁS ADELANTE.

CONTINUANDO CON LOS REBAJADOS TENEMOS QUE CUANDO SE UTILIZAN DESTILADOS LIGEROS (GASOLINAS NO REFINADAS) COMO DISOLVENTES, SE OBTIENEN LOS ASFALTOS REBAJADOS DE FRAGUADO RÁPIDO EN LOS QUE, COMO SU NOMBRE LO INDICA, EL DISOLVENTE SE PIERDE EN UN TIEMPO RELATIVAMENTE CORTO POR ESTAR CONSTITUIDO POR PRODUCTOS MUY VOLÁTILES,

SI SE UTILIZA UN DISOLVENTE DE VOLATILIDAD MEDIA (KEROSINA NO REFINADA) LA VISCOSIDAD DEL PRODUCTO VA AUMENTANDO MÁS LENTAMENTE QUE EN EL CASO ANTERIOR, AL IRSE PERDIENDO EN FORMA PAULATINA EL DISOLVENTE. ÉSTE ES EL CASO DE LOS REBAJADOS DE FRAGUADO MEDIO,

FINALMENTE TENEMOS EL CASO DE LOS REBAJADOS DE FRAGUADO LENTO EN QUE SE AGREGA EL CEMENTO ASFÁLTICO ACEITE DEL TIPO DIESEL, PARA OBTENER UN PRODUCTO SEMEJANTE AL MATERIAL RESIDUAL DE LA DESTILACIÓN PRIMARIA DEL PETRÓLEO. LA VOLATILIDAD DE ESTOS ACEITES ES MUY BAJA Y GRAN PARTE DE ELLOS QUEDAN INCORPORADOS AL ASFALTO, PROPORCIONÁNDOLE CARACTERÍSTICAS DE ALTA PENETRACIÓN. EN OTRAS PALABRAS LO HACEN MUY BLANDO. ÉSTE TIPO DE PRODUCTOS ES POCO USADO EN EL PAÍS.

LOS ASFALTOS REBAJADOS SE DENOMINAN CON LAS LITERALES FR, FM O FL, SEGÚN SE TRATE DE REBAJADOS DE FRAGUADO RÁPIDO, MEDIO O

LENTO, SEGUIDOS DE UN NÚMERO QUE INDICA LA PROPORCIÓN DE RESIDUO ASFÁLTICO EN EL PRODUCTO, O BIEN SU VISCOSIDAD, COMO SE OBSERVA EN LA SIGUIENTE TABLA EN QUE APARECEN PARCIALMENTE REPRODUCIDAS LAS ESPECIFICACIONES ACTUALES DE LA SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES.

OBSÉRVESE QUE TODOS LOS PRODUCTOS DEL MISMO NÚMERO YA SEAN REBAJADOS RÁPIDOS, MEDIOS O LENTOS, ORIGINALMENTE TIENEN LA MISMA VISCOSIDAD. SIN EMBARGO, ESTA VISCOSIDAD AUMENTA A MEDIDA QUE SE VAYA PERDIENDO EL DISOLVENTE, DE ACUERDO CON SU VOLATILIDAD, Y HABRÁ QUE ESCOGER EL TIPO DE PRODUCTO QUE MEJOR SE ADAPTE AL TRABAJO QUE VA A SER EJECUTADO, SEA ESTE UN RIEGO DE IMPREGNACIÓN DE LA BASE, UNA MEZCLA ASFÁLTICA PARA CARPETA O UNA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS, Y DE ACUERDO CON LAS CONDICIONES LOCALES DE LA OBRA. LOS NÚMEROS MÁS BAJOS CORRESPONDEN A LOS PRODUCTOS MENOS VISCOSOS QUE CONTIENEN MAYOR PROPORCIÓN DE DISOLVENTE.

ESPECIFICACIONES S.C.T. PARA ASFALTOS REBAJADOS

	FRAGUADO RÁPIDO					FRAGUADO MEDIO				FRAGUADO LENTO					
	FR-0	FR-1	FR-2	FR-3	FR-4	FM-0	FM-1	FM-2	FM-3	FM-4	FL-0	FL-1	FL-2	FL-3	FL-4
VISCOSIDAD SAYBOLT-FUROL, SEGUNDOS A 25°C	75-150					75-150				75-150					
A 50°C	75-150					75-150				75-150					
A 60°C	100-200/250-500					100-200/250-500				100-200/250-500					
A 82°C	125-250					125-250				125-250					
RESIDUO DE DESTILACIÓN A 360°C, % EN VOLUMEN	50+	60+	67+	78+	78+	50+	60+	67+	73+	78+					
DESTILADO TOTAL A 360°C % EN VOLUMEN											15-40	10-30	5-25	2-15	10
PENETRACIÓN DEL RESIDUO DE DESTILACIÓN, GRADOS	80 - 120					120 - 300									

LA EXPLICACIÓN DE PORQUÉ SE UTILIZÓ EL REBAJADO FM-1 PARA EL RIEGO DE IMPREGNACIÓN RADICA PRECISAMENTE EN LA VISCOSIDAD NECESARIA PARA LOGRAR UNA BUENA PENETRACIÓN EN LA BASE Y EL TIEMPO DE SU FRAGUADO QUE NO NECESARIAMENTE TIENE QUE SER RÁPIDO.

AHORA BIEN, UNA VEZ IMPREGNADA LA BASE Y PARA TENDER LA CARPETA (QUE EN NUESTRO CASO ES UNA BASE ESTABILIZADA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA) ES NECESARIO TENER UNA CAPA DE LIGA QUE SIRVA PARA UNIR LAS DOS CAPAS. Y AQUÍ ES PRECISAMENTE EL MOMENTO DE -- APLICAR EL RIEGO DE LIGA. GENERALMENTE EL RIEGO DE LIGA SE HACE CASI EN EL MOMENTO DE TENDER LA CARPETA. POR ESTA CONDICIÓN LOS REBAJADOS MÁS ADECUADOS PARA LA LIGA SON LOS DE FRAGUADO RÁPIDO SIENDO MÁS UTILIZADOS LOS FR-3 Y FR-4 O LAS EMULSIONES DE ROMPIMIENTO RÁPIDO. EN EL CAMINO EN ESTUDIO LA LIGA SE HIZO CON FR-3. PARA SU APLICACIÓN SE REVISABA PRIMERA MENTE LA SUPERFICIE POR CUBRIR, LA CUAL DEBERÁ ESTAR PERFECTAMENTE SECA Y SIN POLVO, YA QUE CON HUMEDAD EL FR-3 NO LIGA Y CON EL POLVO ES MUY MISIBLE. POR LO ANTERIOR SE PROCEDÍA A EFECTUAR UN BARRIDO DE LA SUPERFICIE IMPREGNADA CON CEPILLOS DE RAÍZ, BARRIENDO EXCLUSIVAMENTE LOS TRAMOS QUE PREVIAMENTE SE HABÍAN PREVISTO O CALCULADO PARA TENDER DURANTE EL JORNAL. EL RENDIMIENTO EN EL BARRIDO ERA SIMILAR AL EFECTUADO PARA EL RIEGO DE IMPREGNACIÓN, ES DECIR 8 PEONES Y UN CABO BARRÍAN 5500 M²/JORNAL.

SE DISPONÍAN DE OTROS TANQUES CON CAPACIDAD PARA 60,000 LTS. PARA EL ALMACENAMIENTO DEL FR-3, DE TAL MANERA QUE LA PETROLIZADORA EFECTUABA LAS MISMAS OPERACIONES QUE CON EL FM-1 INCLUYENDO EL CALENTAMIENTO DEL MATERIAL, SOLO QUE EN ESTE CASO SE ELEVABA LA TEMPERATURA A 90°C.

LAS CANTIDADES DE LIGANTE QUE SE EMPLEAN PARA ESTOS RIEGOS SON LAS MÍNIMAS NECESARIAS Y SIEMPRE DE ACUERDO CON LA SUPERFICIE A TRATAR, PERO SIEMPRE CUIDANDO DE HACER EL RIEGO PAREJO, ES DECIR QUE NO QUEDEN SUPERFICIES SIN ASFALTO, PORQUE SON OBIVAS LAS CONSECUENCIAS, Y TAMBIÉN NO TIRANDO ASFALTO EN DEMASÍA PORQUE SE PRODUCE UN "LLORADO" EN LA CAPA SUPRAYACENTE ADEMÁS DE UN CORRIMIENTO DE LA MISMA A MANERA DE ENCARPETA MIENTO. GENERALMENTE LAS CANTIDADES DE LIGANTE UTILIZADAS EN NUESTRO CASO FUERON DE 0.8 A 1.0 LTS/M². NO HAY UN VERDADERO DISEÑO PARA REALIZAR ESTE TIPO DE TRATAMIENTOS, SINO RECOMENDACIONES BASADAS EN LA EXPERIENCIA.

COMO EL RIEGO DE LIGA SE HACE MOMENTOS ANTES DEL TENDIDO DE LA CARPETA HABLAREMOS DEL PROCESO DE APLICACIÓN CUANDO SE HABLE DEL TENDIDO DE LA BASE.



RIEGO DE LIGA

Riego de Impregnación		Mezcla Asfáltica	
Riego de Liga	x		
Riego de Sello			

CONDICIONES ATMOSFERICAS:

Empezó:	h. 13	min. 30	Terminó:	h. 14	min. 50
Lectura Inicial	4000		Lectura Final:	700	
TEMPERATURA DEL ASFALTO AL SER REGADO:					90 °C

De Est.	A Est	Long. m.	Anch. m.	Area m2	Aia		Mat. Petreo		Asfalto	
					I	D	lt.	lt./m2	lt.	lt/m2
0+500	1+060	560	6.00	3360	x	x			3.300	0.98

N O R M A S

ASFALTO			ADITIVO			MATERIAL PETREO		
TIPO	PROPORCION		TIPO	PROPORCION		TIPO	PROPORCION	
E.R 3	1.00	lt/m2		%			lt/m2	
		lt/m3		lt/m3		BANCO.		

OBSERVACIONES: EL RIEGO SE EFECTUO EN CONDICIONES NORMALES, LA DOSIFICACION OBTENIDA SE CONSIDERA ACEPTABLE.

Riego de Impregnación		Mezcla Asfáltica
Riego de Liga	X	
Riego de Sello		

CONDICIONES ATMOSFERICAS:

Empezó: 14 h. 10 min. Terminó: 15 h. 10 min.

Lectura Inicial: 4000 Lectura Final: 800

TEMPERATURA DEL ASFALTO AL SER REGADO: 90 °C

De Est.	A Est	Long. m.	Anch. m.	Area m2	Alo		Mat. Petreo		Asfalto	
					I	D	lt	lt/m2	lt.	lt/m2
2+340	2+880	540	6,00	3240	X	X			3200	0,99

N O R M A S

ASFALTO		ADITIVO		MATERIAL PETREO	
TIPO	PROPORCION	TIPO	PROPORCION	TIPO	PROPORCION
FR-3	1,00lt/m2 lt/m3		% lt/m3		lt/m2
BANCO.					

OBSERVACIONES: EL RIEGO SE EFECTUO EN CONDICIONES NORMALES.
LA DOSIFICACION OBTENIDA SE CONSIDERA ACEPTABLE.

Vi:

III.2.- MATERIALES PARA LA BASE ASFÁLTICA,

DOS SON LOS PRINCIPALES COMPONENTES DE LA MEZCLA ASFÁLTICA: LAS EMULSIONES ASFÁLTICAS Y LA ARENA.

TEORÍA DE LAS EMULSIONES ASFÁLTICAS.-

HABLARÉ AHORA DEL ELEMENTO PRINCIPAL DE ESTE SUB-TEMA: LAS EMULSIONES ASFÁLTICAS. PODEMOS CONSIDERAR LA EMULSIÓN ASFÁLTICA COMO LA MEZCLA ÍNTIMA DE DOS LÍQUIDOS NO SOLUBLES ENTRE SÍ, EL ASFALTO Y EL AGUA, EN LA CUAL EL PRIMERO DE ELLOS SE ENCUENTRA DISPERSO EN EL SEGUNDO EN FORMA DE PEQUEÑOS GLÓBULOS CUYOS DIÁMETROS VARÍAN POR LO GENERAL ENTRE 2 Y 6 MICRAS. DEPENDIENDO DE LA CARGA ELÉCTRICA DE LA SUPERFICIE DE LOS GLÓBULOS DEL ASFALTO, LAS EMULSIONES SE CLASIFICAN EN:

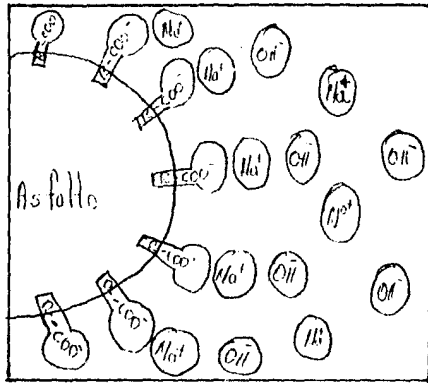
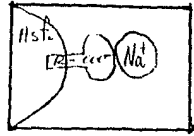
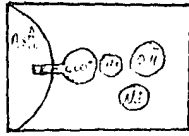
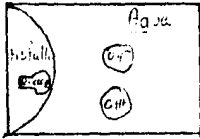
- A) ANIÓNICAS.- CON CARGA ELECTRONEGATIVA
- B) CATIÓNICAS.- CON CARGA ELECTROPOSITIVA
- C) NO IÓNICAS.- SIN CARGA ELÉCTRICA

LA PRIMERA DE ELLAS HA SIDO AMPLIAMENTE USADA EN LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS DESDE HACE MUCHOS AÑOS, HABIENDO ALCANZADO GRAN ACEPTACIÓN EN NUESTRO PAÍS. SIN EMBARGO, EL SEGUNDO TIPO DE EMULSIÓN O SEA LAS CATIÓNICAS, POR LAS VENTAJAS QUE POSTERIORMENTE EXPLICARÉ, HAN SUSTITUIDO EN LA ACTUALIDAD A LAS ANIÓNICAS GOZANDO AHORA DE GRAN POPULARIDAD, SOBRE TODO EN EL SURESTE DEL PAÍS.

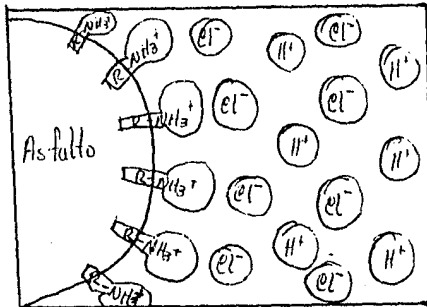
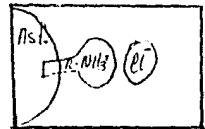
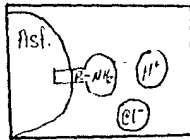
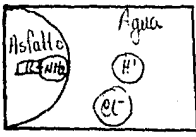
EL ÚLTIMO TIPO DE EMULSIÓN ASFÁLTICA, O SEA LA NO-IÓNICA, NO HA SIDO EMPLEADA A LA FECHA EN LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS Y HACE FALTA INVESTIGACIÓN SOBRE ELLA.

LA EMULSIÓN ASFÁLTICA ESTÁ FORMADA POR UN NÚMERO CONSIDERABLE DE PEQUEÑOS GLÓBULOS DE ASFALTO DISPERSOS EN EL AGUA. PARA EVITAR LA COALESCENCIA DE ESTOS GLÓBULOS Y MANTENERLOS EN SUSPENSION EN EL AGUA, ES NECESARIO EMPLEAR PEQUEÑAS CANTIDADES DE UN AGENTE EMULSIFICANTE, QUE ES UN COMPUESTO QUÍMICO COMPATIBLE TANTO CON EL ASFALTO COMO CON EL AGUA. PARTE DE LA MOLÉCULA DEL AGENTE EMULSIFICANTE PENETRA POR ADSORCIÓN EN EL ASFALTO (PARTE HIDROCARBONADA), Y EL RESTO QUEDA ORIENTADO HACIA LA SUPERFICIE DEL GLÓBULO EN LA FORMA EN QUE SE ILUSTRAN EN EL ESQUEMA. ÉSTA ÚLTIMA, LA LLAMADA PORCIÓN POLAR DE LA MOLÉCULA, FORMA UNA ESPECIE DE PELÍCULA PROTECTORA QUE MANTIENE CONFINADOS LOS GLÓBULOS DE ASFALTO Y A LA VEZ LES PROPORCIONA UNA CARGA ELÉCTRICA DE SUPERFICIE. COMO ESTA CARGA ES DEL MISMO SIGNO PARA UN DETERMINADO AGENTE EMULSIFICANTE EMPLEADO, EXISTE REPULSIÓN ENTRE LOS GLÓBULOS, QUE SE MANTIENEN

Emission Apícola



Emission Cotidiana



EN SUSPENSIÓN DEBIDO A LOS MOVIMIENTOS BROWNIANOS PRESENTES CUANDO EL TAMAÑO DE LOS GLÓBULOS NO ES EXCESIVO, EN ESTA FORMA SE GARANTIZA LA ESTABILIDAD DE LA EMULSIÓN.

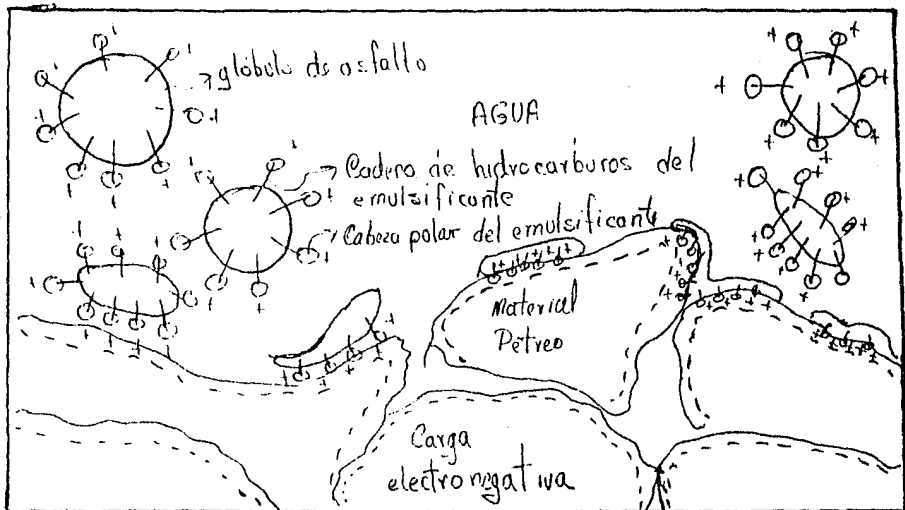
EN EL CASO DE LAS EMULSIONES ANIÓNICAS, LA CARGA ELÉCTRICA ES DE SIGNO NEGATIVO PRODUCIDA AL DISOCIARSE EL NAFTENATO DE SODIO QUE SE FORMA POR LA REACCIÓN ENTRE LOS ÁCIDOS NAFTÉNICOS PRESENTES EN EL ASFALTO Y LA SOSA CÁUSTICA EMPLEADA EN EL AGUA COMO AGENTE EMULSIFICANTE, SEGÚN SE ACLARA EN EL ESQUEMA.

EN EL CASO DE LAS EMULSIONES CATIONICAS EL PROCESO DE EMULSIFICACIÓN ES SEMEJANTE, SÓLO QUE EN ÉSTAS EL AGENTE ES COMUNEMENTE UN PRODUCTO AMINADO QUE AL DISOCIARSE PROPORCIONA UNA CARGA ELECTROPOSITIVA EN LA SUPERFICIE DEL GLÓBULO ASFÁLTICO.

ADEMÁS DE LA DIFERENCIA FUNDAMENTAL ENTRE AMBAS EMULSIONES, DEBIDA A SU CARGA ELÉCTRICA, SE OBSERVA TAMBIÉN QUE LAS EMULSIONES ANIÓNICAS SON DE CARÁCTER BÁSICO POR LA PRESENCIA DE LOS IONES OH DE LA SOSA CÁUSTICA (HIDRÓXIDO DE SODIO $\text{Na}+\text{OH}^-$), MIENTRAS QUE LAS EMULSIONES CATIONICAS GENERALMENTE TIENEN UN CARÁCTER ÁCIDO DEBIDO A LA PRESENCIA DEL IÓN H^+ DEL ÁCIDO CLORHÍDRICO ($\text{H}+\text{CL}^-$) QUE SE UTILIZA NORMALMENTE EN SU FABRICACIÓN.

CUANDO PONEMOS UNA EMULSIÓN ANIÓNICA, CON CARGA ELÉCTRICA NEGATIVA, EN CONTACTO CON UN MATERIAL PÉTREO QUE PRESENTA CARGAS ELECTROPOSITIVAS EN SU SUPERFICIE, LA EMULSIÓN TENDERÁ A ROMPERSE POR LA ADHERENCIA DEL ASFALTO AL MATERIAL PÉTREO, PERO COMO EN ESTE CASO ES RELATIVAMENTE BAJA LA ATRACCIÓN EN AMBOS MATERIALES, ES PRECISO QUE SE PRODUZCA UN DESEQUILIBRIO EN LA EMULSIÓN, PROVOCADO GENERALMENTE POR LA EVAPORACIÓN DEL AGUA, PARA QUE SE LLEVE A CABO EL ROMPIMIENTO Y SE FORME LA PELÍCULA ASFÁLTICA QUE CUBRA EL MATERIAL PÉTREO,

OTRO TANTO ACONTECE EN EL CASO DE EMULSIONES CATIONICAS DE CARGA ELECTROPOSITIVA, SÓLO QUE EN ESTE CASO EL ROMPIMIENTO DE LA EMULSIÓN ES MUY RÁPIDO POR SER INTENSA LA ATRACCIÓN, Y NO SE REQUIERE QUE EXISTA LA EVAPORACIÓN DEL AGUA PARA QUE EL EQUILIBRIO SE ROMPA. ÉSTO SE MUESTRA EN LAS SIGUIENTES GRÁFICAS QUE DAN UNA BUENA IDEA DE QUÉ TAN GRANDE ES ESTA ATRACCIÓN SI SE OBSERVA QUE AÚN DENTRO DEL AGUA LOS MATERIALES PÉTREOS PUEDEN CUBRIRSE CON LA PELÍCULA DE EMULSIÓN CATIONICA, EN LA PRÁCTICA SE HAN OBSERVADO MEJORES RESULTADOS AL UTILIZAR EMULSIONES CATIONICAS CUANDO HAY HUMEDAD PRESENTE EN EL MATERIAL PÉTREO,



EN LA FIGURA ANTERIOR SE PRESENTA EN FORMA ESQUEMÁTICA EL CUBRIMIENTO DE UN MATERIAL PÉTREO ÁCIDO CON CARGA ELECTRONEGATIVA EN SU SUPERFICIE POR LA EMULSIÓN CATIONICA. OBSÉRVESE COMO LOS GLOBULOS DE ASFALTO DE FORMA ESFÉRICA, AL ACERCARSE AL MATERIAL PÉTREO, SE VAN DEFORMANDO POR LA ATRACCIÓN DE LAS CARGAS ELÉCTRICAS DE DIFERENTE SIGNO, Y FINALMENTE, AL PONERSE EN CONTACTO CON ÉSTE SE EXTIENDE EN FORMA DE PELÍCULA.

AHORA BIEN COMO ES LA EMULSIÓN LA QUE SE ADECUA EN SU TIPO AL MATERIAL PÉTREO (ARENA EN ESTE CASO) EXISTENTE EN LA REGIÓN, DEJAREMOS DE HABLAR AQUÍ DE LAS EMULSIONES PARA ANALIZAR LA ARENA UTILIZADA EN EL CAMINO.

LA ARENA, ES EN ESTE CASO, EL OTRO COMPONENTE DE LA MEZCLA ASFÁLTICA, Y LA PRINCIPAL RESPONSABLE DE LA ESTABILIDAD DE LA BASE Y DE LA PROPIEDAD DE RESISTIR, SIN DEFORMARSE, LAS PRESIONES QUE TRANSMITEN LAS LLANTAS DE LOS VEHÍCULOS. DEBERÁ ESTAR CONSTITUIDA POR PARTÍCULAS SANAS Y DURABLES QUE TENGAN AFINIDAD POR EL ASFALTO, GRADUADAS Y CLASIFICADAS CONVENIENTEMENTE.

POR LO ANTERIOR SE LOCALIZÓ UN BANCO (EL No.1; VER PLANO GENERAL) DE ARENAS DE SEDIMENTACIÓN MECÁNICA EN EL RÍO UXPANAPA,

LOS CUALES SE ANALIZARON Y CUYOS RESULTADOS SE PRESENTAN EN PÁGINAS POSTERIORES.

LAS PRUEBAS HECHAS A LA ARENA FUERON LAS SIGUIENTES:

- A) IDENTIFICACIÓN PETROGRÁFICA
 - B) GRANULOMETRÍA
 - C) PESO VOLUMÉTRICO
 - D) EQUIVALENTE DE ARENA.
- A).- LA ARENA, REPITIENDO, ES SEDIMENTARIA DE RÍO DE ORIGEN MECÁNICO, NOTÁNDOSE UNA CANTIDAD CONSIDERABLE DE PARTÍCULAS CUARZOSAS, CON TAMAÑO MÁXIMO DE 6.35 MM (1/4") Y CON UNA PORCIÓN DE APROXIMADAMENTE 3% DE PARTÍCULAS FINAS QUE PASAN LA MALLA 200 COMO PUEDE VERSE EN LA CURVA GRANULOMÉTRICA DE LA PÁGINA SIGUIENTE.
- B).- GRANULOMETRÍA.- VER CARTA EN LA SIGUIENTE PÁGINA.
- C).- PESO VOLUMÉTRICO.- EL PESO VOLUMÉTRICO SECO SUELTO FUE EN PROMEDIO DE 1585 KG/M³.
- D).- EL EQUIVALENTE DE ARENA ES UN ÍNDICE IMPORTANTE EN LA ARENA YA QUE CON ÉL PODEMOS INVESTIGAR LA PRESENCIA O AUSENCIA DE FINOS ACTIVOS QUE PUEDEN SER PERJUDICIALES PARA LOS AGREGADOS PÉTREOS DENTRO DE LA ESTRUCTURA DE UN PAVIMENTO.

EL EQUIVALENTE DE ARENA FUE DE 89%.

CABE HACER LA OBSERVACIÓN QUE DURANTE LA CONSTRUCCIÓN SE SIGUIÓ MUESTREANDO EL MATERIAL NOTÁNDOSE VARIACIÓN EN LA GRANULOMETRÍA LA CUAL SE HIZO MÁS UNIFORME COMO SE VERÁ MÁS ADELANTE EN INFORMES HECHOS POR EL LABORATORIO. PERO QUE SIN EMBARGO NO HUBO NECESIDAD DE CAMBIAR EL DISEÑO DE LA EMULSIÓN.

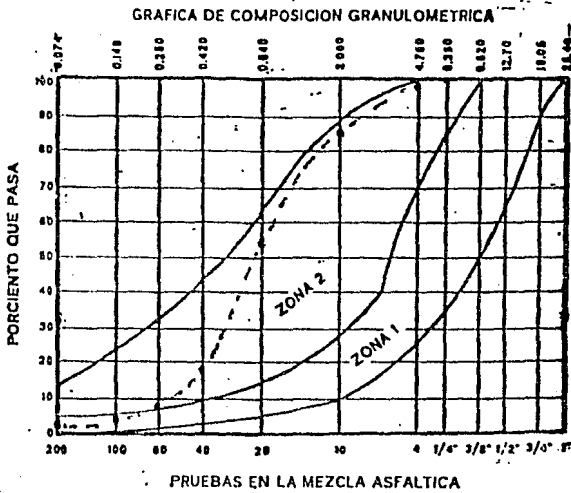
BIÉN, COMO MENCIONÉ ANTERIORMENTE, UNA VEZ SELECCIONADO EL MATERIAL PÉTREO, EL SIGUIENTE PASO FUE EL DISEÑO DE LA EMULSIÓN MÁS ADECUADA, LA CUAL LA HIZO EL LABORATORIO DE LA PLANTA DE EMULSIONES ASFÁLTICAS DE CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS EN LA ESTACIÓN CHONTALPA DEL ESTADO DE TABASCO. ESTE DISEÑO SE LOGRÓ A PARTIR DE PRACTICAR MEZCLAS A NIVEL LABORATORIO BUSCANDO LA MEZCLA ÓPTIMA ES DECIR LA QUE NOS GARANTICE UNA ADECUADA ESTABILIDAD, ADHERENCIA, MANEJABILIDAD Y CUBRIMIENTO CON EL MÍNIMO DE RESIDUO ASFÁLTICO.

DE ACUERDO A LAS CARACTERÍSTICAS DE LA ARENA LA EMULSIÓN RECOMENDADA FUE DEL GRADO DE ROMPIMIENTO MEDIO CON 1.5 A 2.5% DE

PROCEDENCIA: CONCRETO PARA CARRETERO FECHA INICIO: 10 MAR. DE 1968
1.000.000,00

PRUEBAS SOBRE MATERIAL PETREO

CLASIFICACION PETROGRAFICA
ARENA DE RIO
 PISO VOL. SUJETO 1585
 % QUE PASA MALLA
 1" _____
 3/4" _____
 1/2" _____
 3/8" _____
 1/4" 100
 No. 4 99
 " 10 86
 " 20 55
 " 40 16
 " 60 8
 " 100 4
 " 200 2
 DENSIDAD 2.6
 ABSORCION 1.1
 DESGASTE _____
 EQUIVALENTE DE ARENA _____
 ALTARIZADO DEL ASFALTO _____



TIPO <u>EMULSION ASPHALTICA</u>	CONT. OPT. DE ASFALTO (%) _____ (*)	GRADO DE COMPACTACION EN CARPETA % _____
TEMPERATURA RECOMENDABLE DE APLICACION <u>110-120</u>	PESO VOL. MAX. EN MEZCLA COMPACTA (Kg/cm ³) _____	CONT. ASFALTO EN MEZCLA _____
PENETRACION <u>70-100</u>	ADITIVO RECOMENDADO _____	PERMEABILIDAD DE LA CARPETA _____

(*) NOTA: EL CONTENIDO DE ASFALTO SE REFIERE AL RESIDUO ASFALTICO DEL PRODUCTO UTILIZANDO EXPRESADO COMO % EN PESO DEL MATERIAL PETREO SECO.

RECOMENDACIONES

CONTENIDO ASFALTICO OPTIMO TEORICO RECOMENDABLE	5.6
TIPO DE EMULSION	ROLI EN GRUPO MEDIO (2)
LITROS DE EMULSION/100	135 = 140
HUMEDAD PARA EMULSION, %	4 = 6

DAIOS DEL MUESTREO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ARENA DE BANCO	PARA USARSE EN	BASE ASFALTICA
	CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO			
	TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO			
	UBICACION DEL BANCO DE DONDE PROCEDE EL MATERIAL PETRO			
	TRAMO DE Km	A Km		

CARACTERISTICAS DEL MATERIAL PETRO	
P.E. SECO SUJITO, kg/m ³	1360
EQUIV. ARENA, %	
CONTRACCION LINEAL	
DESgaste, %	
PART. ALAPGADAS, %	
PART. LAJADAS, %	
ADHERENCIA	
% DE TRIT.	

COMPOSICION GRANULOMETRICA	T. MAXIMO	
	DESPERDICIO %	
	MAILLA	% QUE PASA
	Núm. 25.0	
	" 19.0	
	" 12.5	
	" 9.5	
	" 6.3	
	" 4.75	100
	" 2.60	99
" 0.850	90	
" 0.425	28	
" 0.250	7	
" 0.150	4	
" 0.075	2	

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA

Mallas Núm.	% que pasa
0.075	2
0.150	4
0.250	7
0.425	28
0.850	90
2.00	99
4.75	100
6.3	100
9.5	100
12.5	100
19.0	100
25.0	100

SUP. ESPECIFICA, m ² /kg		CARACT. DEL ASFALTO	PRUEBAS EN LA MEZCLA ASFALTICA		
DENSIDAD		TIPO	CONT. DE ASF. % EN PESO	P.E. SUJITO kg/m ³	
ABSORCION, %		DENSIDAD	ASF. EN MEZCLA % EN PESO	P.E. MAX kg/m ³	
INDICE ASFALTICO, kg/m ³		RESIDIO ASF. %	CONT. DE SOLV. (V)	P.E. DEL LUGAR kg/m ³	

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES VER ENSAYE No. 502....	LIMITE LIQUIDO = 25.0 LIMITE PLASTICO = N.P. CONTRACCION LINEAL = ENAP.
---	---

EL ELABORADORISTA	EL JEFE DEL LABORATORIO	Vo. No.
-------------------	-------------------------	---------

SOLVENTE, CLASIFICADA POR CPFISC COMO EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIONICA DE ROMPIMIENTO MEDIO-(2).

EL "ROMPIMIENTO" DE UNA EMULSIÓN ES LA ROTURA DE LA ESTRUCTURA MOLECULAR DE LA MEZCLA AGUA-ASFALTO, ES DECIR LA SEPARACIÓN DE LAS DOS FASES EN PRESENCIA DEL MATERIAL PÉTREO. EL GRADO DE ROMPIMIENTO YA SEA RÁPIDO, MEDIO O LENTO, DEPENDE DEL TIPO DE EMULSIFICANTE QUE SE USE AL ELABORAR LA EMULSIÓN, Y ES UN ELEMENTO IMPORTANTE PARA EL DISEÑO Y ADECUACIÓN DE LA MISMA.

ESTA EMULSIÓN VINO A SER UN COMPUESTO ENTONCES DE

62% DE CEMENTO ASFÁLTICO (C.A.)

36% DE AGUA

2 % DE EMULSIFICANTE.

EN LA PÁGINA SIGUIENTE SE MUESTRA EL RESULTADO DE LA PRUEBA HECHA A LA EMULSIÓN MUESTREADA EN EL TANQUE DE ALMACENAMIENTO POR EL LABORATORIO. EL MÉTODO DE PRUEBA FUE EL DE RÓTAREX SIMPLE.

LA EMULSIÓN SE ACARREABA EN PIPAS DE 40,000 LITROS DE LA PLANTA EN LA ESTACIÓN CHONTALPA, TABASCO, Y SE ALMACENABA EN UN TANQUE DE 5,000 BARRILES PRESTADO POR PEMEX AL CONTRATISTA, COMO PUEDE VERSE EN LA FOTOGRAFÍA DE PÁGINAS POSTERIORES. A ESTE TANQUE SE LE ADAPTÓ UNA BOMBA DE ASFALTO DE 3" CONECTADA A UN TUBO EN LA PARTE BAJA DEL TANQUE. ESTO SE HIZO CON LA FINALIDAD DE HACERLE UNA RECIRCULACIÓN A LA EMULSIÓN EN EL TANQUE CADA 5 DÍAS, RECOMENDACIÓN HECHA POR LA PLANTA DE CPFISC PARA EVITAR EL ASENTAMIENTO DEL RESIDUO ASFÁLTICO. DE TAL MANERA QUE SE EXTRAÍA POR ABAJO Y SE REGRESABA POR ARRIBA LOGRÁNDOSE UNA BUENA RECIRCULACIÓN EN CASOS CUANDO SE AMERITABA LA ACCIÓN, ASÍ COMO TAMBIÉN EL LLENADO DE LA PIPA, PROPIEDAD DE LA COMPAÑÍA CONTRATISTA, QUE LLEVABA LA EMULSIÓN DEL TANQUE A LA PLANTA ESTACIONARIA DONDE SE ELABORABA LA MEZCLA ASFÁLTICA.

LA ARENA SE EXTRAJO DEL RÍO UXPANAPA CON UNA DRAGA DE ARRASTRE Y SE ALMACENÓ A ORILLAS DEL MISMO. DE AHÍ SE CARGABA CON TRAXCAVO Y SE ACARREABA EN CAMIONES DE VOLTEO HASTA LAS TOLVAS DE LA PLANTA MEZCLADORA ESTACIONARIA, NO SIN ANTES HABERLA DEJADO UN PERÍODO DE TIEMPO CONSIDERABLE AMONTONADA PARA QUE SE LE ESCURRIERA EL AGUA EXCESIVA; AL FINAL LE QUEDÓ APROXIMADAMENTE UN 6% DE HUMEDAD. ÉSTE DETALLE ES IMPORTANTE YA QUE PARA CADA MEZCLA HAY UN ÓPTIMO DE HUMEDAD DE MEZCLADO COMO SE VERÁ ENSEGUIDA.

RESIDENCIA DE LABORATORIOS
R E P O R T E G E N E R A L

Muestra de	EMULSION CATIONICA	Expediente Núm.	1551
Procedencia	PLANTA DE CHACALAPA	Ensaye Núm.	1551
Localización	KM: 27-800 CON 500 MTS. DESV. BERECHA	Fecha de Recibo	JUNIO 7 DE 1983
Enviada por	PERSONAL DE LABORATORIO	Fecha de Informe	JUNIO 16 DE 1983

EL CONTENIDO DE CEMENTO ASFALTICO OBTENIDO EN LA EMULSION
SE DETERMINO POR EL METODO DIRECTO DE PERDIDA DE HUMEDAD MAS
EMULSIFICANTE.

<u>ENSAYES</u>	<u>MUESTRA</u>	<u>% C.ASF.</u>	<u>% HUMEDAD</u>
1536	1	62.4	37.6
1537	2	63.7	36.3

OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS QUE SE REPORTAN SE TOMARON DEL TANQUE DE AL-
MACENAMIENTO. LOS RESULTADOS OBTENIDOS SE CONSIDERAN ACEPTABLES.

R E P O R T E G E N E R A L

Muestra de <u>EMULSION CATIONICA</u>	Expediente Núm. _____
Procedencia <u>PLANTA DE CHACALAPA</u>	Ensayo Núm. <u>1532</u>
Localización <u>KM: 27+800 CON 600 MTS. DESV. DERECHA</u>	Fecha de Recibo <u>JUNIO 7 DE 1963</u>
Enviada por <u>PERSONAL DE LABORATORIO</u>	Fecha de Informe <u>JUNIO 16 DE 1963</u>

EL CONTENIDO DE CEMENTO ASFALTICO OBTENIDO EN LA EMULSION
SE DETERMINO POR EL METODO DIRECTO DE PERDIDA DE HUMEDAD MAS
EMULSIFICANTE.

<u>ENSAYES</u>	<u>MUESTRA</u>	<u>% C.A.S.P.</u>	<u>% HUMEDAD</u>
1538	1	64.4	35.6
1539	2	64.6	35.4

OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS QUE SE REPORTAN SE TOMARON DIRECTO DE LA NO-
DRIZA. LOS RESULTADOS OBTENIDOS SE CONSIDERAN ACEPTABLES.

ESTA HUMEDAD IMPERANTE EN LA ARENA DURANTE TODO EL PERÍODO DE CONSTRUCCIÓN DEBIDO AL CLIMA NETAMENTE DE LA REGIÓN, ES EL ELEMENTO DECISIVO PARA DETERMINAR QUE LA ESTABILIZACIÓN DE LA BASE SEA CON ALGÚN TIPO DE EMULSIÓN, POR SUS CARACTERÍSTICAS YA CONOCIDAS, Y NO POR ALGÚN REBAJADO ASFÁLTICO.

III.3.- LA BASE ASFÁLTICA,

DEBIDO A LA DIFICULTAD QUE EXISTE EN LA REGIÓN PARA CONSEGUIR AGREGADOS PÉTREOS DE CALIDAD ADECUADA PARA UNA BASE HIDRÁULICA (PROBLEMA FUNDAMENTAL COMO HABÍAMOS DICHO EN UN PRINCIPIO DEL TRABAJO) Y A LA PRESENCIA DE UN GRAN VOLUMEN DE ARENA EN EL RÍO UXPANAPA Y ADEMÁS DE BUENA CALIDAD, SE TOMÓ LA DECISIÓN DE HACER LA BASE CON EMULSIÓN, ES DECIR UNA BASE ESTABILIZADA CON ASFALTO. ESTA CAPA TENDRÁ UNA FUNCIÓN ESTRUCTURAL, MÁS QUE OTRA COSA, QUE CONSISTA EN PROPORCIONAR UN ELEMENTO RESISTENTE A LA ACCIÓN DE LAS CARGAS DEL TRÁNSITO Y CAPAZ DE TRANSMITIR LOS ESFUERZOS RESULTANTES CON INTENSIDADES ADECUADAS A LAS CAPAS INFERIORES, EN ESTE CASO LA FUNCIÓN DRENANTE SERÁ CASI NULA Y QUIEN VERDADERAMENTE DESEMPEÑARÁ ESTA FUNCIÓN SERÁ LA SUB-BASE.

LOS EFECTOS ESTABILIZANTES DEL ASFALTO OCURREN A TRAVÉS DE DOS MECANISMOS:

- A) EL PRIMERO ES UNA LIGA ESTABLECIDA ENTRE LAS PARTÍCULAS A TRAVÉS DEL ASFALTO, LO QUE DA UNA "COHESIÓN" AL CONJUNTO.
- B) EL SEGUNDO ES LA PROTECCIÓN AL MATERIAL Y A LA CAPA CONTRA LA ACCIÓN DEL AGUA.

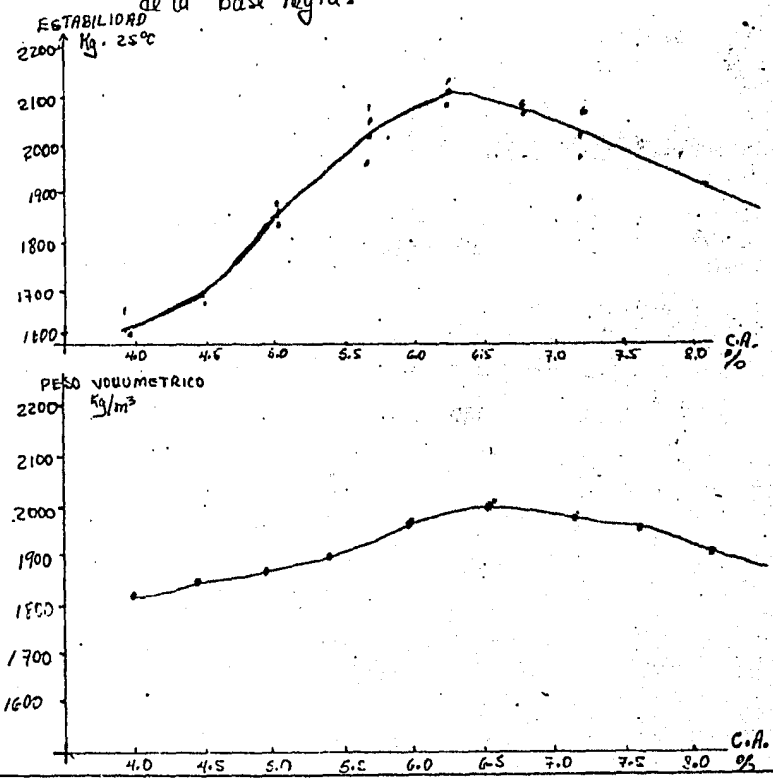
AL ESTABILIZAR ESTE MATERIAL SE BUSCÓ QUE TUVIERA LAS PROPIEDADES SIGUIENTES: (CABE ACLARAR AQUÍ QUE LAS SIGUIENTES PRUEBAS SE HICIERON A MEZCLAS HECHAS EN EL LABORATORIO PARA SU DISEÑO).

- A) PESO VOLUMÉTRICO SECO; EL CUAL, COMO PUEDE VERSE EN EL RESULTADO DE LA PRUEBA HUBBARD FIELD ANEXA, MEJORÓ.
- B) RESISTENCIA; BUSCAR EL ÓPTIMO DE ASFALTO PARA TENER EL MÁXIMO DE RESISTENCIA, LO CUAL SE MIDE CON UNA PRUEBA DE COMPRESIÓN SIMPLE.
- C) VALOR RELATIVO DE SOPORTE; ESTE ELEMENTO ES IMPORTANTE YA QUE ES COMÚN EXTENDER LA UTILIZACIÓN DEL MÉTODO DE DISEÑO CON BASE EN EL V.R.S., COMO DE HECHO SE HIZO EN ESTE CASO. EN LAS PÁGINAS SIGUIENTES SE MUESTRAN RESULTADOS DE LA PRUEBA VRS PRACTICADA A LA MEZCLA ARENA-EMULSIÓN.

FORMA GENERAL DE REPORTE

OBRA <u>EL PLAN-ROCAL</u>	ENSAYES N°
LOCALIZACION <u>CAS. NICOPAS VER.</u> <small>(CIUDAD, CABINO, TRAMO, KILOMETRO, ORIGEN DEL CADENAMIENTO, ETC.)</small>	FECHA DE RECIBO
	FECHA DE INFORME <u>ABRIL-93</u>

Resultados de la prueba Hubbard Field
hecha a la mezcla de arena-emulsión
de la base negra.



EL LABORATORISTA	EL JEFE DEL LABORATORIO	Yo. de.

- D) ESTABILIDAD: ESTA CARACTERÍSTICA TAMBIÉN ES IMPORTANTE PARA EL BUEN FUNCIONAMIENTO DE LA CAPA EN LA ESTRUCTURA SIN DEFORMARSE CON O SIN PRESENCIA DE HUMEDAD.

LA PRUEBA HUBBAR FIELD NOS PROPORCIONÓ EN BASE A LO ANTERIOR EL ÓPTIMO DE ASFALTO COMO SE VE EN EL RESULTADO DE LA PRUEBA PRESENTADA EN SEGUIDA Y EL CUAL ES DE 6.5%.

AL BUSCAR EL ÓPTIMO DE ASFALTO TAMBIÉN SE BUSCÓ TENER EN LA MEZCLA UN BUEN CUBRIMIENTO, REPARTICIÓN Y MANEJABILIDAD.

BIÉN, CON ESTE DATO, PODEMOS CONOCER LA CANTIDAD DE LITROS DE EMULSIÓN QUE ES NECESARIO INCORPORARLE A UN METRO CÚBICO DE ARENA PARA OBTENER EN CAMPO NUESTRA MEZCLA ASFÁLTICA.

TENEMOS LOS SIGUIENTES DATOS:

P.V.S.S. DE LA ARENA = 1470 KG/M³ EN PROMEDIO

ÓPTIMO DE ASFALTO = 6.5%

RESIDUO ASFÁLTICO EN LA EMULSIÓN = 62%

LITROS/M³ = $\frac{1470 \times 0.065}{0.62} = 154$ LITROS DE EMULSIÓN/M³.

III.4.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

EL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA BASE SE PUEDE RESUMIR EN LAS SIGUIENTES OPERACIONES EFECTUADAS:

- 1.- SUMINISTRO DE ARENA Y EMULSIÓN A LAS TOLVAS Y TANQUES DE ALMACENAMIENTO RESPECTIVAMENTE EN LA PLANTA DE MEZCLADO.
 - 2.- ELABORACIÓN DE LA MEZCLA EN LA PLANTA ESTACIONARIA.
 - 3.- ACARREO, TIRO Y ACAMELLONAMIENTO DE LA MEZCLA EN CAMINO.
 - 4.- EVAPORACIÓN PARCIAL DEL AGUA, TENDIDO Y COMPACTACIÓN DEL MATERIAL PARA LA FORMACIÓN DE LA CAPA.
- 1.- PARA EL SUMINISTRO DE ARENA SE CONTABA CON UN CARGADOR FRONTAL SOBRE ORUGAS DE 2YD³ DE CAPACIDAD, EL CUAL CARGABA EN EL ALMACENAMIENTO A CAMIONES DE VOLTEO DE 6 M³ DE CAPACIDAD DE LA UNIÓN DE TRANSPORTISTAS CTM; Y SE ACARREABAN EXCLUSIVAMENTE LA CANTIDAD DE VIAJES DE QUE FUE-

RA CAPAZ LA PLANTA ESTACIONARIA DE TRANSFORMAR EN MEZCLA LOS CUALES ERAN DEL ORDEN DE 60 VIAJES POR DÍA O 7.5 VIAJES POR HORA. LA DISTANCIA DE ACARREO DE LOS CAMIONES ERA DE 14 KM. SOBRE TERRACERÍA Y 12 Kms. SOBRE PAVIMENTO. EL CICLO POR CAMIÓN PARA EFECTUAR UN VIAJE COMPLETO ERA DE UNA HORA.

POR LO QUE EL EQUIPO COMPLETO DE SUMINISTRO ERA DE:

UN TRAXCAVO DE 2YD3
8 CAMIONES DE VOLTEO

POR LO QUE RESPECTA AL SUMINISTRO DE EMULSIÓN, YA SE HABLÓ DE CÓMO SE ALMACENABA EN EL TANQUE DE 800,000 LITROS. BIÉN, DE AHÍ SE TRANSPORTABA POR MEDIO DE UNA PIPA DE 20,000 LITROS A LOS TANQUES ESTACIONARIOS DE 6 00 LITROS DE CAPACIDAD CADA UNO, CONECTADOS A LA BOMBA DE LA PLANTA MEZCLADORA. LA CANTIDAD DIARIA DE EMULSIÓN POR SUMINISTRAR A ESTOS TANQUES ERA DE $360\text{m}^3 \times 154 \text{ L/m}^3 = 55,440$ LTS/DÍA. LA PIPA CONSTABA DE UN TANQUE DE 20,000 LITROS JALADO POR UN CAMIÓN DE VOLTEO AL CUAL SE LE QUITÓ LA CAJA Y SE LE ADAPTÓ UNA QUINTA RUEDA PARA ENGANCHAR EL TANQUE. ESTA PIPA HACÍA TRES VIAJES AL DÍA PARA LLEVAR $3 \times 20,000 = 60,000$ LITROS, CON LO CUAL SE CUBRÍA LA PRODUCCIÓN DIARIA.

2.- ELABORACIÓN DE LA MEZCLA EN PLANTA ESTACIONARIA.

LA PLANTA DOSIFICADORA (ESTABILIZADORA) QUE SE USÓ FUE UNA PLANTA DEL TIPO BARBER-GREEN KR-60 CON UNA PRODUCCIÓN DE 45 M³/HR.

ESTA PLANTA CONSISTÍA DE LAS SIGUIENTES PARTES:

- A) UNA TOLVA DE 12 M³ DE CAPACIDAD PARA RECIBIR ARENA, QUE ERA VACIADA DIRECTAMENTE DE LOS CAMIONES CONFORME IBAN LLEGANDO, DE TAL MANERA QUE SE ADECUABA EL ACARREO DE ESTA ARENA A LA PRODUCCIÓN DE LA PLANTA, ES DECIR HABÍA QUE ACARREAR 45 M³/HR.

EN ESTA TOLVA SE HACÍA UNA PRIMERA APROXIMACIÓN DE LA DOSIFICACIÓN DE LA ARENA A UNA BANDA TRANSPORTADORA MOVIDA CON UN MOTOR ELÉCTRICO INDEPENDIENTE DEL MOTOR GENERAL DE LA MÁQUINA. LA ARENA CAÍA DE LA BANDA TRANSPORTADORA A UNA PEQUEÑA SEGUNDA TOLVA CON LA QUE SE HACÍA LA DOSIFICACIÓN FINAL AL SALIR LA ARENA POR UNA COMPUERTA CUYA ABERTURA SE CONTROLABA EN FUNCIÓN DE LA VELOCIDAD DE LA BANDA TRANSPORTADORA

QUE LA LLEVABA HASTA LA CAJA DE MEZCLADO, MÁS ADELANTE SE DAN LOS DATOS DE ESTA BANDA QUE ERA DE VELOCIDAD CONSTANTE. LA CAJA DE MEZCLADO CONSTA DE UN ÁRBOL CON SUS PALETAS FORMANDO UN GUSANO SINFIN PARA IMPULSAR LA MEZCLA HACIA LA BOCA DE DESCARGA.

SE DEBÍA OBSERVAR QUE LA HUMEDAD DE LA ARENA FUERA APROXIMADAMENTE LA DE ABSORCIÓN LA CUAL SE CONOCÍA EN EL LABORATORIO Y SE CONTROLABA EN FORMA PRÁCTICA.

EL ANCHO DE LA SEGUNDA BANDA ERA DE 0,60 M, Y SU VELOCIDAD DE 10,5 M/MIN, DE TAL MANERA QUE LA ABERTURA DE LA COMPUERTA VERTICAL ERA DE:

$$Q = AV = HL (V) = 45 \text{ M}^3/\text{HORA}$$

$$H = \frac{Q}{LV} ; V = 10,5 \text{ M/MIN} = 630 \text{ M/HR.}$$

$$H = \frac{45 \text{ M}^3/\text{HR}}{0,60\text{M} \times 630\text{M/HR}} = 0,12 \text{ M.}$$

L = ANCHO DE LA BANDA DE VELOCIDAD CONSTANTE

V = VELOCIDAD DE LA BANDA

H = ABERTURA VERTICAL DE LA COMPUERTA.

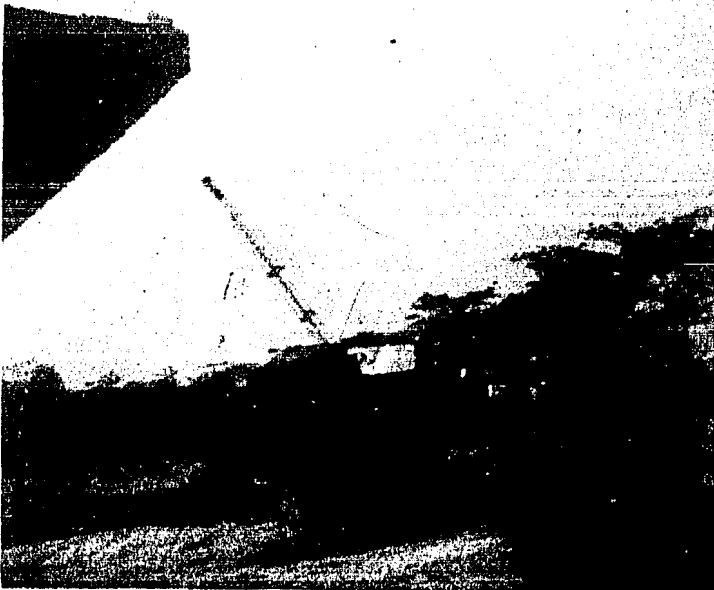
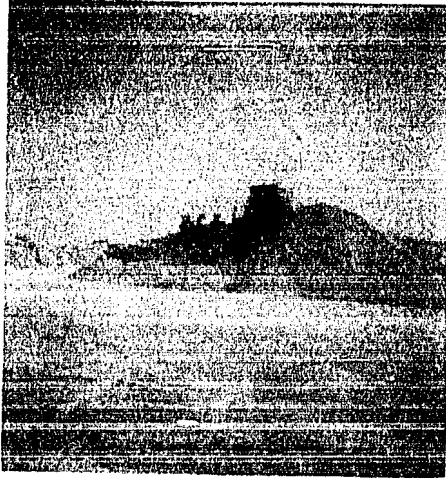
PARA EL GASTO DE LA EMULSIÓN SE REGULABA LA BOMBA QUE EXTRAÍA LA EMULSIÓN DE LOS TANQUES INTERCONECTADOS DE 6,000 LTS. CADA UNO, DE ACUERDO A LAS REVOLUCIONES POR MINUTO DE LA MISMA Y DEL GASTO POR MINUTO DE LA ARENA.

EL GASTO POR MINUTO DE LA ARENA ES DE = 0,75 M³/MIN

EL GASTO DE EMULSIÓN POR MINUTO NECESARIO SERÁ DE:

$$0,75 \text{ M}^3/\text{MIN} \times 154 \text{ LTS/M}^3 = 116 \text{ LTS/MIN.}$$

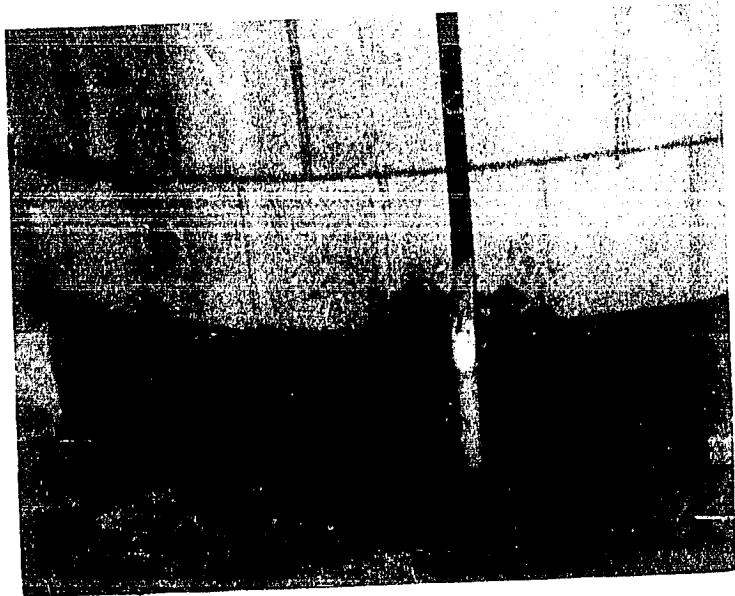
LA VÁLVULA DE LA BOMBA DE EMULSIÓN SE GRADUABA PARA DEJAR PASAR UN GASTO DE 116 LTS/MIN., LO CUAL SE LO GRABA MEDIANTE UN VOLANTE NUMERADO DEL 0 AL 12 QUE TENÍA LA VÁLVULA, PARA LOS CUALES SE CONOCÍA EL GASTO CORRESPONDIENTE.



ALMACENAMIENTO DE ARENA



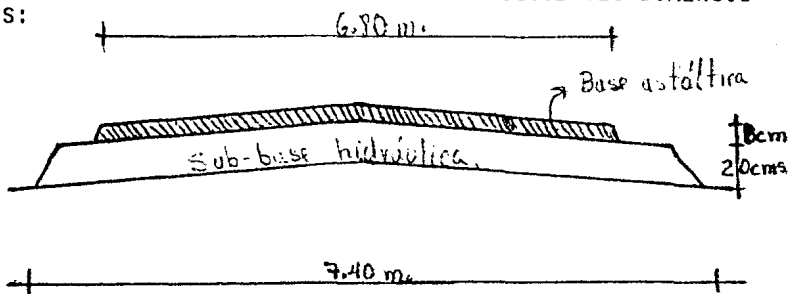
ALMACENAMIENTO DE EMULSION



ALMACENAMIENTO DE EMULSION

- 3.- EL ACARREO SE EFECTUABA POR MEDIO DE OTROS CAMIONES DE VOLTEO, Y LA DISTANCIA DEL TIRO ERA VARIABLE DEPENDIENDO DEL CADENAMIENTO DEL AVANCE. SE UTILIZABAN OTROS CAMIONES PORQUE SÓLO DEBERÁN ACARREAR MEZCLA Y ASÍ EVITAR LA CONTAMINACIÓN DE LA MISMA, ADENÁS DE QUE SE LES PONÍA UNA PELÍCULA DELGADA DE DIESEL A LAS CAJAS PARA EVITAR QUE SE LES PEGARA LA MEZCLA.

COMO LA CAPA POR CONSTRUIR TUVO LAS SIGUIENTES DIMENSIONES:



LA DISTANCIA DE TIRO DE LA MEZCLA FUE (CONSIDERANDO QUE EL ABUNDAMIENTO DE LA MEZCLA ERA DEL ORDEN DE 1.25)

$$\text{DISTANCIA DE TIRO} = \frac{6 \text{ m}^3}{6.80 \text{ m} \times 0.08 \text{ m} \times 1.25} = 8.80 \text{ m.}$$

COMO LA MEZCLA TIENE UNA FUERTE CANTIDAD DE HUMEDAD DEBIDO A LA ARENA, ASÍ COMO AL AGUA PROPIA DE LA EMULSIÓN, LA CUAL SE EMPIEZA A DESPRENDER AL EFECTUARSE EL ROMPIAMIENTO DE LA MISMA, NO ES RECOMENDABLE DEJAR LA MEZCLA EN MONTONES, POR LO QUE EL MISMO DÍA SE PROCEDE AL ACAMELLAMIENTO DE LA MISMA. ESTO FACILITA EL ESCURRIMIENTO DEL AGUA SIN PROVOCAR GRANDES CONCENTRACIONES QUE PU DIERAN OCASIONAR SU INFILTRACIÓN A LA SUB-BASE Y COMO CONSECUENCIA LA APARICIÓN DE BACHES EN LA MISMA.

- 4.- UNA VEZ ACAMELLONADA LA MEZCLA, EL SIGUIENTE PASO ES AEREARLA, LO CUAL SE HACÍA CON LA MOTOCONFORMADORA, DÁNDOLE VUELTAS HASTA LOGRAR EVAPORAR LA HUMEDAD EXCEDENTE DEJÁNDOLE SOLAMENTE LA HUMEDAD ÓPTIMA RECOMENDADA POR EL LABORATORIO PARA FACILITAR SU COMPACTACIÓN, LA CUAL ERA DEL 2%. PARTE DE ESTA HUMEDAD SE LOGRABA EVAPORAR

DURANTE EL PROCESO DE COMPACTACIÓN COMO REFLEJO DE LA ENERGÍA APLICADA A LA CAPA DE LA BASE NEGRA.

UNA VEZ AEREADE LA MEZCLA Y SECA LA SUPERFICIE DE LA SUB-BASE SE PROCEDE A APLICAR EL RIEGO DE LIGA. EL ASFALTO UTILIZADO EN ESTE RIEGO FUE EL REBAJADO FR-3, SÓLO QUE, PREVIAMENTE SE BARRE BIEN LA SUPERFICIE IMPREGNADA POR TRATAR Y SE DESECHA CUALQUIER PARTÍCULA EXTRAÑA.

LA PROPORCIÓN QUE SE UTILIZÓ PARA EL LIGANTE FUE DE 1.0 LTS/M² RECOMENDADO POR EL LABORATORIO DE ACUERDO A LA POROSIDAD OBSERVADA EN LA SUPERFICIE IMPREGNADA, YA QUE NO HAY UN VERDADERO DISEÑO PARA REALIZAR ESTE TIPO DE TRATAMIENTOS, SINO RECOMENDACIONES BASADAS EN LA EXPERIENCIA.

PRIMERO SE LIGABA UN ALA, DESPUÉS SE PASABA EL CAMELLÓN CON LA MOTOCONFORMADORA SOBRE EL ALA LIGADA Y SE PROCEDÍA A LIGAR LA OTRA ALA. INMEDIATAMENTE DESPUÉS SE PROCEDÍA AL TENDIDO DE LA BASE NEGRA A PARTIR DE UNO DE LOS HOMBROS, AFINÁNDOLA HASTA LOGRAR CONSERVAR LA PENDIENTE TRANSVERSAL DEL 2%.

PARA EL PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LA CAPA SE CONSIDERARON ALGUNOS ELEMENTOS COMO LOS SIGUIENTES:

- A) EL ESPESOR POR COMPACTAR ERA BASTANTE DELGADO (10CM)
- B) EL MATERIAL AL TENER ASFALTO SIN FRAGUAR Y ALGO DE HUMEDAD YA NO ERA TAN FRICCIÓNANTE, SINO ALGO COHESIVO.
- C) HABÍA QUE COMPACTAR LA CAPA AL 95% DE SU P.V.S.M.

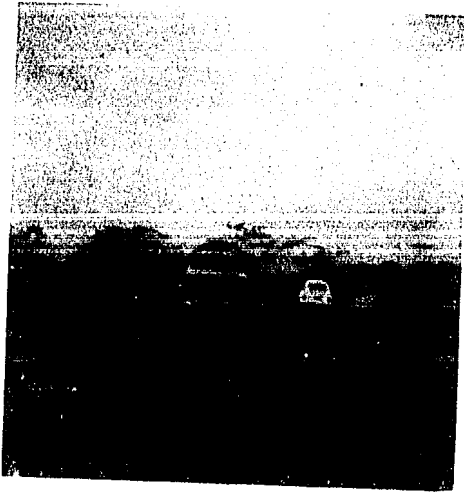
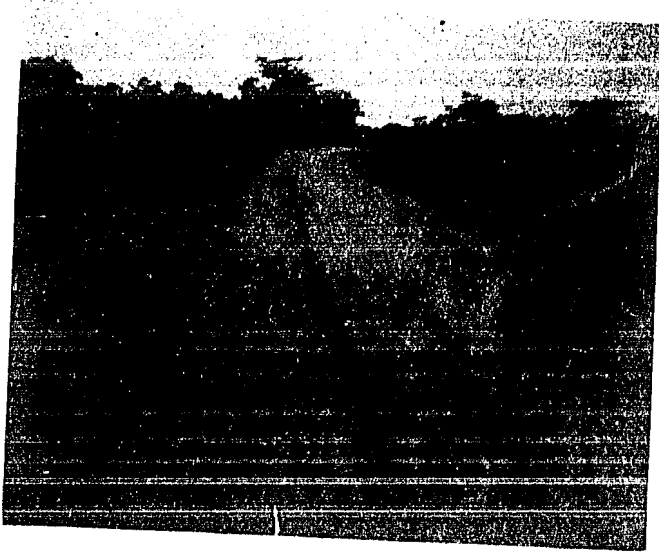
DE LO ANTERIOR SE DEDUJO QUE NO ERA NECESARIO COMPACTAR LA CAPA MEDIANTE MÉTODOS VIBRATORIOS, (ELIMINANDO ASÍ EL COMPACTADOR DE RODILLO LISO VIBRATORIO), SINO QUE SERÍA SUFICIENTE CON COMPACTARLA CON PRESIÓN ESTÁTICA Y AMASADO. PARA ESTO FUE SUFICIENTE UTILIZAR SOLAMENTE UN DUO-PACTOR LASTRADO DEBIDAMENTE Y UNA CAJA DE NEUMÁTICOS JALADA CON TRACTOR AGRÍCOLA.

SE COMPACTÓ DEL SIGUIENTE MODO:

UNA VEZ AFINADA LA CAPA, SALÍA LA MOTOCONFORMADORA Y ENTRABA EL DUO-PACTOR EN REVERSA UTILIZANDO SOLAMENTE EL RODILLO LISO. LE DABA ASÍ DOS PASADAS A LA CAPA INICIANDO DE LOS HOMBROS AL CENTRO, TRASLAPANDO EN CADA PASADA SOLAMENTE LO NECESARIO PARA BORRAR LA MARCA DE LA PASADA ANTERIOR. ESTO SE HACÍA PARA

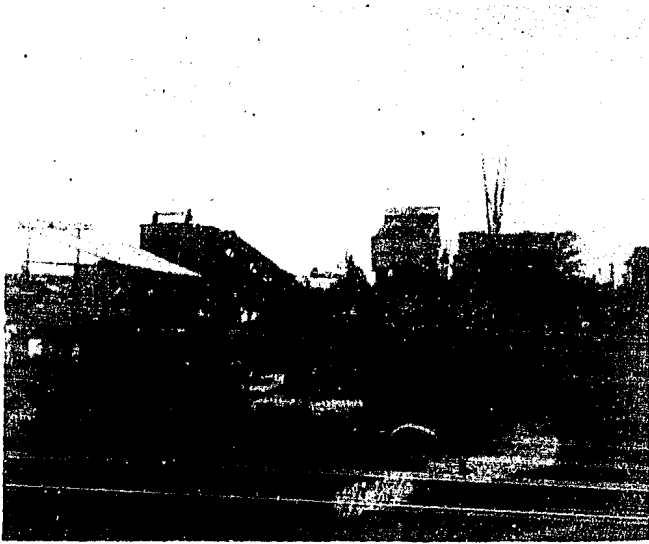


TRANSPORTE, TIRO Y ACAMELLONAMIENTO DE
LA MEZCLA ASFÁLTICA.

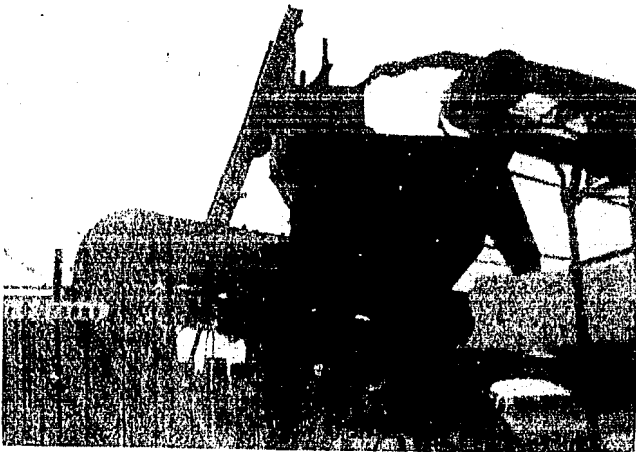
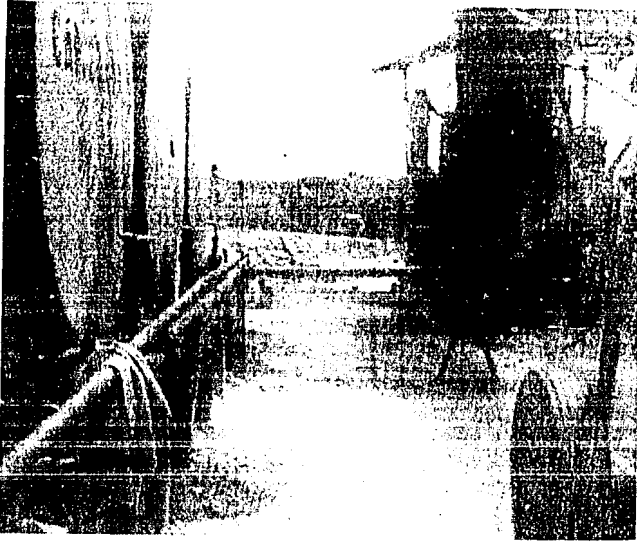


BASE NEGRA TERMINADA

DARLE UNA DENSIDAD INICIAL AL MATERIAL Y EVITAR ASÍ QUE SE -
DESPLACE Y FORME ACANALAMIENTOS LONGITUDINALES PROVOCADOS POR
LOS NEUMÁTICOS QUE ERAN PRECISAMENTE LOS QUE LE DABAN LA MA-
YOR PARTE DE LA COMPACTACIÓN. ES DECIR UNA VEZ QUE SE LE DA-
BAN LAS DOS PRIMERAS PASADAS CON RODILLO ÚNICAMENTE, EL DUO-
PACTOR SEGUÍA TRABAJANDO PERO AHORA SÓLO CON EL NEUMÁTICO, AL
MISMO TIEMPO TRABAJABA EN ESTA ETAPA LA CAJA NEUMÁTICA, LA
CUAL POR LO REGULAR SE CARGABA SU TRABAJO HACIA LAS ORILLAS
PARA COMPACTAR DEBIDAMENTE LOS TALUDES DE LA BASE NEGRA. ASÍ
SE LE DABAN DE 6 Á 8 PASADAS HASTA LOGRAR LA COMPACTACIÓN DEL
95% PORTER.



PLANTA ESTABILIZADORA (O DOSIFICADORA)
BARBER GREEN KR760



DOSIFICACION DE LA ARENA Y LA EMULSION
PARA OBTENER LA MEZCLA PARA LA BASE NEGRA

COMPACTACION DE PROYECTO: 95.0 %

ENSAJE NUM.	UBICACION		ALTURA O ESPESOR DE LA CAPA Cm		ANCHO CAPA Cm	PESO VOLUMEN Kg m		HUMEDAD %		COMPAC- TACION %
	ESTACION	LADO	ACTUAL	PROYECTO		MAXIMO	del Lugar	OPTIMA	del Lugar	
2262	0+300	D	11.0	10.0	6.80	1290	1790			95.0
2264	"	C	13.0	"	"	"	1790			95.5
2265	"	I	11.0	"	"	"	1790			95.5
2266	0+700	D	10.0	"	"	"	1800			96.0
2267	"	C	10.0	"	"	"	1800			96.0
2268	"	I	13.0	"	"	"	1790			95.5
2269	0+600	D	9.0	"	"	"	1800			95.0
2270	"	C	10.0	"	"	"	1780			95.0
2271	"	I	9.5	"	"	"	1780			95.0
2272	0+500	D	10.0	"	"	1290	1790			95.0
2273	"	C	10.0	"	"	"	1800			95.5
2274	"	I	9.0	"	"	"	1220			95.5
2275	0+400	D	9.0	"	"	"	1800			95.5
2276	"	C	8.0	"	"	"	1790			95.0
2277	"	I	7.0	"	"	"	1820			96.5
2278	0+800	D	7.0	"	"	"	1800			95.5
2279	"	C	6.0	"	"	"	1810			96.0
2280	"	I	6.0	"	"	"	1800			95.5
2281	0+200	D	3.0	"	"	1650	1800			96.0
2282	"	C	6.0	"	"	"	1790			95.5
2283	"	I	7.0	"	"	"	1780			95.0
2284	0+100	D	8.5	"	"	"	1780			95.0
2285	"	C	8.0	"	"	"	1790			95.5
2286	"	I	10.5	"	"	"	1800			96.0
2287	0+000	D	12.0	"	"	"	1800			96.0
2288	"	C	12.0	"	"	"	1810			96.5
2289	"	I	11.0	"	"	"	1780			95.0

OBSERVACIONES :

LOS PORCIENTOS DE COMPACTACION OBTENIDOS ASI COMO EL ESPESOR COMPACTO EXISTENTE SON ACEPTABLES DE ACUERDO AL DE PROYECTO.

COMPACTACION DE PROYECTO: 95.0 %

ENSAYE NUM	UBICACION		ALTURA O ESPESOR DE LA CAPA Cm ACTUAL PROYECTO		ANCHO CAPA Cm	PESO VOLUMEN Kg m		HUMEDAD %		COMPAC- TACION %
	ESTACION	LADO				MAXIMO	del Lugar	OPTIMA	del Lugar	
2230	1+200	D	9.0	10.0	6.80	1860	1770			95.5
2231	"	C	10.0	"	"	"	1780			96.0
2232	"	I	10.5	"	"	"	1770			95.5
2233	1+800	D	10.0	"	"	"	1790			96.5
2234	"	C	11.0	"	"	"	1780			96.0
2235	"	I	11.0	"	"	"	1780			96.0
2236	1+700	D	10.0	"	"	"	1770			95.5
2237	"	C	12.0	"	"	"	1760			95.0
2238	"	I	12.0	"	"	"	1780			96.0
2239	1+500	D	11.0	"	"	1870	1780			95.5
2240	"	C	12.0	"	"	"	1770			95.0
2241	"	I	11.0	"	"	"	1770			95.0
2242	1+500	D	10.0	"	"	"	1780			95.5
2243	"	C	11.0	"	"	"	1790			96.0
2244	"	I	12.0	"	"	"	1770			95.0
2245	1+400	D	9.0	"	"	"	1800			96.5
2246	"	C	10.0	"	"	"	1780			95.5
2247	"	I	9.5	"	"	"	1790			96.0
2248	1+300	D	12.0	"	"	1860	1780			96.0
2249	"	C	11.0	"	"	"	1770			95.5
2250	"	I	11.0	"	"	"	1780			96.0
2251	1+200	D	9.5	"	"	"	1780			96.0
2252	"	C	10.0	"	"	"	1760			95.0
2253	"	I	9.0	"	"	"	1770			95.5
2254	1+100	D	10.0	"	"	"	1790			96.5
2255	"	C	12.0	"	"	"	1770			95.5
2256	"	I	11.0	"	"	"	1780			96.0
2257	1+000	D	10.0	"	"	1880	1780			95.0
2258	"	C	11.0	"	"	"	1800			96.0
2259	"	I	10.0	"	"	"	1780			95.0
2260	0+300	D	10.0	"	"	"	1780			95.5
2261	"	C	10.0	"	"	"	1820			96.0
2262	"	I	9.5	"	"	"	1780			95.0

OBSERVACIONES :

Continúa en la Hoja B-1 N.º 30

COMPACTACION DE PROYECTO: 95.0 %

ENSAYE NUM	UBICACION		ALTURA O ESPESOR DE LA CAPA Cm		ANCHO CAPA Cm	PESO VOLUMEN Kg m		HUMEDAD %		COMPACTACION %
	ESTACION	LADO	ACTUAL	PROYECTO		MAXIMO	del Lugar	OPTIMA	del Lugar	
1941	4+100	D	12.0	10.0	6.80	1880	1790			95.5
1942	"	C	9.5	"	"	"	1800			95.0
1943	"	I	11.0	"	"	"	1780			95.0
1944	4+000	D	10.0	"	"	"	1780			95.0
1945	"	C	10.0	"	"	"	1800			96.0
1946	"	I	10.5	"	"	"	1750			95.5
1947	3+900	D	11.5	"	"	"	1730			95.0
1948	"	C	11.0	"	"	"	1800			96.0
1949	"	I	9.5	"	"	"	1790			95.5
1950	3+800	D	10.0	"	"	1870	1790			96.0
1951	"	C	10.0	"	"	"	1750			96.0
1952	"	I	10.5	"	"	"	1800			96.5
1953	3+700	D	12.0	"	"	"	1780			95.5
1954	"	C	10.0	"	"	"	1780			95.5
1955	"	I	9.0	"	"	"	1770			95.0
1956	3+600	D	11.5	"	"	"	1790			96.0
1957	"	C	12.0	"	"	"	1780			95.5
1958	"	I	9.0	"	"	"	1800			96.5
1959	3+500	D	12.5	"	"	1880	1800			95.0
1960	"	C	10.5	"	"	"	1780			95.0
1961	"	I	9.5	"	"	"	1810			95.5
1962	3+400	D	11.5	"	"	"	1790			95.5
1963	"	C	12.0	"	"	"	1780			95.0
1964	"	I	12.0	"	"	"	1780			95.0
1965	3+300	D	12.5	"	"	"	1800			95.0
1966	"	C	12.0	"	"	"	1790			95.5
1967	"	I	10.0	"	"	"	1780			95.0
1968	3+200	D	12.0	"	"	1890	1800			95.5
1969	"	C	10.0	"	"	"	1790			95.0
1970	"	I	11.0	"	"	"	1790			95.0
1971	3+100	D	13.0	"	"	"	1820			96.5
1972	"	C	11.5	"	"	"	1800			95.5
1973	"	I	11.0	"	"	"	1820			96.5

OBSERVACIONES:

LOS PORCIENTOS DE COMPACTACION OBTENIDOS ASI COMO EL ESPESOR COM-
PACTO EXISTENTE SON ACEPTABLES DE ACUERDO AL DE PROYECTO.

COMPACTACION DE PLACAS: 95.0%

ENSAYE NUM	UBICACION		ALTURA O ESPESOR DE LA CAPA Cm		ANCHO CAPA Cm	PESO VOLUMEN Kg m		HUMEDAD %		COMPAC- TACION %
	ESTACION	LADO	ACTUAL	PROYECTO		MAXIMO	del Lugar	OPTIMA	del Lugar	
1908	5+200	D	10.0	10.0	2.80	1810	1750			95.0
1909	"	C	11.0	"	"	"	1760			95.5
1910	"	E	10.5	"	"	"	1750			95.5
1911	5+100	D	11.5	"	"	"	1770			95.0
1912	"	C	13.0	"	"	"	1780			95.5
1913	"	E	14.0	"	"	"	1780			95.0
1914	5+000	D	12.0	"	"	"	1760			95.0
1915	"	E	12.5	"	"	"	1760			95.5
1916	"	E	9.5	"	"	"	1770			95.0
1917	4+900	D	10.5	"	"	1980	1780			95.0
1918	"	C	10.0	"	"	"	1760			95.0
1919	"	E	11.0	"	"	"	1770			95.5
1920	3+500	D	5.0	"	"	"	1750			95.0
1921	"	E	9.0	"	"	"	1760			95.0
1922	"	C	15.0	"	"	"	1770			95.5
1923	1+000	D	9.5	"	"	"	1770			95.5
1924	"	C	10.0	"	"	"	1760			95.0
1925	"	E	9.5	"	"	"	1760			95.5
1926	3+500	D	12.5	"	"	1870	1780			95.5
1927	"	C	10.0	"	"	"	1780			95.5
1928	"	E	11.0	"	"	"	1790			95.0
1929	1+500	D	10.0	"	"	"	1790			95.5
1930	"	C	9.0	"	"	"	1780			95.0
1931	"	E	9.5	"	"	"	1770			95.0
1932	4+000	D	12.0	"	"	1870	1780			95.5
1933	"	C	9.0	"	"	"	1780			95.5
1934	"	E	9.5	"	"	"	1760			95.0
1935	1+000	D	12.0	"	"	1870	1780			95.5
1936	"	C	9.0	"	"	"	1780			95.5
1937	"	E	9.5	"	"	"	1770			95.0
1938	4+200	D	13.0	"	"	"	1780			95.0
1939	"	C	10.0	"	"	"	1800			95.5
1940	"	E	10.5	"	"	"	1800			95.5

OBSERVACIONES:

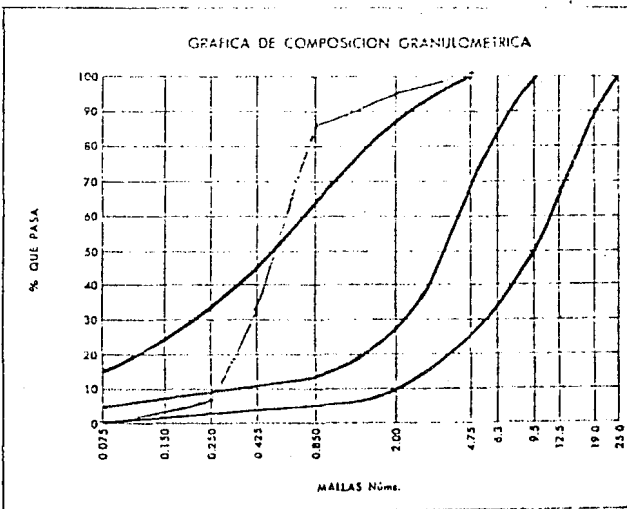
CONTINUA EN LA HOJA 2-1 NO. 27

DATOS DEL MUESTRO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	APENA Y EMULSION	PARA USARSE EN	BASE ASFALTICA
	CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO			
	TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO			
	UBICACION DEL BANCO DE DONDE PROCEDE EL MATERIAL PETRO			
	TRAMO DE 1"			

CARACTERISTICAS DEL MATERIAL PETRO

P.E. SECO SUPLEN. kg m ³	
EQUIV. ARENA, %	
CONTRACCION LINEAL	
DESgaste, %	
PART. ALARGADAS, %	
PART. AJARJADAS, %	
ADHESIVIDAD	REGULAR
% DE TRIT.	

COMPOSICION GRANULOMETRICA	T. MAXIMO	
	DESPERDICIO %	
	MALLA	% QUE PASA
	Num. 250	
	" 190	
	" 125	
	" 95	
	" 63	
	" 475	100
	" 200	96
	" 850	87
	" 425	32
" 0.250	7	
" 0.150	3	
" 0.075	0	



SUP. ESPECIFICA, m ² kg	
DENSIDAD	
ABSORCION, %	
INDICE ASFALTICO, kg m ³	

CARACT. DEL ASFALTO	PRUEBAS EN LA MEZCLA ASFALTICA		
TIP. EMULSION CAT.	OPT. DE ASF. % EN PESO	6.5	P.E. SUELTO kg/m ³
DENSIDAD	ASF. EN MEZCLA % EN PESO	5.9	P.E. MAX kg/m ³
RESIDUO ASF. %	CONT. DEL SOIV. (%)		P.E. DEL LUGAR kg/m ³
		60.9	1820

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES	PERDIDA DE ESTABILIDAD = 14.0
	VALOR RELATIVO SOPORTE = 71.0
	KGS/CM2 = 13.5
	% HUMEDAD = 4.8
	VER ENSAYE No. 917....

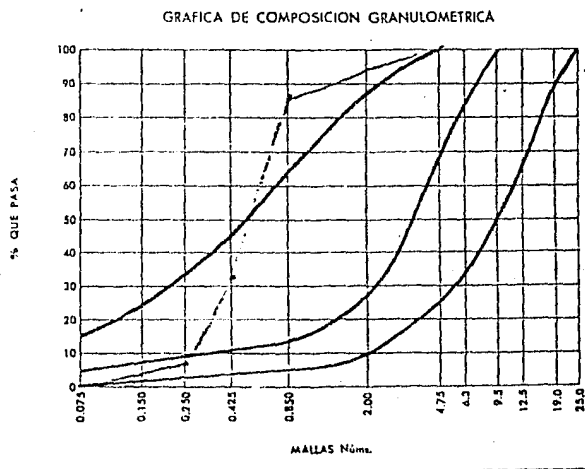
EL LABORANTISTA	EL JEFE DEL LABORATORIO	Va Bo
-----------------	-------------------------	-------

FECHA DE INF. JUNIO 23 DE 1983

DATOS DEL MUESTREO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ARENA Y EMULSION	PARA USARSE EN	BASE ASPALTICA
	CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO			
	TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO			
	UBICACION DEL BANCO DE DONDE PROCEDE EL MATERIAL PETRO.			
	IPAMO DE Km.	A Km.		

CARACTERISTICAS DEL MATERIAL PETRO

P.P. SECO SUELTO kg/m ³	
EQUIV. ARENA, %	
CONTRACCION LINEAL	
DESGASTE, %	
PART. ALAMBRADAS, %	
PART. LAJEADAS, %	
ADHERENCIA	REGULAR
% DE INT.	



COMPOSICION GRANULOMETRICA	I. MAXIMO DESPERDICIO %	
	MALLA	% QUE PASA
	Núm. 250	
	" 190	
	" 125	
	" 9.5	
	" 6.3	
	" 4.75	100
	" 2.00	95
	" 0.850	87
" 0.425	33	
" 0.250	9	
" 0.150	4	
" 0.075	0	

SUP. ESPECIFICA, m ² /kg	
DENSIDAD	
ABSORCION, %	
INDICE ASPALTICO, kg/m ³	

CARACT. DEL ASFALTO	PRUEBAS EN LA MEZCLA ASPALTICA		
TIPO EMULSION CAT.	OPT. DE ASF. % EN PESO	6.5	P.E. SUELTO kg/m ³
DENSIDAD	ASF. EN MEZCLA % EN PESO	7.0	P.E. MAX. kg/m ³
RESIDUO ASF. %	CONT. DEL SOLV. (%)		P.E. DEL LUGAR kg/m ³
			1850

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

VER ENCAJE No. 920....

PERDIDA DE ESTABILIDAD = 16.5
 VALOR RELATIVO SOPORTE = 68.5
 KGS/CM2 = 12.5
 % HUMEDAD = 4.0

EL LABORATORISTA: *[Signature]*

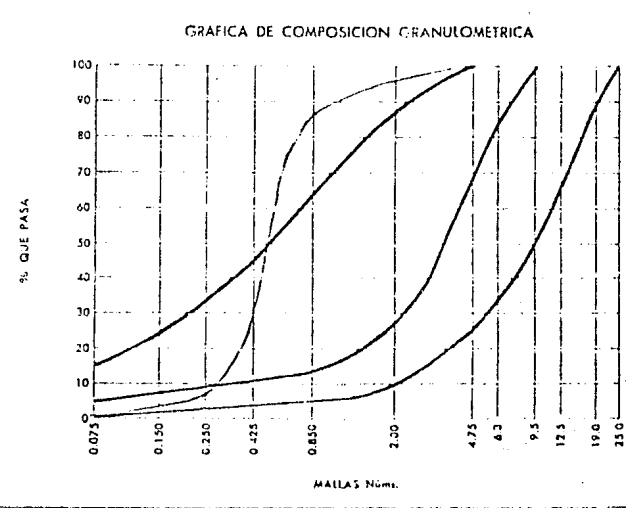
EL JEFE DEL LABORATORIO: *[Signature]*

Vo. So.

CARACTERISTICAS DEL MATERIAL PIREO

P.E. SI CO SUELTO, kg/m ³	
EQUIV. ARENA, %	
CONTRACCION LINEAL	
DISGASTE, %	
PARTI ALARGADAS, %	
PARTI ALARGADAS, %	
ADHERENCIA	REGULAR
% DE TRIT.	

COMPOSICION GRANULOMETRICA	T. MAXIMO	
	DESPEFODICIO %	
	MAILLA	% QUE PASA
	Núm. 25.0	
	" 19.0	
	" 12.5	
	" 9.5	
	" 6.3	
	" 4.75	100
	" 2.00	97
	" 0.850	89
" 0.425	31	
" 0.250	7	
" 0.150	3	
" 0.075	0	



SUP. ESPECIFICA, m ² /kg	
DENSIDAD	
ABSORCION, %	
INDICE ASFALTICO, kg/m ³	

CARACT. DEL ASFALTO	PRUEBAS EN LA MEZCLA ASFALTICA		
TIP. EMULSION CAT.	OPT. DE ASF. % EN PESO	6.5	P.E. SUELTO kg/m ³
DENSIDAD	ASF. EN MEZCLA % EN PESO	5.9	P.E. MAX kg/m ³
RESIDUO ASF. %	CONT. DEL SOLV. (L)		P.E. DEL LUGAR kg/m ³
			19.10

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

LOS CONTENIDOS DE CEMENTO ASFALTICO ASI COMO LA PERDIDA DE ESTABILIDAD OBTENIDOS EN LAS MEZCLAS QUE SE REPORTAN SE CONSIDERAN ACEPTABLES.

PERDIDA DE ESTABILIDAD = 16.0
 VALOR RELATIVO SOPORTE = 69.5
 KGS/CM2 = 13.0
 % HUMEDAD = 6.4

EL LABORATORISTA	EL JEFE DEL LABORATORIO	Vo. Bn.
------------------	-------------------------	---------

III.5.- ANÁLISIS DEL COSTO DEL RIEGO DE LIGA.
 UNIDAD: M2

CONCEPTO	UNIDAD	PARCIAL	P.U.
A) MATERIALES:			
A) ASFALTO FR-3 PUESTO EN OBRA COSTO UNITARIO = \$ 33.00/LT DOSIFICACIÓN POR M2= 1.0LT/M2 CARGO = 1.0 LT/M2 x \$33.00/LT.	M2	33.00	
B) MANO DE OBRA EN EL BARRIDO DE LA SUPERFICIE POR TRATAR, MISMO ANÁLISIS PARA EL RIEGO DE IMPREGNACIÓN.	M2	1.46	
B) HERRAMIENTA; 5% DE LA MANO DE OBRA 0.05 x 1.48	M2	0.07	
C) EQUIPO PARA LA APLICACIÓN DEL RIEGO; UNA PETROLIZADORA SOBRE CAMIÓN DODGE SEAMAN-GUNINSON COSTO HORARIO = \$4,684.41/HR. BOMBEA, CALIENTA, TRANSPORTA AL LUGAR DE APLICACIÓN Y APLICA 4000 LTS. DE FR-3 EN 3 HORAS.			
CARGO = $\frac{\$4,686.41/\text{HR} \times 3\text{HR} \times 1.0 \text{ L/M}^2}{4,000 \text{ LTS.}}$	M2	3.51	
COSTO DIRECTO	M2	38.04	
38% INDIRECTOS + UTILIDAD		14.46	
P.U.	M2		52.50

ANALISIS DEL COSTO DE LA BASE ASFALTICA.

UNIDAD M3 COMPACTO

CONCEPTO	UNIDAD	PARCIAL	P.U.
A) EXTRACCIÓN DE LA ARENA, MISMO ANÁLISIS QUE PARA EL POREO;			
CARGO = $\frac{\$8,063.27/\text{HR} \times 1.25(\text{ABUND.})}{60 \text{ M3}/\text{HR.}}$	M3	167.98	
B) CARGA DE LA ARENA, MISMO ANÁLISIS QUE PARA EL POREO;			
CARGO = $\frac{\$6,407.88/\text{HR.} \times 1.25 (\text{ABUND.})}{90 \text{ M3}/\text{HR.}}$	M3	89.00	
C) ACARREO DE LA ARENA, MISMO ANÁLISIS QUE PARA EL POREO;			
CARGO = \$ 642.18/M3 x 1.25 ABUND.	M3	802.72	
D) ELABORACIÓN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA; SE USARÁ UNA PLANTA BARBER GREEN KR-60 o EQUIVALENTE CON COSTO HORARIO = \$ 7,270.65/HR. RENDIMIENTO = 45 M3/HR.			
CARGO = $\frac{\$7,270.65/\text{HR} \times 1.25 (\text{ABUND.})}{45 \text{ M3}/\text{HR.}}$	M3	201.96	
E) ACARREO DE LA MEZCLA; SOBRE PAVIMENTO. ESTE CONCEPTO YA QUEDÓ INTEGRADO EN EL INCISO C) YA QUE LA PLANTA ESTUVO LOCALIZADA A ORILLAS DEL CAMINO, PRIMERO EN EL KM 0+000 Y LUEGO EN EL 12+000.			
F) AEREADO, TENDIDO Y COMPACTACIÓN DE LA MEZCLA, PARA LA FORMACIÓN DE LA BASE ASFÁLTICA; SE USARÁ UNA MOTOCONFORMADORA CAT 120-B CON COSTO HORARIO = \$ 6,013.44/HR. RINDE 70 M3 /HR.			
CARGO = $\frac{\$6,013.44/\text{HR.} \times 1.25 (\text{ABUND.})}{70 \text{ M3 s}/\text{HR.}}$	M3	107.38	

UN COMPACTADOR DUO-PACTOR CON

COSTO HORARIO = \$ 3,730.73/HR.

UN TRACTOR AGRÍCOLA JALANDO UNA CA-
JA NEUMÁTICA

COSTO HORARIO = \$ 2,106.90

$\Sigma = 3,730.73 + 2,106.90 = \$5,837.63/HR.$

RINDEN 70 M³/HR.

CARGO = $\frac{\$5,837.63/HR. \times 1.25 (ABUND)}{70 M^3/HR.}$ M³ 104.24

g) MATERIALES;

EMULSIÓN CATIONICA DE ROMPIMIENTO ME-
DIO;

COSTO UNITARIO PUESTA EN OBRA \$34.00/LT.

CARGO = 154 LTS/M³ x 1.25 ABUND. x \$34.00/LT. M³ 6,545.00

COSTO DIRECTO M³ 8,018.28

38% INDIRECTOS + UTILIDAD 3,046.95

P.U. M³ 11,065.23

CAPITULO IV

IV.1.- CARPETA DE UN RIEGO

ESTE TIPO DE TRATAMIENTO SIRVE PARA PROTEGER Y SELLAR LA SUPERFICIE DE UN PAVIMENTO, QUE EN ESTE CASO SE HIZO SOBRE LA BASE NEGRA.

LAS FUNCIONES DE ESTE TIPO DE RIEGO SON LAS DE PROPORCIONAR:

- A) SIRVE COMO SUPERFICIE DE DESGASTE
- B) PROTECCIÓN PARA LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO
- C) UNA CAPA DE RODAMIENTO ANTIDERRAPANTE, PARA SEGURIDAD
- D) COLOR ADECUADO Y NO MOLESTO PARA EL CONDUCTOR.

EXISTEN VARIOS MÉTODOS DE DISEÑO QUE POR AHORA NO MENCIONARÉ PORQUE ESTE TRABAJO ESTÁ MÁS ENFOCADO A PROCEDIMIENTOS Y RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCIÓN.

ESTE RIEGO DE SELLO CONSISTE EN UN RIEGO DE LIGA, EN EL CUAL SE PUEDE EMPLEAR COMO LIGANTE UN REBAJADO ASFÁLTICO COMO EL FR-5 O UNA EMULSIÓN DE ROMPIMIENTO RÁPIDO, E INMEDIATAMENTE DESPUÉS SE EFECTÚA EL RIEGO DE AGREGADO O SEA GRAVILLA DE TAMAÑO QUE VA DE 1/2" A LA MALLA 40 EL CUAL AL SER "PLANCHADO" CON UN COMPACTADOR DE RODILLO LISO DE 6 A 8 TONS., QUEDA PERFECTAMENTE ADHERIDO A LA SUPERFICIE DE LA CARPETA O BASE NEGRA. SE UTILIZAN ASFALTOS LÍQUIDOS DE FRAGUADO RÁPIDO QUE TENGAN SOLVENTES LIGEROS, YA QUE SE REQUIERE QUE EL PRODUCTO ASFÁLTICO ENDUREZCA RÁPIDAMENTE PARA QUE FIJE LAS PARTÍCULAS DEL MATERIAL PÉTREO.

EN ESTE TIPO DE CARPETAS, LA ESTABILIDAD LA PROPORCIONA UN ACUÑAMIENTO ADECUADO DE LAS PARTÍCULAS DE MENOR TAMAÑO QUE OCUPAN LOS HUECOS DEJADOS POR LAS PARTÍCULAS DE MAYOR TAMAÑO, A LAS CUALES SE LIGAN POR EL ASFALTO APLICADO PREVIAMENTE.

A FIN DE QUE TRABAJE EFICIENTEMENTE LA CARPETA O EN ESTE CASO EL RIEGO DE SELLO, DEBE EXISTIR UNA LIGA PERMANENTE ENTRE EL MATERIAL PÉTREO Y EL ASFALTO.

HAY DOS COSAS IMPORTANTES QUE SE DEBEN CUIDAR PARA LOGRAR LA BUENA ADHERENCIA DEL PÉTREO-ASFALTO, A SABER:

A) LIMPIEZA Y HUMEDAD DE LA SUPERFICIE POR TRATAR

B) LIMPIEZA Y HUMEDAD DEL MATERIAL PÉTREO

POR LO QUE SE REFIERE A LIMPIEZA, YA SABEMOS DE LA MISCIBILIDAD DEL ASFALTO CON EL POLVO, Y POR LO MISMO LO MÁS RECOMENDABLE ES ELIMINARLO. ADÉMÁS DE QUE EL POLVO EN EL AGREGADO OCASIONA EL SIGUIENTE FENÓMENO; AL APLICAR EL AGREGADO SOBRE EL RIEGO DE LIGA PREVIAMENTE EJECUTADO, CAE PRIMERO DESDE EL ESPARCIDOR EL MATERIAL MÁS FINO, FORMÁNDOSE UNA PELÍCULA DE POLVO SOBRE EL LIGANTE CON LA CONSECUENCIA DE QUE BAJA EN MUCHO LA ADHERENCIA DEL PÉTREO CON EL ASFALTO.

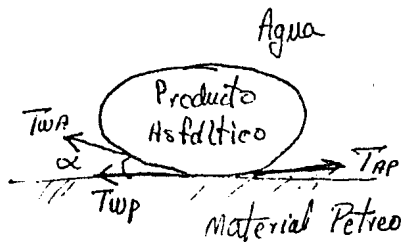
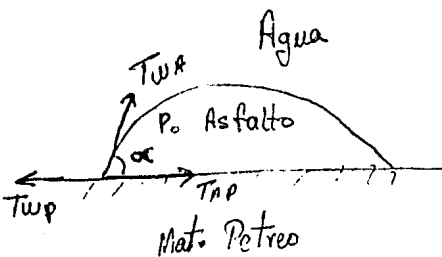
LA HUMEDAD ES UN ELEMENTO PRINCIPAL INDISPENSABLE DE TOMARSE EN CUENTA PARA LA SELECCIÓN DEL LIGANTE YA QUE NOS ENCONTRAMOS EN LA REGIÓN MÁS LLUVIOSA DEL PAÍS.

ES INTERESANTE ESTE PUNTO RELATIVO A LA HUMEDAD, Y VALE LA PENA EXTENDERSE UN POCO EN ÉL.

LA ADHERENCIA ENTRE LA PELÍCULA ASFÁLTICA Y EL MATERIAL PÉTREO ES UN PROBLEMA DE CARGAS ELÉCTRICAS QUE ORIGINAN TENSIONES SUPERFICIALES ENTRE LAS FASES AGUA, ASFALTO Y MATERIAL PÉTREO. PARA QUE DICHA ADHERENCIA SEA PERMANENTE, EL MATERIAL PÉTREO TENDRÁ QUE TENER AFINIDAD MAYOR POR EL ASFALTO QUE POR EL AGUA, PUES DE OTRA MANERA LA PELÍCULA DEL ASFALTO SE VERÍA DESALOJADA POR EL AGUA, DESPRENDIÉNDOSE DEL MATERIAL PÉTREO, Y DEJANDO SIN LA DEBIDA LIGA LA PARTÍCULA DE ÉSTE.

EN EL ESQUEMA QUE A CONTINUACIÓN PRESENTO SE OBSERVA A LA DERECHA UN MATERIAL PÉTREO QUE TIENE MAYOR AFINIDAD POR EL AGUA QUE EL PRODUCTO ASFÁLTICO, ES DECIR QUE SE TRATA DE UN MATERIAL HIDRÓFILO.

LA TENSIÓN INTERFACIAL ENTRE EL ASFALTO Y EL MATERIAL PÉTREO TAP, ES MAYOR QUE LA QUE EXISTE ENTRE EL AGUA Y EL MISMO MATERIAL TWP, POR LO QUE EL AGUA TENDRÁ A CUBRIR EL MATERIAL PÉTREO PARA SATISFACER LA CONDICIÓN DE MÍNIMA ENERGÍA SUPERFICIAL. SIENDO MAYOR LA TENSIÓN INTERFACIAL ASFALTO-MATERIAL PÉTREO, EL TRABAJO MENOR SE REALIZARÁ CUANDO SEA MÍNIMA LA SUPERFICIE DE CONTACTO. DE NO EXISTIR LA GRAVEDAD, EL GLÓBULO DE ASFALTO SERÍA ESFÉRICO Y EL CONTACTO SE VERIFICARÍA EN UN PUNTO.



$$T_{WP} = T_{AP} + T_{WA} (\cos \alpha)$$

∴ $T_{AP} < T_{WP}$

$$T_{AP} = T_{WP} + T_{WA} (\cos \alpha)$$

∴ $T_{WP} < T_{AP}$

T_{WA} = TENSIÓN INTERFACIAL ENTRE EL AGUA Y EL ASFALTO

T_{AP} = TENSIÓN INTERFACIAL ENTRE EL ASFALTO Y EL MATERIAL PÉTREO

T_{WP} = TENSIÓN INTERFACIAL ENTRE EL AGUA Y EL MATERIAL PÉTREO

α = ÁNGULO DE CONTACTO

PARA QUE SE LOGRE EL CUBRIMIENTO DEL MATERIAL PÉTREO HIDRÓFILO CON LA PELÍCULA DE PRODUCTO ASFÁLTICO, SERÁ PRECISO TENER UNA CONDICIÓN COMO LA PRESENTADA EN EL ESQUEMA DE LA IZQUIERDA, EN DONDE VEMOS QUE LA TENSIÓN INTERFACIAL ENTRE DICHO MATERIAL Y EL PRODUCTO ASFÁLTICO T_{AP} ES MENOR QUE LA QUE EXISTE ENTRE EL AGUA Y EL MATERIAL PÉTREO T_{WP} .

PARA SATISFACER LA CONDICIÓN DE MÍNIMA ENERGÍA, EL ÁREA DE CONTACTO ENTRE EL AGUA Y EL MATERIAL PÉTREO DEBERÁ SER LO MENOS POSIBLE, CONDICIÓN QUE SE ALCANZA AL EFECTUARSE EL CUBRIMIENTO CON LA PELÍCULA ASFÁLTICA, PARA ELLO ES NECESARIO CAMBIAR LAS CONDICIONES DE LA SUPERFICIE DEL MATERIAL PÉTREO, O BIEN MODIFICAR LAS CARACTERÍSTICAS DEL ASFALTO, ÉSTA ÚLTIMA SOLUCIÓN ES LA MÁS COMUNMENTE SEGUIDA.

EN EFECTO, MEDIANTE EL USO DE LOS LLAMADOS AGENTES TENSO-ACTIVOS O ADITIVOS DEL ASFALTO, SE ABATE LA TENSIÓN INTERFACIAL ENTRE ASFALTO Y MATERIAL PÉTREO, PERMITIÉNDOSE DE ESTA MANERA

QUE SE EFECTÚE EL CUBRIMIENTO DEL ÚLTIMO. ADEMÁS, PARA QUE EXISTA ADHERENCIA ENTRE LOS DOS MATERIALES SE REQUIERE LA ATRACCIÓN CAUSADA POR CARGAS ELÉCTRICAS DE SIGNO CONTRARIO PRESENTES EN LA SUPERFICIE DEL MATERIAL PÉTREO Y EN LA PELÍCULA ASFÁLTICA. LOS MATERIALES ASFÁLTICOS PRESENTAN CARGAS ELECTRONEGATIVAS, Y CUANDO EL AGREGADO PÉTREO TIENE CARGAS DEL MISMO SIGNO EN SU SUPERFICIE, EXISTE DE HECHO UNA REPULSIÓN. AQUELLOS MATERIALES QUE EN SU COMPOSICIÓN QUÍMICA CONTIENEN EL RADICAL SiO_2 , ES DECIR LOS MATERIALES ÁCIDOS TALES COMO EL CUARZO Y LAS ROCAS FORMADAS POR SILICATOS, PRESENTAN GENERALMENTE UNA SUPERFICIE CON CARGA ELECTRONEGATIVA. SE HACE NECESARIO DOTAR A LA PELÍCULA DE ASFALTO DE UNA CARGA ELECTROPOSITIVA PARA QUE EXISTA ATRACCIÓN, LO QUE SE LOGRA MEDIANTE EL USO DE AGENTES TENSO-ACTIVOS CATIONICOS.

EN NUESTRO CASO TENÍAMOS QUE EL SELLO FUE DE CARÁCTER ÁCIDO Y POR LO MISMO SE TUVO LA NECESIDAD DE HACER LO ANTERIORMENTE DICHO.

SÓLO QUE NO SE USARON ADITIVOS DE NINGÚN TIPO SINO QUE SE ADOPTÓ LA SOLUCIÓN DE LIGAR CON UNA EMULSIÓN DE ROMPIMIENTO RÁPIDO CATIONICA.

IV.2.- MATERIALES:

EL EMPLEO DE LA EMULSIÓN DE ROMPIMIENTO RÁPIDO PARA LA LIGA DEL SELLO, SE HIZO NO SÓLO POR DEJAR A UN LADO EL PROBLEMA DE LA HUMEDAD EN EL PÉTREO, SINO TAMBIÉN POR OTRA VENTAJA QUE PRESENTA. CUANDO SE APLICA UNA EMULSIÓN TIENE UN CIERTO VOLUMEN; PERO CUANDO TERMINA EL ROMPIMIENTO, SE TIENE UNA PÉRDIDA POR LA EVAPORACIÓN DEL AGUA QUE EXISTE EN ESTE MATERIAL ASFÁLTICO, POR LO QUE SE INCREMENTA UN POCO MÁS LA PÉRDIDA DE NIVEL. ASÍ QUE PRIMERO SE LOGRA UN CIERTO GRADO SATISFACTORIO DE CUBRIMIENTO DEL PÉTREO Y AL BAJAR EL NIVEL, SE EVITAN SUPERFICIES RESBALOSAS, INESTABLES O CON "LLORADOS" DE ASFALTO.

EL HECHO DE QUE SEA DE ROMPIMIENTO RÁPIDO LA EMULSIÓN SE DEBE A QUE DESPUÉS DE MOJAR EL PÉTREO PUEDA DESARROLLAR EN CORTO TIEMPO LA ADHESIVIDAD ACTIVA Y SUFICIENTE VISCOSIDAD PARA ANCLAR EL AGREGADO A LA TEMPERATURA AMBIENTE DE LA BASE NEGRA.

ESTA EMULSIÓN SE ALMACENABA EN TANQUES APARTE DE LOS DE LA EMULSIÓN DE ROMPIMIENTO MEDIO PARA EVITAR CONTAMINACIONES; - TAMBIÉN SE PRODUCÍA EN LA PLANTA DE C.P.F.I.S.C.

ESTA EMULSIÓN, UNA VEZ TIRADA EN LA SUPERFICIE POR SELLAR COMIENZA A CAMBIAR DE COLOR, DE CAFÉ CLARO A CAFÉ OSCURO HASTA

LLEGAR AL NEGRO, COMO INDICIO DE SU ROMPIMIENTO. ESTO LO LOGRA EN UN PERÍODO PROMEDIO DE 5 Á 8 MINUTOS. ESTA CARACTERÍSTICA NOS CONDICIONARÁ EL PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN, COMO MÁS ADELANTE LO VEREMOS.

TIENE TAMBIÉN LA PROPIEDAD DE QUE DESPUÉS DE SU ROMPIMIENTO SE INICIA INMEDIATAMENTE SU FRAGUADO SUJETANDO FIRMEMENTE AL MATERIAL PÉTREO, Y ESTO LO LOGRA EN UN TIEMPO RELATIVAMENTE CORTO, LO CUAL PERMITE LA APERTURA DEL TRÁNSITO TAMBIÉN EN UN TIEMPO CORTO. POR LO GENERAL ESTO SE HACE AL DÍA SIGUIENTE DE HABER EFECTUADO EL TRATAMIENTO.

OTRA VENTAJA SIGNIFICATIVA SE REFIERE AL HECHO DE QUE NO SE NECESITA CALENTAR, SINO QUE SU APLICACIÓN ES A TEMPERATURA AMBIENTE, LO CUAL SE TRADUCE EN MAYOR AVANCE Y MENOR COSTO DE LA ACTIVIDAD.

EL MATERIAL PÉTREO QUE SE USÓ CUMPLIÓ CON LAS CARACTERÍSTICAS DEL TIPO 3A COMO PUEDE VERSE EN EL REPORTE DEL LABORATORIO DE LA PÁGINA SIGUIENTE. TENÍA CIERTAS CARACTERÍSTICAS CUARZOSAS, LO QUE HACÍA AFIN EN ALTO GRADO CON LA EMULSIÓN CATIONICA.

ESTE AGREGADO YA LO TENÍA PEMEX EN MONTONES DE VOLUMEN CONSIDERABLE, DISPONIBLE A 3 KM. ANTES DEL 0+000 DEL CAMINO EN CONSTRUCCIÓN, POR LO QUE EL CONTRATISTA NO TUVO NECESIDAD DE CONSEGUIRLO, NI DE INVOLUCRAR EL PRECIO DE ADQUISICIÓN Y ACARREO DEL MISMO DEL LUGAR DE ADQUISICIÓN A LA OBRA.

DEBIDO A LAS CONSTANTES LLUVIAS, ESTE MATERIAL SIEMPRE SE MANTUVO CON UN 12 Á 14% DE HUMEDAD EN PROMEDIO, CARACTERÍSTICA QUE NO TUVO MAYOR IMPORTANCIA YA QUE ES PRECISAMENTE LO QUE SE REQUIERE PARA EL USO DE LA EMULSIÓN.

RESULTÓ BASTANTE LIMPIO EL MATERIAL COMO PUEDE VERSE EN SU GRANULOMETRÍA, POR LO QUE NO SE TUVO EL PROBLEMA DE LOS FINOS ANTERIORMENTE MENCIONADO, FACILITANDO SU ADHERENCIA CON EL ASFALTO.

TENÍA UN GRADO DE DUREZA BAJA POR LO QUE SE TUVO LA NECESIDAD DE "PLANCHARLO" CON RODILLO LISO Y NEUMÁTICOS SIMULTÁNEAMENTE, OPERACIÓN QUE FÁCILMENTE SE CUBRIÓ CON LA UTILIZACIÓN DE UN DUO-FACTOR.

IV.3.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

EL PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN PARA EL RIEGO DE SELLO PUEDE QUEDAR RESUMIDO EN LAS SIGUIENTES ACTIVIDADES:

- 1.- PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE DE LA BASE ASFÁLTICA
- 2.- SUMINISTRO DE MATERIALES
- 3.- RIEGO DE LIGA
- 4.- RIEGO DEL MATERIAL PÉTRICO
- 5.- PLANCHADO DEL MATERIAL PÉTRICO
- 6.- RECOLECCIÓN DEL MATERIAL EXCEDENTE

1.- LA PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE POR SELLAR CONSISTE EN LA LIMPIEZA DE LA MISMA POR MEDIO DE UN BARRIDO, YA SEA POR MEDIOS MECÁNICOS O CON CEPILLOS DE RAÍZ. AQUÍ SE UTILIZÓ LA SEGUNDA OPCIÓN. ADEMÁS SE ARREGLARON LOS LIGEROS CALAVEROS QUE APARECIERON DURANTE EL PERÍODO ENTRE LA TERMINACIÓN DE LA BASE Y EL RIEGO DE SELLO. COMO LAS LONGITUDES QUE SE TOMABAN PARA EL TRATAMIENTO ERAN MUY CONTROLADAS, SE BARRÍAN EXCLUSIVAMENTE ESTOS TRAMOS. EN OCASIONES ESTABA LIGERAMENTE HÚMEDA LA SUPERFICIE, POR LO QUE SE DEJABA OREAR UN POCO SIN NECESIDAD DE QUE QUEDARA PERFECTAMENTE SECA, YA QUE INCLUSIVE UNA LIGERA HUMEDAD MEJORA LAS CONDICIONES DE ADHERENCIA DEL PÉTRICO CON LA EMULSIÓN.

2.- SUMINISTRO DE MATERIALES.

YA SABEMOS QUE EL AGREGADO PÉTRICO SE ENCONTRABA EN UN MONTÓN A 3 KMS. DEL 0+000 DEL CAMINO.

LA EMULSIÓN DE ROMPIMIENTO RÁPIDO LA TRAÍAN DE CHONTALPA PIPAS DE 40,000 LTS. Y LA VACIABAN EN UN TANQUE ESTACIONARIO QUE DISPONÍA EL CONTRATISTA Y QUE ESTABA EN EL KM. 12+000 DEL CAMINO.

DE TAL MANERA QUE EL SUMINISTRO DE ESTOS MATERIALES AL LUGAR DE APLICACIÓN SE HACÍA DEL SIGUIENTE MODO:

LA CARGA DEL PÉTRICO SE HACÍA A MANO A LOS CAMIONES DE VOLTEO, YA QUE COMO SOLAMENTE SE TIRABAN EN PROMEDIO 21 VIAJES DE MATERIAL POR JORNAL, ESTE SISTEMA DE CARGA ERA EL MÁS BARATO. ESTA CANTIDAD DE MATERIAL OBEDECÍA AL DISEÑO DEL PROCESO EL CUAL ESTABA CONDICIONADO PRINCIPALMENTE POR EL MÉTODO DE RIEGO EN EL TRAMO; PARA LO CUAL SE UTILIZÓ UN ESPARCIDOR, NO MUY CONOCIDO, PERO DE BASTANTE UTILIDAD POR SU FACILIDAD PARA MANEJARLO. ESTE CONSISTE EN UNA COMPUERTA VERTICAL QUE SE CONTROLA MEDIANTE UN VOLANTE Y QUE EL CONJUNTO SE CUELGA CON UNAS

OREJAS A LA TAPA TRASERA DE LA CAJA DEL VOLTEO, POR LA PARTE BAJA DE LA CAJA, EL ESPARCIDOR SUJETA A LA CAJA - CON UNOS TORNILLOS, PERMITIENDO QUE LA TAPA SE ABRA Y SE HAGA EL FLUJO DE MATERIAL A LA COMPUERTA SIN REGARSE EL MATERIAL. EL ANCHO DEL ESPARCIDOR ES DEL MISMO ANCHO DE LA CAJA CON LA VENTAJA QUE TIENE UNA COMPUERTA QUE SE CONTROLA HORIZONTALMENTE, ES DECIR ES CORREDIZA, PERMITIENDO EL RIEGO EN FRANJAS CON ANCHOS VARIABLES. POR LO QUE SE PUEDE CUBRIR CUALQUIER ANCHO DE CAMINO SIN DESPERDICIA R MATERIAL.

EL PROCESO CONTEMPLÓ LA UTILIZACIÓN DE UN SÓLO ESPARCIDOR, EL CUAL SE COLGABA DEL CAMIÓN AL LLEGAR LLENO Y SE DESCOLGABA CUANDO SE VACIABA, LISTO PARA EL SIGUIENTE CAMIÓN,

DE ESTA MANERA SE HACÍA EN CAMIONES DE VOLTEO, LOS CUALES TAMBIÉN SE UTILIZABAN PARA EL VACIADO Y RIEGO DEL MISMO.

PARA EL ACARREO DE LA EMULSIÓN SE CONTABA CON UN CARRO TANQUE DE 20,000 LITROS, EL CUAL MOVIDO POR UNA QUINTA RUEDA, CON UN SÓLO VIAJE LLEVABA HASTA EL LUGAR DE APLICACIÓN LA SUFICIENTE EMULSIÓN PARA EL TRABAJO DEL DÍA, EVITANDO CON ESTO CUATRO VIAJES DE LA PETROLIZADORA, CON EL CONSECUENTE INCREMENTO DEL AVANCE. LA CARGA DEL TANQUE ESTACIONARIO AL CARROTANQUE SE HACÍA POR GRAVEDAD, Y DEL CARRO TANQUE A LA PETROLIZADORA SE HACÍA POR MEDIO DE LA BOMBA INTEGRADA A LA MISMA,

- 3.- RIEGO DE LIGA.- EL RIEGO DE LIGA DEBÍA DE SER BIEN CONTROLADO, DE TAL MANERA QUE SÓLO SE CUBRÍA CON ÉL EL ÁREA QUE FUESE CAPAZ DE CUBRIRSE INMEDIATAMENTE CON MATERIAL PÉTRICO, ES DECIR QUE NO PASARA DE 5 A 8 MINUTOS EL RIEGO DE LIGA SIN QUE SE CUBRIERA CON EL RIEGO DE SELLO, DEBIDO A QUE EN ESTE LAPSO DE TIEMPO TAN CORTO LA EMULSIÓN ROMPE Y LA ADHERENCIA SE HACE MÍNIMA. POR ESTO LA PETROLIZADORA INICIABA EL RIEGO CUANDO EL ESPARCIDOR ESTABA COLOCADO AL CAMIÓN. LA CANTIDAD DE AGREGADO PÉTRICO POR METRO CUADRADO RECOMENDADO FUE DE 10 LITROS, POR LO QUE EL ÁREA CUBIERTA POR UN VOLTEO ERA DE $6 \text{ m}^3 \times 1000 \text{ Lts/m}^3 \times$

$$\frac{1}{10 \text{ Lt/m}^2} = 600 \text{ m}^2$$

EL ANCHO DE LA BARRA DE LA PETROLIZADORA ES DE 3.05 M. POR LO QUE LA LONGITUD DEL RIEGO NUNCA DEBERÍA PASAR DE

$$\frac{600 \text{ m}^2}{3.05} = 196.7 \text{ LINEALES.}$$



CONSTRUCCION DE LA CARPETA DE UN RIEGO

LA CANTIDAD DE ASFALTO RECOMENDADA POR METRO CUADRADO FUE DE 0.75 DE C.A. (CEMENTO ASFÁLTICO)/M², LO QUE CONVERTIDO A LITROS DE EMULSIÓN TENEMOS:

$$\frac{0.75 \text{ C.A./M}^2}{1.2} = 1.20 \text{ Lts./M}^2$$

0.62 DE RESIDUO EN EMULSIÓN

LA CAPACIDAD DE LA PETROLIZADORA ERA DE 4,000 LITROS, ASÍ QUE EL ÁREA QUE PODÍA CUBRIR ERA DE:

$$\frac{4,000}{1.2} = 3,333. \text{ M}^2, \text{ LO SUFICIENTE PARA 5 CAMIONES DE}$$

VOLTEO LLENOS DE SELLO. CADA 5 CAMIONES SE RECARGABA LA PETROLIZADORA.

TODO ESTO SE HACÍA A TEMPERATURA AMBIENTE Y CABE HACER LA OBSERVACIÓN QUE LA EMULSIÓN ROMPÍA UN LAPSO DE 8 MINUTOS, DURANTE LOS CUALES CAMBIABA DE COLOR CAFÉ OSCURO A NEGRO BRILLANTE.

- 4.- RIEGO DE MATERIAL PÉTRICO.- COMO VIMOS ANTERIORMENTE, ANTES DE QUE LA EMULSIÓN ROMPIERA HABÍA QUE CUBRIRLA CON EL PÉTRICO PARA LOGRAR LA ADECUADA ADHERENCIA. POR ESTA RAZÓN, UNO O DOS MINUTOS DESPUÉS DE EFECTUADA LA LIGA EN TRABA EL VOLTEO EN REVERSA CON EL ESPARCIDOR COLOCADO Y LA CAJA LEVANTADA TANTO COMO EL MATERIAL EN LA MISMA LO PERMITA SIN QUE SE CAIGA, UN PEÓN ADIESTRADO CONTROLABA LA ABERTURA DE LA COMPUERTA AL VOLANTE.

EN OCASIONES ALGUNA PIEDRA O BASURA PROVOCABA QUE NO FUERA UNIFORME EL RIEGO, PARA LO CUAL DOS PEONES CON CEPILLOS ARREGLAN EL DESPERFECTO.

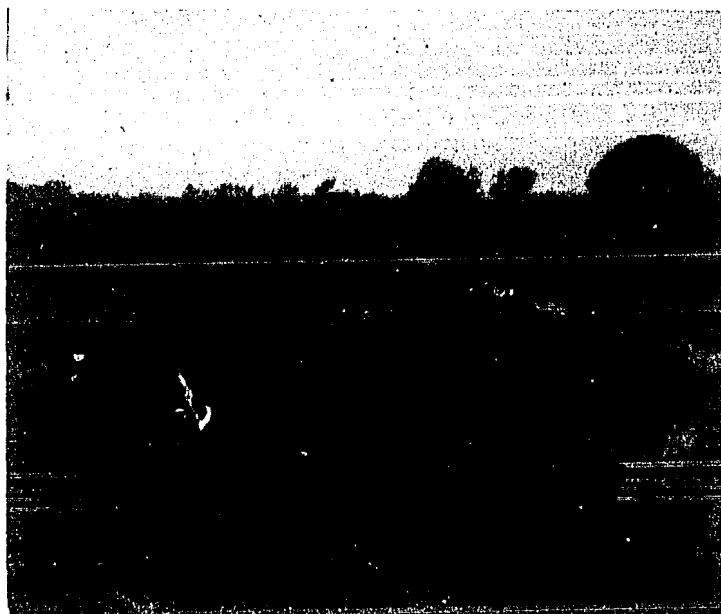
EL MATERIAL FINO EN ESTE CASO NO OCASIONÓ PROBLEMAS YA QUE COMO SE PUEDE OBSERVAR EN EL REPORTE DE CALIDAD DEL SELLO, LA CANTIDAD EXISTENTE DE AQUEL ERA MÍNIMO.

SE TOMARON ALGUNAS PRECAUCIONES PARA EVITAR BORDOS MANCHADOS Y LLORADOS EN LOS TRASLAPES, TANTO TRANSVERSALES COMO LONGITUDINALES, DE LAS FRANJAS. ESTO SE LOGRÓ, MIENTRAS ADQUIRÍA HABILIDAD LA CUADRILLA ENCARGADA DEL RIEGO, UTILIZANDO CARTONES QUE SE COLOCABAN EN EL FINAL DE LA FRANJA SELLADA Y EN EL MERO BORDE PARA QUE AL INICIAR EL ARRANQUE LA PETROLIZADORA, NO HUBIERA TRASLAPE DE RIEGOS. EN CADA FRANJA SE DEJABA UNA DE UN ANCHO PROMEDIO DE 10 CM, SIN CUBRIR CON PÉTRICO PARA QUE EL TRASLAPE DEL RIEGO DE EMULSIÓN NO CAYERA SOBRE AQUEL EVITANDO ASÍ EL LLORADO.

5.- PLANCHADO DEL MATERIAL PÉTREO.- LA SELECCIÓN DEL EQUIPO DE PLANCHADO CON FRECUENCIA DEPENDE DE LAS CONDICIONES DE LA SUPERFICIE Y DE LA DUREZA DEL MATERIAL PÉTREO. EL AGREGADO EN ESTE CASO ERA RELATIVAMENTE SUAVE PORQUE NO SOPORTÓ LA PLANCHA TANDEN DE 8 TONELADAS, YA QUE SE OBSERVABA FRACTURAMIENTO DE MUCHAS PARTÍCULAS. POR ESTO SE DECIDIÓ POR LA UTILIZACIÓN DE UN DUO-PACTOR CUYO PESO NO PASABA DE 6 TONELADAS Y EL CUAL SE TRABAJABA EN FORMA COMBINADA. CON TRES PASADAS ERA SUFICIENTE PARA QUE PRÁCTICAMENTE TODO EL MATERIAL QUEDARA ADHERIDO. EN LOS TANGENTES EL PLANCHADO SE INICIABA DE LOS HOMBROS AL CENTRO Y EN LAS CURVAS DE LA PARTE INTERNA A LA EXTERNA. SIEMPRE TRABAJÓ EN REVERSA EL DUO-PACTOR PARA EVITAR DESPRENDIMIENTO PROVOCADO POR LAS LLANTAS DEL TRACTOR, TRAS LAPANDO EN CADA PASADA UN ANCHO DE LA MITAD DEL RODILLO,

SE TENÍA CUIDADO EN CONTROLAR LA VELOCIDAD DEL COMPACTADOR HASTA DONDE FUERA POSIBLE PARA EVITAR TAMBIÉN DESPRENDIMIENTO DEL MATERIAL.

6.- RECOLECCIÓN DEL MATERIAL EXCEDENTE.- UNA BRIGADA COMPUESTA CON 4 PEONES TENÍA COMO MISIÓN EL ACOMODO, POR MEDIO DE CEPILLOS DE RAÍZ, DEL MATERIAL PÉTREO EN CADA UNA DE LAS PASADAS DEL DUO-PACTOR PARA ASEGURAR EL MÁXIMO DE MATERIAL ADHERIDO Y EVITAR BORDOS, ONDULACIONES O DEPRECIONES. SIN EMBARGO CUANDO SALÍA EL DUO-PACTOR AÚN QUEDABA MATERIAL SUELTO, EL CUAL ES PELIGROSO AL TRÁNSITO. ESTE SE BARRÍA Y RECOLECTABA EN UN CAMIÓN DE VOLTEO PARA CRIBARSE POSTERIORMENTE Y VER LA POSIBILIDAD DE NUEVO EMPLEO. DESPUÉS DE ESTO LA APERTURA AL TRÁNSITO SE HACÍA HASTA LAS 24 HORAS.



CĂRPEȚĂ TERMINADA

IV.4.- ANÁLISIS DEL COSTO DEL RIEGO DE SELLO;

UNIDAD M2.

<u>CONCEPTO</u>	<u>UNIDAD</u>	<u>PARCIAL</u>	<u>P.U.</u>
A) MATERIALES			
A) EMULSIÓN CATIONICA DE ROMPIMIENTO RÁPIDO A RAZÓN 1.2 LTS/M2.			
COSTO UNITARIO PUESTO EN OBRA =			
\$ 34.00/LT.			
CARGO= 1.2 LT/M2 x \$ 34.00/LT.	M2	40.80	
B) AGREGADO PÉTRICO TIPO 3A A RAZÓN DE 10 LT/M2.			
COSTO UNITARIO PUESTO EN OBRA =			
\$ 6,360.00/M3			
CARGO= \$ 6.36/LT. x 10 LTS/M2	M2	63.60	
B) CARGA A MANO DEL AGREGADO PÉTRICO			
1 CABO: \$670.00x1.546= \$1,035.82			
8 PEONES: \$533.00x1.595x8=\$6,826.60			
\$7,862.42/JOR.			
RINDEN 12 M3/HR.			
CARGO= $\frac{\$7,862.42/JOR. \times 0.010 \text{ M3/M2}}{12 \text{ M3/HR.} \times 8 \text{ HRS/JORNAL}}$	M2	0.82	
C) ACARREO LOCAL DEL MONTÓN AL CENTRO DE GRAVEDAD DEL CAMINO, SOBRE PAVIMENTO:			
DISTANCIA = 3 Km. + 19.2 Km. = 23 Km.			
ACARREO= (3 Km x \$14.10/M3-Km.+19 Km x \$15.20/M3-Km			
+ \$51.14/M3) x 0.010 M3/M2			
	M2	3.82	
D) RIEGO DE LIGA CON EMULSIÓN CATIONICA DE ROMPIMIENTO RÁPIDO;			
A) MANO DE OBRA EN EL BARRIDO DE LA SUPERFICIE POR TRATAR, MISMO ANÁLISIS QUE EN EL RIEGO DE IMPREGNACIÓN			
	M2	1.46	

B) HERRAMIENTA; 5% DE LA MANO DE OBRA M2 0.07

C) EQUIPO; UNA PETROLIZADORA SOBRE CAMIÓN DODGE SEAMAN-GUNINSON CON COSTO HORARIO= \$ 4,686.41/HR., BOMBEA, TRANSPORTA AL LUGAR DE APLICACIÓN Y APLICA 8,000 LITROS DE EMULSIÓN CADA 3 HORAS,
CARGO= $\frac{\$4,686.41/\text{HR} \times 3 \text{ HRS} \times 1.2 \text{ L}/\text{M}^2}{8,000 \text{ Lts.}}$ M2 2.11

E) RIEGO DE SELLO;

A) EQUIPO; UN CAMIÓN VOLTEO DODGE-600 DE 6.00 M³ DE CAPACIDAD CON COSTO HORARIO= \$2,560.03/HR. TIRA 18 M³/HR,
CARGO= $\frac{\$2,560.03/\text{HR.} \times 0.010 \text{ M}^3/\text{M}^2}{18 \text{ M}^3/\text{HR.}}$ M2 1.42

B) MANO DE OBRA PARA MANIOBRAS DEL ESPARCIDOR Y RASTREO CON CEPILLOS DE RAÍZ.
1 CABO; \$670.00 x 1,546 = \$1,035.82
6 PEONES; \$535.00 x 1,595 x 6 = \$5,119.95
\$6,155.77/JORNAL

RINDEN 18 M³/HR.

CARGO= $\frac{\$6,155.77/\text{JORNAL} \times 0.010 \text{ M}^3/\text{M}^2}{18 \text{ M}^3/\text{HR} \times 8 \text{ HRS}/\text{JORNAL}}$ M2 0.43

F) PLANCHADO DEL MATERIAL PÉTREO Y REMOCIÓN DEL EXCEDENTE. SE USARÁ UN DUO-FACTOR CON

COSTO HORARIO= \$3,730.73/HR. P/PLANCHADO
RINDE 18 M³/HR

CARGO= $\frac{\$3,730.73/\text{HR} \times 0.010 \text{ M}^3/\text{M}^2}{18 \text{ M}^3/\text{HR.}}$ M2 2.07

REMOCIÓN DEL EXCEDENTE;

UN CAMIÓN DE VOLTEO DODGE-600 DE 6 M³ DE CAPACIDAD CON

COSTO HORARIO = \$2,560.03/HR.

MANO DE OBRA: 1 CABO Y 6 PEONES

\$ 6,155.77/JORNAL

RINDEN 25,000 M2/DÍA

CARGO = $\frac{\$ 2,560.03/\text{HR} \times 8 \text{ HRS}/\text{J} + \$ 6,155.77/\text{J}}{25,000 \text{ M2}/\text{JORNAL}}$ M2 1.07

COSTO DIRECTO M2 117.67

38% INDIRECTO + UTILIDAD 44.71

P.U. M2 162.38

EN ESTE TEMA QUIERO HACER ÉNFASIS EN LAS EMULSIONES ASFÁLTICAS CATIONICAS Y MENCIONAR ALGUNAS PROPIEDADES Y VENTAJAS DE LAS MISMAS CON RESPECTO A LOS DEMÁS ASFALTOS LÍQUIDOS, YA QUE COMO PUEDE OBSERVARSE EN EL DESARROLLO DEL TRABAJO, ES EN ÉSTE, EL ELEMENTO PRINCIPAL Y SOBRE TODO EL ELEMENTO NUEVO.

EN LAS SIGUIENTES TABLAS INTENTO SINTETIZAR LAS VENTAJAS Y LAS DESVENTAJAS QUE SE PRESENTAN EN DIVERSOS TIPOS DE CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS, CON LOS PRODUCTOS ACTUALMENTE EMPLEADOS, ASÍ COMO CON LAS EMULSIONES CATIONICAS, Y QUIERO TAMBIÉN PONER DE MANIFIESTO LAS BONDADDES DE ESTE ÚLTIMO PRODUCTO.

TIPO DE CONSTRUCCIÓN.	PRODUCTO ASFÁLTICO	DESVENTAJAS QUE PUEDE PRESENTAR SU EMPLEO	VENTAJAS QUE PRESENTA
TRATAMIENTOS SUPERFICIALES O RIEGOS DE SELLO,	FR-3 ó FR-4	SI ES NECESARIO LAVAR EL MATERIAL PARA ELIMINAR EL POLVO O ARENA FINA, LA HUMEDAD PRESENTE IMPIDE LA CORRECTA ADHERENCIA CON EL ASFALTO. SE REQUIERE EL EMPLEO DE AGENTES TENSO-ACTIVOS SI EL MATERIAL PÉTREO PRESENTA CARACTERÍSTICAS HIDRÓFILAS.	CON MATERIALES PÉTREOS LIMPIOS Y SECOS, PRESENTA UNA FUERTE ADHERENCIA
	EMULSIÓN ANIÓNICA DE FRAGUADO RÁPIDO.	NO TIENE BUENA ADHERENCIA LA PELÍCULA ASFÁLTICA CON MATERIALES ÁCIDOS DEL TIPO HIDRÓFILO. SE LAVA LA EMULSIÓN SI SOBREVIENE UNA LLUVIA ANTES DE QUE HAYA FRAGUADO TOTALMENTE	PUEDEN UTILIZARSE MATERIALES PÉTREOS CON HUMEDAD MODERADA. NO REQUIERE CALENTAMIENTO PREVILO.
	EMULSIÓN CATIONICA DE FRAGUADO RÁPIDO	PRESENTA BAJA ADHERENCIA EN LAS DOLOMITAS.	PUEDEN UTILIZARSE AGREGADOS CON ALTA HUMEDAD. PRÁCTICAMENTE SATURADOS. SE TIENE BUENA ADHERENCIA CON

TIPO DE CONSTRUCCIÓN	PRODUCTO ASFÁLTICO	DESVENTAJAS QUE PUEDE PRESENTAR SU EMPLEO	VENTAJAS QUE PRESENTA
			<p>TODOS LOS MATERIALES PÉTREOS, CON LA EXCEPCIÓN ANOTADA, SIN EMPLEO DE ADITIVOS DEL ASFALTO, NO REQUIERE CALENTAMIENTO. LA PRESENCIA DE LLUVIA UNA VEZ APLICADO EL PRODUCTO NO TIENE EFECTOS PERJUDICIALES MARCADOS DEBIDO AL ROMPIMIENTO RÁPIDO DE LA EMULSIÓN.</p>
<p>MEZCLAS ASFÁLTICAS ELABORADAS EN EL LUGAR O EN PLATAFORMA DE MEZCLADO. MEZCLAS EN PLANTA ESTACIONARIA, EN FRÍO</p>	<p>FR-2, FR-3 ó FM-3</p>	<p>SE REQUIERE UN RIGUROSO CONTROL DE LA ELIMINACIÓN DEL DISOLVENTE PARA QUE LA COMPACTACIÓN DE LA MEZCLA SE EFECTÚE EN FORMA CORRECTA Y EL TRÁNSITO NO PROVOQUE DEFORMACIONES DEBIDAS A BAJA ESTABILIDAD, O UN "LLORADO" DE LA CARPETA. EL MATERIAL PÉTREO DEBE TENER UNA HUMEDAD MENOR QUE LA HUMEDAD DE ABSORCIÓN. SI SE PRESENTAN LLUVIAS DURANTE EL PROCESO DE INCORPORACIÓN DEL ASFALTO O EN LA ELIMINACIÓN DE LOS DISOLVENTES, HAY PELIGRO DE DEJAR AGUA ATRAPADA AL COMPACTAR LA MEZCLA, O SE HACE NECESARIO AUMENTAR LA CANTIDAD DE ASFALTO. SE REQUIERE EL EMPLEO DE ADITIVOS DEL ASFALTO SI EL MATERIAL PÉTREO ES DE CARACTERÍSTICAS HIDRÓFILAS.</p>	<p>CON MATERIALES LIMPIOS Y SECOS Y SIN HUMEDAD DURANTE EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN LAS MEZCLAS SON RESISTENTES Y ESTABLES, UNA VEZ COMPACTADAS.</p>

TIPO DE CONSTRUCCIÓN	PRODUCTO ASFÁLTICO	DESVENTAJAS QUE PUEDE PRESENTAR SU EMPLEO	VENTAJAS QUE PRESENTA
	EMULSIÓN ANIÓNICA DE FRAGUADO LENTO	NO TIENE BUENA ADHERENCIA CON MATERIALES HIDRÓFILOS, SI SE PRESENTAN LLUVIAS DURANTE EL PROCESO DE MEZCLADO, SE PIERDE LA EMULSIÓN POR LAVADO.	NO REQUIERE CALENTAMIENTO, PUEDEN UTILIZARSE MATERIALES CON HUMEDAD MODERADA, NO SE REQUIERE ELIMINAR DISOLVENTES.
	EMULSIÓN CATIONICA DE FRAGUADO MEDIO PARA MEZCLA ASFÁLTICA.	PRESENTA BAJA ADHERENCIA CON LAS DOLOMITAS.	NO REQUIERE CALENTAMIENTO, PUEDEN UTILIZARSE MATERIALES PÉTREOS CON ALTA HUMEDAD, EN LAS MEZCLAS EN EL LUGAR, SE TIENE BUENA ADHERENCIA CON TODOS LOS MATERIALES PÉTREOS, EXCEPTO CON LOS DOLOMÍTICOS, SIN NECESIDAD DE EMPLEAR ADITIVOS EN EL ASFALTO, SE SUPRIME EL PROCESO DE ELIMINACIÓN DEL DISOLVENTE, PUDIÉNDOSE HACER EL TENDIDO Y COMPACTACIÓN DE LA MEZCLA CASI INMEDIATAMENTE DESPUÉS DE INCORPORADA LA EMULSIÓN, SE AUMENTA EL AVANCE EN LA CONSTRUCCIÓN PARA UN DETERMINADO EQUIPO, Y SE REDUCE EL PERÍODO DE CONSTRUCCIÓN.

TIPO DE CONSTRUCCIÓN	PRODUCTO ASFÁLTICO	DESVENTAJAS QUE PUEDE PRESENTAR SU EMPLEO	VENTAJAS QUE PRESENTA
MEZCLAS EN CALIENTE EN PLANTA .	CEMENTO ASFÁLTICO	SE REQUIERE EL EMPLEO DE UN ADITIVO EN EL ASFALTO RESISTENTE AL CALOR SI EL MATERIAL PÉTREO ES HIDRÓFILO	ES EL PRODUCTO INDICADO PARA ESTE TIPO DE PAVIMENTO.
	FR-3 ó FR-4	DEBE DEJARSE LA MEZCLA SIN COMPACTAR PARA FACILITAR LA ELIMINACIÓN DEL DISOLVENTE. SE REQUIERE UN ADITIVO DEL ASFALTO RESISTENTE AL CALOR SI EL MATERIAL PÉTREO ES HIDRÓFILO	MAYOR TIEMPO ENTRE LA FABRICACIÓN DE LA MEZCLA Y EL TENDIDO QUE EN EL CASO DE LOS CEMENTOS ASFALTOS.
MORTEROS ASFÁLTICOS PARA SELLO, (SLURRY-SEAL)	EMULSIÓN ANIÓNICA DE FRAGUADO LENTO	BAJA ADHERENCIA CON MATERIALES PÉTREOS HIDRÓFILOS	
	EMULSIÓN CATIONICA PARA MORTEROS ASFÁLTICOS, DE FRAGUADO LENTO.	BAJA ADHERENCIA CON MATERIALES DOLOMÍTICOS.	BUEN CUBRIMIENTO DEL MATERIAL PÉTREO SATURADO Y ADHERENCIA SATISFACTORIA CON TODOS LOS TIPOS DE MATERIALES PÉTREOS, CON LA EXCEPCIÓN ANTERIOR SEÑALADA.

TIEMPO DESPUÉS DE CONSTRUÍDO ESTE CAMINO, SE PRESENTARON ALGUNAS FALLAS DEL PAVIMENTO EN AISLADOS TRAMOS, QUE FUERON EL REFLEJO NO TANTO DE UNA MALA ESTRUCTURACIÓN DEL MISMO, SINO DE LA FALTA DE UN ADECUADO DRENAJE SUPERFICIAL Y DEL PROYECTO DE UN BUEN SUB-DRENAJE.

EN LAS FOTOGRAFÍAS SIGUIENTES SE MUESTRAN ALGUNOS ESTRAGOS QUE PROVOCÓ EL AGUA EN EL CAMINO.



A N E X O

FACTOR DE SALARIO REAL

ANÁLISIS DEL FACTOR DE INDIRECTOS Y UTILIDAD

ANÁLISIS DE LOS COSTOS HORA-MÁQUINA

OBTENCIÓN DEL FACTOR DE SALARIO REAL

CONCEPTO Y GENERADOR	PARA SALARIO MAYOR AL MÍNIMO	PARA SALA RIO MÍNÍ- MO
DÍAS CALENDARIO	365.25	365.25
DÍAS DE AGUINALDO	15.0	15.0
DÍAS POR PRIMA VACACIONAL 6 DÍASx0.25	1.5	1.5
DÍAS DE PERCEPCIÓN PAGADOS AL AÑO		
<u>SUMA</u>	381.75	381.75
DÍAS DOMINGO	5.2	5.2
DÍAS DE VACACIONES	6.0	6.0
DÍAS FESTIVOS OFICIALES (POR LEY)	7.17	7.17
DÍAS PERDIDOS POR CONDICIONES DE CLIMA	7.0	7.0
DÍAS POR CONDICIONES SINDICALES	2.0	2.0
DÍAS NO LABORADOS AL AÑO		
<u>SUMA</u>	74.17	74.17
DÍAS CALENDARIO LABORADOS AL AÑO	291.08	291.08
DÍAS EQUIVALENTES POR SEGURO So- CIAL; CUOTAS (15.9375% y 19.6875%)(DIPER)	60.84	75.16
DÍAS EQUIVALENTES POR SEGURO So- CIAL; GUARDERÍAS 1% (DICAL)	3.65	3.65
DÍAS EQUIVALENTES POR IMPUESTO SO- BRE REMUNERACIONES PAGADAS 1% (DIPER)	3.82	3.82
DÍAS EQUIVALENTES DE PRESTACIONES AL AÑO		
<u>SUMA</u>	68.31	82.63
DÍAS EQUIVALENTES DE COSTO ANUAL	450.06	464.38
FACTORES DE SALARIO REAL	1.546	1.595

(COSAN/DICLA)

OBTENCIÓN DEL FACTOR DE INDIRECTOS Y UTILIDAD

<u>CONCEPTO</u>	<u>POR CIENTO DEL COSTO DIRECTO PARCIAL</u>	<u>COSTO DIRECTO ACUMULADO</u>
ADMINISTRACIÓN CENTRAL		
HONORARIOS, SUELDOS Y PRESTACIONES	2.5	
DEPRECIACIÓN, MANTENIMIENTO Y RENTA	2.0	
SERVICIOS	1.5	
GASTOS DE OFICINA	2.0	8.0
ADMINISTRACIÓN DE OBRA		
HONORARIOS, SUELDOS Y PRESTACIONES	2.0	
SERVICIOS	1.0	
FLETES Y ACARREOS	1.0	
GASTOS DE OFICINA	1.5	
TRABAJOS PREVIOS Y AUXILIARES	1.6	15
SEGUROS Y FIANZAS	3.0	
FINANCIAMIENTO	5.0	
IMPREVISTOS	3.0	
UTILIDAD BRUTA	12.0	38
INDIRECTOS Y UTILIDAD		38%

COSTO HORARIO PARA MAQUINARIA

PRECIOS UNITARIOS

MAQUINA: TRAXCAVO CAT. 955 L

Capacidad: <u>2.5 YD³</u>	Cp= Potencia: <u>130</u> a <u>.....</u> R.P.M.
Va= Valor Actual Máquina: \$ <u>25'105,536.00</u>	Ma= Meses por año <u>12</u>
VII= Valor llantas: \$.....	Td= Turnos <u>8</u> hrs.
Diferencia sin: \$.....	Hm= Horas elect. mes: <u>200</u>
Ve= Vida efectiva horas: <u>12000</u>	Ha= Horas elect. año: <u>2400</u>
Vr= Valor rescate: <u>25%</u> \$ <u>6'276,384.00</u>	A= Años de vida: <u>5</u>
m= Mermas: <u>7/8 = 0.88</u>	t= Transportación: <u>.....</u>

CARGOS FIJOS:	FORMULA:	CALCULO:	COSTO:
I = INVERSION. i = tasa interés: <u>36%</u>	$\frac{Va + Vr \left(\frac{i}{2Ha}\right)}{2Ha}$	$25'105,536 + 6'276,384 \left(\frac{0.36}{2 \times 2400}\right)$	2,353.64
S = SEGUROS. s = tasa primas: <u>2%</u>	$\frac{Va + Vr \left(\frac{s}{2Ha}\right)}{2Ha}$	$25'105,536 + 6'276,384 \left(\frac{0.02}{2 \times 2400}\right)$	130.76
A = ALMACENAJES: k = factor: <u>0.01</u>	D . Ka	.1 569.10 x 0.01	15.69
D = DEPRECIACION. M = MANTENIMIENTO. q = factor: <u>1.0</u>	$\frac{Va - Vr}{Ve}$ D . Q	$\frac{25'105,536 - 6'276,384}{12000}$ 1,569.10 x 1	ST-2,500.09 1,569.10 5,638.29
CONSUMOS			
C— COMBUSTIBLES. c = factor: <u>0.176</u>	c.PcCp.ml	0.17x22.60x130x0.88	439.52
L— LUBRICANTES. a = factor: <u>0.0046</u>	a.PlCp.ml	0.004x203.01x130x0.88	92.90
LL— LLANTAS. P= precio adquisición.	$\frac{VII}{Hv}$	SUB-TOTAL	532.42
O— OPERACION. S.— Salario + comp.s. a.— Indirectos. <u>1.63</u>	$\frac{Sa}{td}$	$\frac{1,164 \times 1.63}{8}$	237.17
FECHA: <u>15-XI-83</u>		TOTAL:	6,407.88

Hora Ociosa == ST. 2,500.09
 Operación S. Base: 200.08
 Total Hora Ociosa: 2,700.17

LIBRARIO PARA MAQUINARIA

FACTORES UNITARIOS

MAQUINA: MOTOCONFORMADORA CATERPILLAR 120-B

Capacidad:	Cp=	Potencia: 125	a	2600	RPM
Va = Valor Actual Máquina:	\$ 24'125,440.00	Ma =	Meses por año		
VII = Valor Bontas:	\$ 449,830.00	Td =	Turnos 8 hrs		
Diferencia sin:	\$ 23'675,610.00	Hm =	Horas elect. mes	200	
Ve = Vida efectiva horas:	12000	Ha =	Horas elect. año	2400	
Vr = Valor rescate: 25%	\$ 6'031,360.00	A =	Años de vida	5	
m = Mermas:	7/8 = 0,88	t =	Transportación:		

CARGOS FIJOS:	FORMULA:	CALCULO:	COSTO:
I = INVERSION. i = tasa interés: 36	$\frac{Va + Vr \left(\frac{i}{100}\right)}{2Ha}$	$\frac{23'675,610 + 6'031,360 \times 0,36}{4800}$	2,225.02
S = SEGUROS. s = tasa primas: 2	$\frac{Va + Vr \left(\frac{s}{100}\right)}{2Ha}$	$\frac{23'675,610 + 6'031,360 \times 0,02}{4800}$	123.75
A = ALMACENAJES: k = factor: 0,01	D . Ka	1,470,35 x 0,01	14.70
D = DEPRECIACION. M' = MANTENIMIENTO. q = factor: 0,8	$\frac{Va - Vr}{Ve}$ D . Q	$\frac{23'675,610 - 6'031,360}{12000}$ 1,470,35 x 0.80	1,470.35 1,176.28
		SUB-TOTAL	5,013.13
CONSUMOS			
C.— COMBUSTIBLES. c — factor: 0,17	c.Pc.Cp.mt	0,17 x 22,60 x 125,088	422,62
L— LUBRICANTES. a — factor: 0,004	a.Pl.Cp.mt	0,004 x 203,01 x 125 x 0,88	89,32*
LL— LLANTAS. P.— precio adquisición.	$\frac{VII}{Hv}$	$\frac{449,830}{2,000}$	224,92
O.— OPERACION. S.— Salario + comp.a. a — indirectos.	$\frac{Sa}{td}$	$\frac{1,293 \times 1,63}{8}$	263,45
FECHA: 15-XI-84		TOTAL:	6,013,44

Hora Ociosa = ST. 2,366.50
 Operación S. Base: 206.40
 Total Hora Ociosa: 2,572.90

COSTO HORARIO PARA MAQUINARIA

PRECIOS UNITARIOS

MAQUINA: CAMION PIPA

Capacidad: <u>10 M3</u>	Cp= Potencia: <u> </u> a <u> </u> R.P.M.
Va= Valor Actual Máquina: \$ <u>6'222,000.00</u>	Ma= Meses por año: <u>12</u>
VII= Valor llantas: \$ <u>370,470.00</u>	Td= Turnos 8 hrs. <u> </u>
Diferencia sin: \$ <u>5'851,530.00</u>	Hm= Horas elect. mes: <u>200</u>
Ve= Vida efectiva horas: <u>2,600</u>	Ha= Horas elect. año: <u>2,400</u>
Vi= Valor rescate: 20% \$ <u>1'244,400.00</u>	A= Años de vida: <u>4</u>
m= Mermas: <u>7/8 = 0.88</u>	t= Transportación: <u> </u>

CARGOS FIJOS:	FORMULA:	CALCULO:	COSTO:
I = INVERSION.	$\frac{Va + Vr \left(\frac{i}{2Ha}\right)}{2Ha}$	$\frac{(5'851,530 + 1'244,400) 0.36}{4800}$	532.19
i = tasa interés: <u>36%</u>			
S = SEGUROS.	$\frac{Va + Vr \left(\frac{s}{2Ha}\right)}{2Ha}$	$\frac{(5'851,530 + 1'244,400) 0.02}{4800}$	29.57
s = tasa primas: <u>2</u>			
A = ALMACENAJES:	D . Ka	479.91 x 0.01	4.80
k = factor: <u>0.01</u>			ST. 566.56
D = DEPRECIACION.	$\frac{Va - Vr}{Ve}$	$\frac{5'851,530 - 1'244,400}{9600}$	479.91
M = MANTENIMIENTO.	D . Q	479.91 x 1	479.91
q = factor: <u>1</u>			
		SUB-TOTAL	1,526.38
CONSUMOS			
C.—COMBUSTIBLES.	c.Pa.Cp.mt	0.17x22.60x200x0.88	676.19
c = factor: <u>6</u>			
L.—LUBRICANTES.	a.Pl.Cp.mt	0.004x203.01x200x0.88	142.92
a = factor: <u>6</u>			
LL.—LLANTAS.	$\frac{VII}{Hv}$	$\frac{370,470}{1,500}$	246.98
P.—precio adquisición.			
O.—OPERACION.	$\frac{Sa}{td}$	$\frac{986 \times 1.63}{8}$	200.90
S.—Salario + comps.			
a.—Indirectos.			
FECHA: <u>15-XI-84</u>		TOTAL:	2,793.37

Hora Ociosa = ST. 566.56
 Operación S. Base: 200.90
 Total Hora Ociosa: 767.46

CÓSTO HORARIO PARA MAQUINARIA

PRECIOS UNITARIOS

MAQUINA: COMPACTADOR DYNAPAC CA- 25 A

Capacidad:	Cp= Potencia: 115 a. 2.800 R.P.M.
Va= Valor Actual Máquina: \$ 13'039,488.00	Ma= Mesea por año: 12
VII= Valor llantas: \$ 308,708.00	Td= Turnos 8 hrs.
Diferencia sin: \$ 12'730,780.00	Hm= Horas elect. mes: 200
Ve= Vida efectiva horas: 12000	Hla= Horas elect. año: 2400
Vr= Valor rescate: 25% \$ 3'259,872.00	A= Años de vida: 5
m= Mermas: 5/8 - 0.63	t= Transportación:

CARGOS FIJOS:	FORMULA:	CALCULO:	COSTO:
I = INVERSION.	$\frac{Va + Vr \left(\frac{I}{2Ha}\right)}{2Ha}$	$\frac{12'730,780 + 3'259,872 \times 0.36}{4800}$	1,199.30
i = tasa interés: 36			
S = SEGUROS.	$\frac{Va + Vr \left(\frac{s}{2Ha}\right)}{2Ha}$	$\frac{12'730,780 + 3'259,872 \times 0.02}{4800}$	66.63
s = tasa primas: 2%			
A = ALMACENAJES:	D . Ka	789.24 x 0.01	7.89
k = factor: 0.01			BT. 1,273.82
D = DEPRECIACION.	$\frac{Va - Vr}{Ve}$	$\frac{12'730,780 - 3'259,872}{12000}$	789.24
M = MANTENIMIENTO.	D . Q	789.24 x 0.7	552.47
q = factor: 0.7			
		SUB-TOTAL	2,615.53
CONSUMOS			
C.— COMBUSTIBLES.	c.Pc.Cp.mt	0.17x22.60x115x0.63	278.35
c = factor: 0.176			
L.— LUBRICANTES.	a.Pl.Cp.mt	0.004x203.01x115x0.63	58.83
a = factor: 0.0046			
LL.— LLANTAS.	$\frac{VII}{Hv}$	$\frac{308,708}{2,500}$	123.48
P.— precio adquisición.			
O.— OPERACION.	$\frac{Sa}{td}$	$\frac{1132 \times 1.63}{8}$	230.65
S.—Salario + comp.s.			
a.— Indirectos.			
FECHA: 15-XI-84		T O T A L :	3,306.84

Hora Ociosa = ST.	1,273.82
Operación S. Base:	200.08
Total Hora Ociosa:	1,473.90

COSTO HORARIO PARA MAQUINARIA

PRECIOS UNITARIOS

MAQUINA: COMPACTADOR DUO-FACTOR

Capacidad: 10. - 30 TON.	Cp= Potencia: 76 a 1800 H.P.M.
Va= Valor Actual Máquina: \$13'608,323.00	Ma= Meses por año 12
VII= Valor llantas: \$ 749,040.00	Td= Turnos 8 hrs.
Diferencia sin: \$13'608,323.00	Hm= Horas elect. mes: 200
Ve= Vida efectiva horas: 12000	Ha= Horas elect. año: 2400
Vr= Valor rescate: \$ 3'589,335.75	A= Años de vida: 5
m= Mermas: 7/8 = 0.875	t= Transportación:

CARGOS FIJOS:	FORMULA:	CALCULO:	COSTO:
I = INVERSION.	$\frac{Va + Vr \left(\frac{i}{2Ha}\right)}{2Ha}$	$\frac{13'608,323+3'589,335.75}{4800}$	0.36 1,289.82
i = tasa Interés: 36%			
S = SEGUROS.	$\frac{Va + Vr \left(\frac{s}{2Ha}\right)}{2Ha}$	$\frac{13'608,323+3'589,335.75}{4800}$	0.02 71.66
s = tasa primas: 2%			
A = ALMACENAJES:	D . Ka	834.92 x 0.01	8.35
k = factor: 0.01			ST. 1,369.83
D = DEPRECIACION.	$\frac{Va - Vr}{Ve}$	$\frac{13'608,323-3'589,335.75}{12000}$	834.92
M = MANTENIMIENTO.	D . Q	834.92 x 1	834.92
q = factor: 1.0			
		SUB-TOTAL	3,039.67

CONSUMOS			
C.- COMBUSTIBLES.	a.Pc.Cp.mt	0.17x22.60x76x0.88	256.95
c - factor: 0.176			
L.- LUBRICANTES.	a.Pl.Cp.mt	0.004x203.01x76x0.88	54.31
a - factor: 0.0046			
LL.- LLANTAS.	$\frac{VII}{Hv}$	$\frac{749,040.00}{4000}$	187.26
P.- precio adquisición.			
O.- OPERACION.	$\frac{Sa}{td}$	$\frac{945 \times 1.63}{8}$	192.54
S.-Salario + comps.			
a.- Indirectos.			
FECHA: 15-XI-84		TOTAL:	3,730.73

150

Hora Ociosa = ST.	1,369.83
Operación S. Base:	155.46
Total Hora Ociosa:	1,525.29

COSTO HORARIO PARA MAQUINARIA

PRECIOS UNITARIOS

MAQUINA: COMPACTADOR NEUMATICO COMPACTO 13 T-9

Capacidad: <u>13 TONS.</u>	Cp= Potencia: <u>88 a 2800</u> RPM
Va= Valor Actual Máquina: \$ <u>6'468.000,00</u>	Ma= Meses por año: <u>12</u>
VII= Valor llantas: \$ <u>508.581,00</u>	Td= Turnos 8 hrs.
Diferencia sin: \$ <u>5'959.419,00</u>	Hm= Horas elect. mes: <u>166</u>
Ve= Vida electiva horas: <u>10.000</u>	Ha= Horas elect. año: <u>2000</u>
Vr= Valor rescate: <u>25%</u>	A= Años de vida: <u>5</u>
m= Mermas: <u>5/8 0,63</u>	t= Transportación:

CARGOS FIJOS:	FORMULA:	CALCULO:	COSTO:
I = INVERSION.	$\frac{Va + Vr \left(\frac{i}{2Ha} \right)}$	$(5'959.419 + 1'617.000) \cdot 0,35$ 2×2000	681,88
i = tasa Interés: <u>36</u>			
S = SEGUROS.	$\frac{Va + Vr \left(\frac{s}{2Ha} \right)}$	$(5'959.419 + 1'617.000) \cdot 0,02$ 4000	37,88
s = tasa primas: <u>2</u>			
A = ALMACENAJES:	D · Ka	434,24 x 0,01	4,34
k = factor: <u>0,01</u>			ST. 724,10
D = DEPRECIACION.	$\frac{Va - Vr}{Ve}$	$\frac{5'959.419 - 1'617.000}{10.000}$	434,24
N = MANTENIMIENTO.	D · Q	434,24 x 0,60	260,54
q = factor: <u>0,6</u>		SUB-TOTAL	1.418,88
CONSUMOS			
C.— COMBUSTIBLES.	a.Pa.Cp.mt	0,17x22,60x88x0,63	213,00
c— factor: <u>0,176</u>			
L— LUBRICANTES.	a.Pl.Cp.mt	0,004x203,01x88x0,63	45,02
a— factor: <u>0,0046</u>			
LL.— LLANTAS.	$\frac{VII}{Hv.}$	$\frac{508.581}{2.500}$	203,43
P.— precio adquisición.			
O.— OPERACION.	$\frac{Sa}{td.}$	$\frac{1112 \times 1,63}{8}$	226,57
S.— Salario + comps.			
σ— Indirectos.			
FECHA: <u>15-XI-84</u>		TOTAL:	2.106,90

Hora Ociosa = ST. 724,10
 Operación S. Base: 200,08
 Total Hora Ociosa: 924,18

COSTO HORARIO PARA MAQUINARIA

PRECIOS UNITARIOS

MAQUINA: PLANCHA TANDEM 6 - 8 TON.

Capacidad:	Cp= Potencia: 140 a 2000 R.P.M.
Va= Valor Actual Máquina: \$ 10'150,000.00	Ma= Meses por año 12
VII= Valor llantas: \$	Td= Turnos 8 hrs.
Diferencia sin: \$	Hm= Horas elect. mes: 200
Ve= Vida efectiva horas: 12,000	Ha= Horas elect. año: 2400
Vr= Valor rescate: 25% \$ 2'537,500.00	A= Años de vida: 5
m= Mermas: 7/8 = 0,88	t= Transportación:

CARGOS FIJOS:	FORMULA:	CALCULO:	COSTO:
I = INVERSION. I = tasa Interés: 36%	$\frac{Va + Vr \left(\frac{I}{2Ha} \right)}{2Ha}$	$\frac{(10'150,000 + 2'537,500) 0,36}{2 \times 2400}$	951,56
S = SEGUROS. s = tasa primas: 2%	$\frac{Va + Vr \left(\frac{s}{2Ha} \right)}{2Ha}$	$\frac{(10'150,000 + 2'537,500) 0,02}{2 \times 2400}$	52,86
A = ALMACENAJES: k = factor: 0,01	D · Ka	634,37 × 0,01	6,34
D = DEPRECIACION. M' = MANTENIMIENTO. q = factor: 1,0	$\frac{Va - Vr}{Ve}$ D · Q	$\frac{(10'150,000 - 2'537,500)}{12.000}$ 634,37 × 1,00	ST. 1,010,76 634,37
		SUB- TOTAL	1,268,74
CONSUMOS			
C. - COMBUSTIBLES. c = factor: 0,17	c.Pc.Cp.mt	0,17 × 22,60 × 140 × 0,88	473,33
L. - LUBRICANTES. a = factor: 0,004 s	a.Pl.Cp.mt	0,004 × 203,01 × 140 × 0,88	100,04
LL. - LLANTAS. P. - precio adquisición.	$\frac{VII}{Hv}$		573,37
O. - OPERACION. S. - Salario + comp.s. a. - Indirectos.	$\frac{Sa}{td}$	$\frac{1132 \times 1,63}{8}$	230,64
FECHA: 15-XI-84		TOTAL:	3,083,51

Hora Ociosa = ST.
Operación S. Base:
Total Hora Ociosa:

COSTO HORARIO PARA MAQUINARIA

PRECIOS UNITARIOS

MAQUINA: PETROLIZADORA

Capacidad: <u>4,050 Lts.</u>	Cp= Potencia: <u>200</u> a <u>2200</u> H.P.M.
Va= Valor Actual Máquina: \$	Ma= Meses por año
VII= Valor llantas: \$ <u>370,470.00</u>	Td= Turnos <u>8</u> hrs.
Diferencia sin: \$	Hm= Horas elect. mes:
Ve= Vida efectiva horas: <u>10,000</u>	Ha= Horas elect. año: <u>2000</u>
Vr= Valor rescate: \$	A= Años de vida
m= Mermas: <u>5/8 = 0.63</u>	t= Transportación:

CARGOS FIJOS:	FORMULA:	CALCULO:	COSTO:
I = INVERSION. i = tasa interés: <u>36</u>	$\frac{Va + Vr \left(\frac{i}{2Ha}\right)}{2Ha}$	$\frac{9'242,000. + 1'848,400.}{4000} \cdot 0.50$	998.14
S = SEGUROS. s = tasa primas: <u>2</u>	$\frac{Va + Vr \left(\frac{s}{2Ha}\right)}{2Ha}$	$\frac{9'242,000. + 1'848,400.}{4000}$	55.45
A = ALMACENAJES: k = factor:	D . Ka	0.01 x 739.36	7.39
D = DEPRECIACION. M = MANTENIMIENTO. q = factor:	$\frac{Va - Vr}{Ve}$ D . Q	$\frac{9'242,000 - 1'848,400}{10000}$ 1.0 x 739.36	739.36 739.36
ST.			1,060.98

CONSUMOS	FORMULA:	CALCULO:	COSTO:
C.— COMBUSTIBLES. c — factor: <u>0.17</u>	c.Pc.Cp.mt	0.17x200x40x0.063	856.80
L.— LUBRICANTES. a — factor: <u>0.0046</u>	a.Pl.Cp.ml	0.17x150x40x0.63	642.60
LL.— LLANTAS. P.— precio adquisición.	$\frac{VII}{Hv.}$	0.004x200x203.01x0.63	102.32
		0.004x150x203.01x0.63	76.74
		$\frac{370,470}{1,500}$	246.98
O.— OPERACION. S.— Salario + comp.s. a — Indirectos: <u>1.63</u>	$\frac{Sa}{td.}$	$\frac{1086 \times 1.63}{8}$	221.27

FECHA: <u>Nov. 84</u>		TOTAL:	4,686.41
		Hora Ociosa = ST.	1,060.98
		Operación S. Base:	986.00
		Total Hora Ociosa:	2,046.98

COSTO HORARIO PARA MAQUINARIA

PRECIOS UNITARIOS

MAQUINA: PLANTA DOSIFICADORA MIPSA MODELO MG-50

Capacidad: <u>20 M3/HR.</u>	Cp= Potencia: <u> </u>	R.P.M.
Va= Valor Actual Máquina: \$ <u>12'476,160.00</u>	Ma= Meses por año	
VII= Valor llantas: \$ <u> </u>	Td= Turnos 8 hrs.	
Diferencia sin: \$ <u> </u>	Hm= Horas elect. mes: <u>8000</u>	
Ve= Vida efectiva horas: <u>8000</u>	Ha= Horas elect año: <u>1000</u>	
Vr= Valor rescate: <u>45%</u> \$ <u>5'614,272.00</u>	A= Años de vida: <u>8</u>	
m= Mermas: <u> </u>	t= Transportación: <u> </u>	

CARGOS FIJOS:	FORMULA:	CALCULO:	COSTO:
I = INVERSION. i = tasa interés: <u>48%</u>	$\frac{Va + Vr \left(\frac{i}{2Ha}\right)}{2Ha}$	$\frac{12'476,160 + 5'614,272}{2 \times 1000} \times 0.48$	4,341.70
S = SEGUROS. s = tasa prima: <u>2%</u>	$\frac{Va + Vr \left(\frac{s}{2Ha}\right)}{2Ha}$	$\frac{12'476,160 + 5'614,272}{2 \times 1000} \times 0.02$	180.90
A = ALMACENAJES. k = factor: <u>0.01</u>	D . Ka	857.74 x 0.01	85.80
D = DEPRECIACION.	$\frac{Va - Vr}{Va}$	12'476,160 + 5'614,272	857.74
M = MANTENIMIENTO. q = factor: <u>1</u>	D . Q	857.74 x 1.0	857.74
C O N S U M O S			
C.— COMBUSTIBLES. c — factor: <u>0.176</u>	c.Pc.Cp.ml	0.17 x 80 x 26	353.60
L.— LUBRICANTES. a — factor: <u>6</u>	a.Pl.Cp.ml	0.0057 x 80 x 168	76.61
LL.— LLANTAS. P — precio adquisición.	$\frac{VII}{Hv}$		
O.— OPERACION. S.— Salario + comps. a — Indirectos.	$\frac{Sa}{td}$	$\frac{1.836 \times 1.63}{8 \times 0.63}$	593.78
FECHA:		T O T A L :	7,270.65

Hora Ociosa = ST.
Operación S. Base:
Total Hora Ociosa:

COSTO HORARIO PARA MAQUINARIA

PRECIOS UNITARIOS

MAQUINA: CAMION DE VOLTEO SOBRE CHASSIS DODGE 600, DIESEL

Capacidad: 6.M3	Cp= Potencia: 200 a 2600	RPM
Va= Valor Actual Máquina: \$ 6'349,541.00	Ma= Meses por año 12	
VII= Valor llantas: \$ 370,470.00	Td= Turnos 8 hrs.	
Diferencia sin: \$ 5'979,071.00	Hm= Horas elect. mes: 166	
Ve= Vida efectiva horas: 10,000	Hu= Horas elect. año 2000	
Vr= Valor rescate: 20% \$ 1'269,908	A= Años de vida 5	
m= Mermas: 7/8	l= Transportación:	

CARGOS FIJOS:	FORMULA:	CALCULO:	COSTO:
I = INVERSION.	$\frac{Va + Vr \left(\frac{1}{2Ha}\right)}{2Ha}$	$\frac{5'979,071 + 1'269,908 \times 0.36}{4000}$	652.41
i = tasa Interés: 36			
S = SEGUROS.	$\frac{Va + Vr \left(\frac{s}{2Ha}\right)}{2Ha}$	$\frac{5'979,071 + 1'269,908 \times 0.02}{4000}$	36.24
s = tasa primas: 2			
A = ALMACENAJES:	D . Ka		4.71
k = factor: 0.02			ST. 693.36
D = DEPRECIACION.	$\frac{Va - Vr}{Ve}$	$\frac{5'979,071 - 1'269,908}{10000}$	470.92
M = MANTENIMIENTO.	D . Q		376.74
q = factor: 0.8			
CONSUMOS			
C.— COMBUSTIBLES.	c.Pc.Cp.mt	0.17x22.60x200x0.88	676.19
c = factor: 0.17			
L— LUBRICANTES.	a.Pl.Cp.mt	0.004x203.01x200x0.88	142.92
a = factor: 6			
LL.— LLANTAS.	$\frac{VII}{Hv.}$	$\frac{370,470}{1,500}$	246.98
P— precio adquisición.			
O.— OPERACION.	$\frac{Sa}{td.}$	$\frac{986 \times 1.63}{8}$	200.90
S.— Salario + comp.s.			
a— indirectos.			
FECHA:		TOTAL:	2,566.03

155	Hora Ociosa = ST.	693.36
	Operación S. Base:	200.90
	Total Hora Ociosa:	894.26

COSTO HORARIO PARA MAQUINARIA

PRECIOS UNITARIOS

MAQUINA: DRAGA DE ARRASTRE BUEYRUS ERIE 22 B

Capacidad: $1\frac{1}{2}$ YD ³	Cp:= Potencia: 200 a 2400 RPM
Va= Valor Actual Máquina: \$ 31'200,000.00	Ma= Meses por año 12
VII= Valor llantas: \$	Td= Turnos 8 hrs.
Diferencia sin: \$	Hm= Horas elect. mes: 200
Ve= Vida efectiva horas: 12,000	Ha= Horas elect año: 2400
Vr= Valor rescate: 25% \$ 7'800,000.00	A= Años de vida: 5
m= Mermas: $\frac{7}{8} = 0.88$	t= Transportación:

CARGOS FIJOS:	FORMULA:	CALCULO:	COSTO:
I = INVERSION	$\frac{Va + Vr(.i)}{2Ha}$	$\frac{31'200,000+7'800,000(0.36)}{2 \times 2400}$	2,925.00
i = interés: 36%			
S = SEGUROS	$\frac{Va + Vr(.s)}{2Ha}$	$\frac{31'200,000+7'800,000(0.02)}{2 \times 2400}$	162.50
s = tasa primas: 2%			
A = ALMACENAJES	D · Ka	$1,950.00 \times 0.01$	19.50
k = factor: 0.01			53,107.00
D = DEPRECIACION	$\frac{Va - Vr}{Ve}$	$\frac{31'200,000-7'800,000}{12,000}$	1,950.00
M = MANTENIMIENTO	D · Q	$1,950.00 \times 1.0$	1,950.00
q = factor: 1.0			
		SUB-TOTAL	7,007.00
CONSUMOS			
C.— COMBUSTIBLES	c.Pc.Cp.ml	$17.17 \times 22.60 \times 200 \times 0.88$	676.19
c — factor: 0.176			
L.— LUBRICANTES	a.Pl.Cp.ml	$0.004 \times 203.01 \times 200 \times 0.88$	142.92
a — factor: 0.004			
LL.— LLANTAS	$\frac{VII}{Hv}$		
P.— precio adquisición		SUB-TOTAL	819.11
O.— OPERACION	$\frac{5a}{td}$	$\frac{1164 \times 1.63}{8}$	237.16
S.— Salario + comp.s			
a — indirectos			
FECHA: 15-XI-84		TOTAL:	8,063.27

Hora Ociosa = 5T.
 Operación S. Brta:
 Total Hora Ociosa:

CAPITULO V

CONCLUSIONES

- 1.- EL CÁLCULO DE LOS ESPESORES DE LAS DIFERENTES CAPAS DE LA ESTRUCTURA DE UNA OBRA VIAL, SE LLEVA A CABO POR MEDIO DE NOMOGRAMAS TOTAL O PARCIALMENTE EMPÍRICOS, QUE AUNQUE INICIALMENTE SE BASEN EN UN MODELO MATEMÁTICO, SE MODIFICAN A MEDIDA QUE SE ANALIZAN LOS RESULTADOS QUE SE VAN TENIENDO EN LA REALIDAD, SIN QUE NECESARIAMENTE SE TENGA QUE ESPERAR A QUE TERMINE LA VIDA ÚTIL DE LAS OBRAS, PERO SIEMPRE CON BASE EN UNA DETERMINADA PRUEBA DE RESISTENCIA.

PARA EL DISEÑO DEL MÉTODO ^{DE} DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA LA PRUEBA UTILIZADA FUE AL VRS EN EL LUGAR, DE LA CUAL SE EMPLEARON TANTO DATOS CORRESPONDIENTES A LA PISTA CIRCULAR DE CIUDAD UNIVERSITARIA COMO DE LOS TRAMOS DE PRUEBA DE LAS CARRETERAS NACIONALES. EN ESTAS CONDICIONES, ESTE ESTUDIO HA RESULTADO APLICABLE PARA PROYECTOS DE RECONSTRUCCIÓN; SIN EMBARGO, PARA EL PROYECTO DE PAVIMENTOS EN CAMINOS NUEVOS EXISTE CIERTA DUDA, YA QUE EN ESTOS CASOS LAS PRUEBAS DE RESISTENCIA QUE SE LLEVAN A CABO EN EL LABORATORIO DAN LUGAR A VRS MENORES, DEBIDO A QUE SE OBTIENEN DE ESPECÍMENES REMOLDEADOS. ASÍ UTILIZANDO ESTE VRS SE OBTIENEN ESPESORES MAYORES EN RELACIÓN A LA PRÁCTICA COMÚN.

LA PRUEBA PORTER MODIFICADA ES UNA PRUEBA SENCILLA Y EFICAZ PARA OBTENER EL VRS DE PROYECTO YA QUE DESDE EL LABORATORIO SE PUEDEN REPRODUCIR LAS CONDICIONES CRÍTICAS QUE SE PRESENTARÁN EN EL CAMPO PARA LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO SEGÚN LA REGIÓN Y CLIMA EN QUE SE VAYA A LOCALIZAR. ES DECIR ES UN CRITERIO CONFIABLE Y FÁCIL DE OBTENER PARA QUE EL PROYECTISTA PUEDA CONOCER EL COMPORTAMIENTO DEL SUELO AL VARIAR EL PESO VOLUMÉTRICO Y LA HUMEDAD EN CUANTO A VRS SE REFIERE.

- 2.- DE ESTA MANERA, INICIALMENTE SE DISEÑÓ EL PAVIMENTO CON EL MÉTODO DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA DE LA UNAM, UTILIZANDO COMO PRUEBA DE RESISTENCIA EL VRS DE LA PORTER ESTÁNDAR Y POSTERIORMENTE SE DISEÑÓ CON EL MÉTODO DE LA PORTER MODIFICADA PARA TENER UNA COMPARATIVA DE DISEÑO. LOS RESULTADOS QUE SE OBTUVIERON FUERON MUY SEMEJANTES ENTRE SÍ.

LA ESTRUCTURACIÓN DEL PAVIMENTO EN ESTE CASO PRÁCTICAMENTE SE RIGIÓ POR LAS ESPECIFICACIONES MÍNIMAS QUE RECOMIENDA LA SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES, RESULTÁNDONOS UN PAVIMENTO SENCILLO, PRECISAMENTE POR EL RELATIVO PEQUEÑO TRÁNSITO DEL CAMINO. SE DEJA ABIERTA LA RECOMENDACIÓN DE LA CARPETA PARA QUE CONFORME VAYA AUMENTANDO EL TRÁNSITO SE LE COLOQUE EL TIPO ADECUADO AL MISMO.

- 3.- LOS MATERIALES QUE SE UTILIZARON EN LA SUB-RASANTE Y EN LA SUB-BASE, FUERON MATERIALES DE BANCOS NATURALES QUE REQUIRIERON UN MÍNIMO TRATAMIENTO DE MEZCLADO IN SITU, POR LO QUE SE REDUJO BASTANTE EL COSTO DE LA OBRA.
- 4.- EL USO DE LA EMULSIÓN ASFÁLTICA COMO ELEMENTO AGLUTINANTE DE LA ARENA PARA LA BASE NEGRA, DIO COMO RESULTADO UNA BASE DE BUENA ESTABILIDAD, Y POR SU AFINIDAD CON MATERIALES PÉTREOS HÚMEDOS, ADEMÁS DEL USO DE LA PLANTA DE MEZCLADO ESTACIONARIA, SE CONSTRUYÓ DICHA BASE CON UN BUEN RENDIMIENTO DEL EQUIPO AL ELIMINAR MUCHAS HORAS OCIOSAS DEL MISMO, Y ASÍ SE OBTUVO UN RELATIVO BAJO COSTO TANTO DE LA BASE COMO DE LA CARPETA YA QUE ESTA ÚLTIMA TAMBIÉN UTILIZÓ EMULSIÓN COMO LIGANTE.

NO PRETENDO PRESENTAR A LA EMULSIÓN CATIONICA COMO UNA PANACEA, NI QUE POR SÍ SOLA VAYA A RESOLVER PROBLEMAS QUE NO SON PROPIAMENTE DE LA INCUMBENCIA DEL LIGANTE ASFÁLTICO. EL DISEÑO CORRECTO DEL PAVIMENTO EN TODAS SUS CAPAS DESDE LA SUB-RASANTE HASTA LA CARPETA, LA CONSTRUCCIÓN LLEVADA SIGUIENDO LAS NORMAS QUE LA SCT EXIGE, LA ELECCIÓN ADECUADA DE LOS MATERIALES Y EN RESUMEN, INGENIERÍA BIEN APLICADA, SEGUIRÁN SIENDO FACTORES DETERMINANTES DE LA BUENA CALIDAD DE LOS PAVIMENTOS CONSTRUÍDOS. SIN EMBARGO, ACTUALMENTE EXISTE UNA TENDENCIA MUNDIAL QUE SE INCLINA A UTILIZAR LAS EMULSIONES POR LAS VENTAJAS QUE OFRECE ESTE PRODUCTO EN CUANTO A COSTO SE REFIERE, YA QUE CON EL USO DE LOS CEMENTOS ASFÁLTICOS, LAS CARPETAS TIENDEN A ENCARECERSE POR LOS TRATAMIENTOS DE CALENTAMIENTO PREVIO QUE ES NECESARIO HACERLES A LOS AGREGADOS PÉTREOS. ADEMÁS SE HA OBSERVADO QUE CUANDO SE HACE UN ADECUADO TRABAJO EN LA APLICACIÓN DE LAS EMULSIONES, SE TIENEN RESULTADOS DE CALIDAD MUY SEMEJANTES A LOS OBTENIDOS CUANDO SE HAN UTILIZADO CEMENTOS ASFÁLTICOS.

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

- 1.- PROYECTO Y CONSTRUCCION DE CARRETERAS (TOMOS I y II)
G. JEUFFROY
EDITORES TECNICOS ASOCIADOS, S. A. (BARCELONA)
- 2.- MANUAL DEL ASFALTO
THE ASPHALT INSTITUTE
PROAS
ADICIONES URMO.
- 3.- LAS EMULSIONES ASFALTICAS
ING. E. RIVERA ESCALANTE
- 4.- MOVIMIENTO DE TIERRAS
COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE MEXICO, A. C.
1970
- 5.- CURSO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS
CENTRO DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA, U.N.A.M.
- 6.- TESIS PROFESIONAL
PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACION, MEZCLADO,
TENDIDO Y COMPACTACION DE PAVIMENTOS ASFALTICOS.
ING. RAFAEL JESUS RODRIGUEZ CASTELLANOS.
- 7.- ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION
PARTES OCTAVA Y NOVENA
SAHOP 1975
- 8.- ASPHALT PAVEMENTS
THE ASPHALT INSTITUTE
- 9.- INGENIERIA DE SUELOS EN LAS VIAS TERRESTRES
TOMOS I y II
ALFONSO RICO Y HERMILO DEL CASTILLO,
LIMUSA.