

875215



UNIVERSIDAD VILLA RICA

2

**ESTUDIOS INCORPORADOS A LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA**

**"REHABILITACION DEL CAMINO
CD. LERDO, VER. AL INGENIO
SAN PEDRO, EMPLEANDO MEZCLA
ASFALTICA EN FRIO"**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
LICENCIADO EN INGENIERIA CIVIL**

PRESENTA:

GUILLERMO PERNAS FRANCO

DIRECTOR DE TESIS

REVISOR DE TESIS

ING. RAFAEL ADOLFO CARRILLO JIMENEZ

ING. JOSE VLADIMIRO SALAZAR SIQUEIROS

BOCA DEL RIO, VER.

2002

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

INTRODUCCIÓN	3
CAPITULO I.- GENERALIDADES	4
CAPITULO II.- TEORIA DE LAS EMULSIONES ASFÁLTICAS	7
2.1.-ANTECEDENTES.....	7
2.2.-COMPOSICION DE LAS EMULSIONES ASFÁLTICAS.....	11
2.3.-CLASIFICACION DE LAS EMULSIONES ASFÁLTICAS.....	14
2.4.-ELABORACION DE LAS EMULSIONES ASFÁLTICAS.....	19
2.5.-VARIABLES QUE AFECTAN LA CALIDAD DE LAS EMULSIONES ASFÁLTICAS.....	21
2.6.-ROTURA DE LAS EMULSIONES ASFÁLTICAS.....	21
2.7.-CURADO DE LAS EMULSIONES ASFÁLTICAS.....	22
2.8.-FACTORES QUE AFECTAN LA ROTURA Y EL CURADO.....	24
2.9.-ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE LAS EMULSIONES ASFÁLTICAS.....	26
2.10.-PRUEBAS DE LABORATORIO PARA LAS EMULSIONES ASFÁLTICAS.....	29
2.11.-SELECCIÓN DEL TIPO CORRECTO DE EMULSION ASFÁLTICA A EMPLEAR EN LA OBRA.....	36
2.12.-APLICACIONES DE LAS EMULSIONES ASFÁLTICAS.....	38
CAPITULO III.- MEZCLAS ASFÁLTICAS EN FRIO	46
3.1.-MEZCLA ASFÁLTICA.....	46
3.2.-MEZCLAS ASFÁLTICAS EN FRIO.....	46
3.3.-CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES BÁSICOS QUE CONSTITUYEN UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO.....	49
3.4.-PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION.....	52
3.5.-TENDIDO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN FRIO.....	57
3.6.-COMPACTACION DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN FRIO.....	61
CAPITULO IV.- PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS DEL CAMINO	63
4.1.-ANTECEDENTES.....	63
4.2.-DATOS RELEVANTES DE LA OBRA.....	68
4.2.1.-CONDICIONES EN QUE SE ENCONTRABA EL CAMINO.....	71
4.3.-PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.....	85
4.3.1.-DESCRIPCION DE LOS PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS.....	87

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPITULO V.- REPORTE FOTOGRAFICO DEL CAMINO.....	94
CAPITULO VI.- EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN UTILIZADO.....	146
CAPITULO VII.- LABORATORIO DE MATERIALES.....	161
7.1.-OBJETIVO.....	161
7.2.-LABORATORIO DE MATERIALES EMPLEADO EN LA REHABILITACIÓN DEL CAMINO.....	161
7.2.1.- ASPECTOS RELEVANTES DEL LABORATORIO DE MATERIALES.....	164
7.3.-PRUEBAS DE CALIDAD Y PRUEBAS DE CONTROL.....	165
7.4.-ESPECIFICACIONES Y NORMAS DE CONSTRUCCIÓN ESTABLECIDAS POR LA SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES.....	169
7.4.1.- NORMAS DE MATERIALES PÉTREOS PARA BASE HIDRÁULICA.....	169
7.4.2.- NORMAS DE MATERIALES PÉTREOS PARA CARPETAS ASFÁLTICAS, ELABORADAS POR LOS SISTEMAS DE MEZCLA EN EL LUGAR Y EN PLANTA ESTACIONARIA.....	171
7.4.3.- NORMAS DE MATERIALES PÉTREOS EMPLEADOS EN RIEGOS DE SELLO.....	173
7.5.-REPORTES DE LABORATORIO.....	175
7.5.1.- REPORTE FOTOGRÁFICO DEL LABORATORIO.....	190
BIBLIOGRAFÍA.....	200

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

INTRODUCCIÓN.

Se ha comprobado que los pavimentos asfálticos con el paso del tiempo, sufren una serie de fallas o deterioros causados principalmente por las continuas repeticiones de cargas (trafico de vehículos y camiones), factores climatológicos, etc., los cuales afectan a toda la estructura del pavimento, ocasionando disminución de capacidad para proporcionar un tránsito cómodo y seguro al usuario.

Considerando que, de todos los elementos que constituyen un camino, la superficie de rodamiento es lo que más determina la posibilidad de un tránsito rápido, cómodo y seguro y tomando en cuenta la importancia que representa para nuestro país, contar con un adecuado sistema de mantenimiento, conservación y reconstrucción de caminos y carreteras, así como la aplicación de nuevas tecnologías que faciliten los procesos de ejecución de obras, con la consiguiente economía en tiempo, fuerza de trabajo y materiales, me ha parecido interesante desarrollar como tema de Tesis Profesional la Rehabilitación del Camino "Cd. Lerdo de Tejada, Ver. , al Ingenio San Pedro, Ver. , empleando mezcla asfáltica en frío. (Trabajo en el que tuve la oportunidad de prestar mis servicios).

En el desarrollo de este proyecto, presento una alternativa muy practica, eficaz y de fácil ejecución, detallando procedimientos de rehabilitación de caminos recomendados por la S.C.T.. También se describen algunos elementos necesarios para realizar las correspondientes rehabilitaciones, como son las emulsiones asfálticas, productos que son una alternativa en nuestro país, para la construcción de capas asfálticas en frío, tratamientos superficiales, carpetas asfálticas a base de riegos, etc., y cuyas características y aplicaciones no son conocidos en el ámbito del estudiante de la carrera de ingeniería civil.

Considero que este proyecto personal, puede servir de mucha ayuda a compañeros estudiantes, así como a ingenieros que están relacionados con la ingeniería de caminos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPITULO I. GENERALIDADES.

El municipio de Lerdo de Tejada, Ver. , cuya cabecera municipal lleva el mismo nombre, se encuentra localizado dentro del estado de Veracruz, en la zona central sobre las estribaciones del sotavento, situado en las coordenadas; Latitud norte 19°38', longitud oeste 95°31', altitud 10. cuenta con una superficie aproximada de 135.72 ha. limita al norte con el golfo de México, al sur con el municipio Salta barranca, Ver. , al este con el municipio de Ángel R. Cabada, Ver. , y al oeste con los municipios de Alvarado y Tlacotalpan, Ver.

Al municipio lo riegan arroyos que son tributarios de la laguna de Alvarado, además de esteros, su clima es cálido-regular, con una temperatura media anual de 26.1°C; con lluvias abundantes en verano y a principios de año, su precipitación media anual es de 1,748 milímetros.

Actualmente cuenta con una población aproximada de 20,957 habitantes, su lugar estatal es el 90, tiene un porcentaje de la población total estatal del 0.29%, con una densidad de población de 154.4, cuenta con 35 localidades de las cuales 34 son localidades rurales y una localidad, la cabecera municipal Lerdo de Tejada, es urbana.

Dicha localidad, es una de las principales zonas productoras de caña de azúcar en el país. Contando para su proceso con los Ingenios de San Francisco, localizado al noroeste de la entidad y el de San Pedro localizado al sur, sobre el camino que comunica a Salta barranca, Ver.

Dicho camino cuenta con una longitud de 5,000 metros en línea recta. Los primeros 1,500 metros, que unen el Ingenio San Pedro con la localidad de Lerdo de Tejada, le corresponden al municipio de Lerdo de Tejada, Ver. Y los 3,500 metros restantes, que unen el Ingenio San Pedro con la localidad de Salta barranca, le corresponden al municipio de Salta barranca, Ver. En lo que a mantenimiento y reconstrucción de este camino se refiere.

En el año de 1997, el municipio de Salta barranca, Ver. , Cumplió con la función del mantenimiento de este camino, reparando la parte que le corresponde a dicho municipio, en tanto que el municipio de Lerdo de Tejada, no las llevo a cabo. Por consiguiente, el camino se encontraba en pésimas condiciones, ocasionando a los usuarios, considerables perdidas de tiempo y dinero en las épocas de zafra y continuas molestias a la ciudadanía, ya que muchos de los vehículos que transitaban por esta parte del camino, presentaban desperfectos mecánicos. Todo esto, como consecuencia de las malas condiciones de transitabilidad del camino.

**CAPITULO II.
TEORIA DE LAS EMULSIONES ASFALTICAS.**

2.1. -ANTECEDENTES.

Anteriormente se tenían únicamente dos refineries de PEMEX produciendo asfalto en México, que eran las de Salamanca, Gto. , y CD. Madero, Tamps. Estas, producían únicamente el cemento asfáltico no. 6, de 85 a 100 mm de penetración. Actualmente se tienen cinco refineries produciendo diferentes tipos de cementos asfálticos, acorde a las necesidades del país y tomando en consideración las condiciones de las zonas donde se van a utilizar. (climas, trafico, tipos de caminos, etc).

Los cementos asfálticos que produce actualmente PEMEX de acuerdo a sus refineries son los siguientes:

Refinería de CD. Madero, Tamps. , con producción de asfaltos AC-20 y AC-30, con los cuales cubre su área de influencia y exporta ambos asfaltos. Refinería de Salamanca, Gto. , que produce AC-20 y AC-5, para consumo nacional y de la zona centro del país.

Refinería de Salina Cruz, Oax. , produce asfalto AC-20, para consumo del sureste del país. Refinería de Cadereyta, N.L., con producción de AC-20 y AC-30, para la zona norte del país y exportación al sur de los Estados Unidos. Refinería de Tula, Hgo. Produce asfalto AC-20, para consumo de las zonas centro-norte del país.

Las pruebas de control de calidad y las especificaciones que deben cumplir estos cementos asfálticos son:

PRUEBAS	UNIDADES	METODOS ASTM	ASFALTO AC-5	ASFALTO AC-20	ASFALTO AC-30
VISCOSIDAD A 60 ° C.	POISES	D-2171	500+- 100	2000+- 400	3000+- 600
VISCOSIDAD CINEMATICA A 135 ° C	SCT	D-2170	175 MIN	300 MIN	350 MIN
PENETRACIÓN 100 g/5 seg/25°C		D-5	140 MIN	60 MIN	50 MIN
TEMP. DE INFLAMACIÓN	°C	D-92	177 MIN	232 MIN	232 MIN
SOLUBILIDAD EN TRICLOROETILENO	%	D-2042	99 MIN	99 MIN	99 MIN

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

PRUEBAS AL RESIDUO DE LA PRUEBA DE LA PELÍCULA DELGADA					
PRUEBAS	UNIDADES	METODOS ASTM	ASFALTO AC-5	ASFALTO AC-20	ASFALTO AC-30
VISCOSIDAD 60 ° C	POISES	D-2171	2500 MAX	10000 MAX	15000 MAX
DUCTILIDAD A 25°C	CM	D-113	100 MIN	50 MIN	40 MIN

Si bien el asfalto de uso vial es, a temperatura ambiente, semi-sólido o sólido, puede ser rápidamente licuado mediante calentamiento, mediante la adición de un solvente de petróleo (asfaltos rebajados), o mediante emulsificación en agua (emulsiones asfálticas).

En la producción de mezclas asfálticas en caliente, se emplea calor para licuar el asfalto, de modo que este pueda recubrir los agregados y mantenerse trabajable durante el transporte, colocación y compactación. A medida que se enfría, el asfalto se endurece y recupera las propiedades ligantes que hacen de él un material vial eficaz.

Si agregamos al asfalto un solvente de petróleo, tal como nafta o kerosena, para hacerlo fluido, tendremos un asfalto rebajado. En la obra, el solvente se evapora durante el proceso de curado del asfalto rebajado, restaurando así las propiedades ligantes del asfalto.

Cuando el asfalto es mecánicamente separado en partículas microscópicas y dispersado en agua con un agente emulsivo, se convierte en una emulsión asfáltica. Las pequeñísimas gotas de asfalto se mantienen uniformemente dispersas en la emulsión asfáltica hasta el momento en que esta es utilizada. En esta emulsión, las moléculas del agente emulsificante se orientan rodeando a los glóbulos de asfalto. La naturaleza química del sistema emulsificante/agua /asfalto, determina las características de la dispersión y la estabilidad de la suspensión. Cuando se utilizan las emulsiones asfálticas en obra, el agua se evapora, quedando el agente emulsificante retenido en el asfalto.

Las emulsiones asfálticas fueron desarrolladas por primera vez a comienzos del siglo xx. En su principio, fueron del tipo aniónico, se empezaron a utilizar hace ya muchos años en diferentes lugares y con usos muy variados. La construcción de caminos empleo por primera vez la emulsión aniónica en riegos preventivos contra el polvo. Esto ocurrió

en Nueva York en 1905; en 1914 el Estado de Indiana comenzó a realizar trabajos de reparación de caminos empleando estas emulsiones. En Europa se comenzaron a emplear en 1925, en Hamburgo, Alemania, se construyó una carpeta asfáltica con tratamiento superficial de varios riegos, empleando como ligante una emulsión estabilizada, con arcilla muy activa como emulsionante. Aunque los resultados fueron buenos, posteriormente se observó que podría haber una acción reversible, como consecuencia de la humedad y el tránsito de vehículos.

En México, las usaron por primera vez las compañías extranjeras que trabajaban en el país en 1930-1935. Se les empleó en las carreteras de San Martín Texmelucan a Tlaxcala (camino colonial), de México a Pachuca, de México a Laredo (Kilómetro 65), y en calles de la ciudad de México, como Paseo de la Reforma, San Juan de Letran y Avenida Juárez. El gran inconveniente del empleo de las emulsiones aniónicas fue su prolongado tiempo de rompimiento, que en la época de lluvias causaba retrasos y graves problemas de construcción.

Las emulsiones cationicas aparecieron en Francia en 1953 y en Estados Unidos en 1958. Aparentemente, su aplicación inicial en la construcción de caminos coincidió con la aparición de nuevos productos químicos tenso activo; en el mercado, que además tienen otros empleos en la industria de la pintura, petrolera, textiles, etc. Al principio, tales emulsiones se usaron únicamente en la construcción de tratamientos superficiales como riegos de liga y de sello. Al reconocerse la ventaja de las emulsiones cationicas sobre las aniónicas, se inició la búsqueda de un emulsificante que produjera una emulsión lo suficientemente estable, que fuera capaz de mezclarse con materiales de diversa granulometría para emplearse en la construcción de bases o carpetas asfálticas.

Las emulsiones cationicas se conocieron en México en 1960 y comenzaron a desarrollarse cuando el gobierno mexicano a travez de C.P.F.I.S.C., instaló en 1964 la primer planta de emulsiones Asfálticas en la ciudad de Irapuato, Gto, después, en 1966 la empresa francesa Colas construyó en el estado de Tabasco otra fabrica de emulsiones y en 1970, C.P.F.I.S.C., instaló una segunda planta en la Chontalpa Tab., la cual tuvo bastante existo por estar localizada en una de las zonas mas lluviosas del país y donde en aquella época no había explotación de materiales pétreos,

utilizándose solamente arenas de río, extraídas en el lugar de la obra.

En el año de 1979 la Empresa Bitu-Mex, construyó en la CD. Industrial Bruno Pagliai de Veracruz, Ver. , la primera planta de emulsiones asfálticas con capital privado en México. A partir del año 1986, se construyeron algunas otras plantas de emulsiones en los estados de Tabasco y Chiapas y a partir de la desaparición de los asfaltos rebajados en el año de 1990, se tienen en nuestro país aproximadamente 120 plantas, en diversos Estados de la Republica.

2.2. - COMPOSICIÓN DE LAS EMULSIONES ASFÁLTICAS.

Una emulsión es una dispersión íntima de dos líquidos insolubles entre sí.

Dentro de una emulsión, los dos líquidos que la forman constituyen dos partes que se llaman respectivamente:

1. - fase discontinua o dispersa
2. - fase continua o dispersante

Existen dos tipos de emulsiones según la concentración de cada una de estas fases:

A). - EMULSIONES DIRECTAS (ACEITE EN AGUA):
son aquellas en que la fase discontinua está dispersa en la parte continua. (emulsiones asfálticas)

B). - EMULSIONES INVERSAS (AGUA EN ACEITE):
son aquellas en que la fase continua está dispersa en la parte discontinua. (mayonesa, pinturas ahuladas)

En nuestro caso trataremos sobre las emulsiones directas, que son las que se utilizan en obras viales en nuestro país.

Las emulsiones asfálticas son emulsiones directas, donde el asfalto aparece en pequeñas globulas formando la parte discontinua o dispersa y el agua que forma el ambiente alrededor de estos glóbulos, la parte continua o dispersante

Las emulsiones asfálticas, presentan bajas viscosidades a temperatura ambiente y están constituidas por tres ingredientes básicos: el asfalto, el agua y un agente emulsificante. En algunas ocasiones pueden contener otros aditivos, como estabilizantes, mejoradores de adherencia, controladores de ruptura, etc.

El asfalto es el elemento básico de las emulsiones asfálticas y, en la mayoría de los casos constituye entre un 50% y un 75% de la emulsión, el diámetro promedio de los glóbulos debe ser de 1 a 10 micras.

Los asfaltos que actualmente se utilizan en nuestro país, son el cemento asfáltico AC-20 y el cemento asfáltico AC-5, estos son producidos en las Refinerías de PEMEX.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El segundo componente de una emulsión asfáltica es el agua. Su contribución a las propiedades deseadas en la fabricación de una emulsión no debe minimizarse. El agua puede contener minerales u otros elementos que afecten la producción de las emulsiones asfálticas. El uso de aguas impuras puede resultar en un desequilibrio en los componentes de la emulsión.

El agua es el medio donde se disuelven los productos químicos para la preparación de la solución emulsificante.

El tercer componente de una emulsión es el agente emulsificante, las propiedades de las emulsiones asfálticas dependen en gran medida de los productos químicos utilizados, el emulsificante es un agente tenso activo que modifica la tensión superficial en la interfase entre las partículas de asfalto y de agua, por lo que mantiene los glóbulos de asfalto en suspensión estable y controla el tiempo de rompimiento. Es también el factor determinante en la clasificación de las emulsiones como aniónicas, cationicas o no-iónicas.

UNA EMULSION

UNA EMULSION:

- DOS FASES DISTINTAS
- GLÓBULOS DEL ORDEN DE LA MICRA



NO ES:

UNA DISOLUCIÓN

UNA SOLUCIÓN
COLOIDAL

UNA SUSPENSIÓN
GROSERA



MEZCLA A ESCALA
MOLECULAR

MISCELAS DEL ORDEN
DE CENTIMICRON O
MILIMICRÓN

GRANULADO
IRREGULAR

NADA DE FASES
DISTINTAS

NADA DE FASES
DISTINTAS

MEZCLA INESTABLE

PARA FABRICAR UNA EMULSION ES NECESARIO:

- UNA ENERGIA DE DISPERSIÓN
- UN AGENTE EMULSIFICANTE



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2.3. - CLASIFICACION DE LAS EMULSIONES ASFÁLTICAS.

Las emulsiones asfálticas se clasifican en tres categorías:

- A). - ANIÓNICA
- B). - CATIONICAS
- C). - NO IONICAS

Las clasificaciones anteriores se refieren a las cargas eléctricas que rodean a las partículas de asfalto. este sistema de identificación se basa en una ley de electricidad básica; las cargas iguales se repelen y las cargas opuestas se atraen.

Cuando una corriente eléctrica circula a travez de un liquido en el que están sumergidos dos polos (un ánodo y un cátodo), el ánodo se carga positivamente y el cátodo se carga negativamente.

A). - EMULSIONES ASFÁLTICAS ANIÓNICAS.

Si una corriente eléctrica pasa a traves de una emulsión que contiene glóbulos de asfalto cargados negativamente, estos migraran al ánodo, de aquí el nombre de emulsión asfáltica aniónica. esto es una consecuencia de la naturaleza del emulsificante utilizado. los emulsificantes aniónicos más comunes son los ácidos grasos, que son productos derivados de la madera, como aceites (resinas).

B). - EMULSIONES ASFÁLTICAS CATIONICAS.

En este caso los glóbulos de asfalto están cargados positivamente, dichos glóbulos migraran hacia el cátodo, por lo tanto se trata de una emulsión asfáltica cationica. esto también es consecuencia de la naturaleza del emulsificante utilizado. los emulsificantes cationicos más comunes son las aminas grasas.

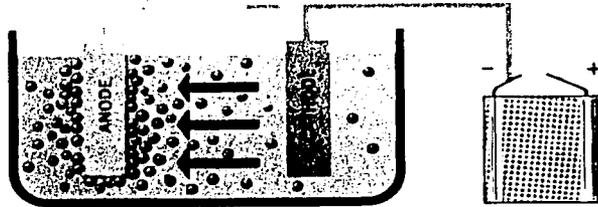
C). - EMULSIONES ASFÁLTICAS NO IONICAS.

En el caso de emulsiones asfálticas no iónicas, las partículas de asfalto son eléctricamente neutrales y por lo tanto no emigran a polo alguno.

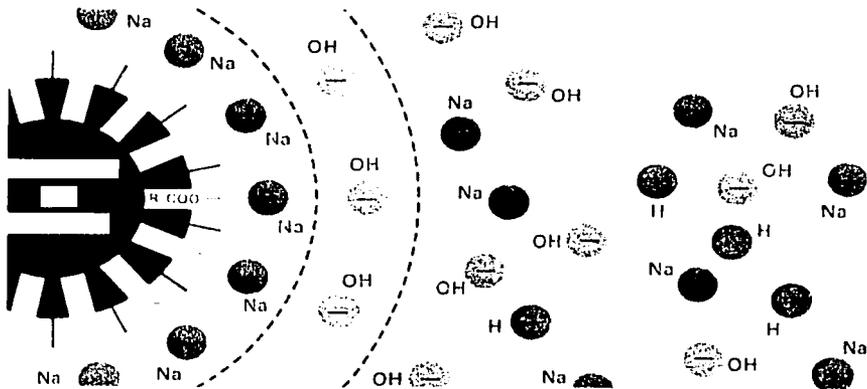
Por ser un tema bastante complejo y fuera del aspecto práctico de este trabajo, no hablare sobre la química de las emulsiones asfálticas ya que para construir un buen pavimento con una emulsión asfáltica, la clave es escoger la emulsión asfáltica correcta para el agregado pétreo y el sistema constructivo a utilizar.

En nuestro país, prácticamente las emulsiones asfálticas cationicas son las utilizadas en la construcción y mantenimiento de carreteras y fueron las que se utilizaron en este trabajo, por lo tanto en lo sucesivo cuando hablemos de emulsiones asfálticas, estaremos hablando de las cationicas.

EMULSION ANIONICA

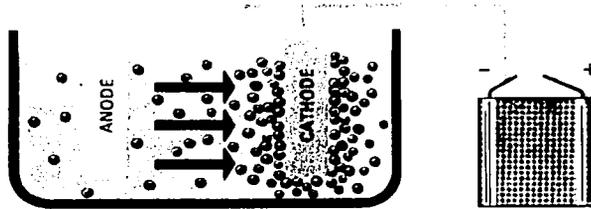


ESQUEMA DE UNA EMULSION ANIONICA

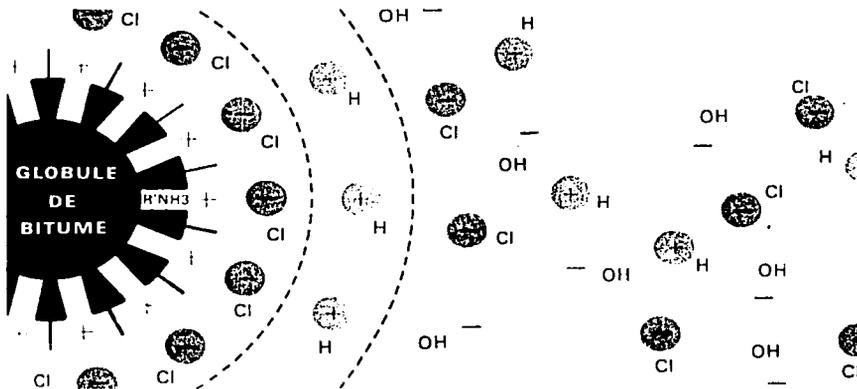


TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

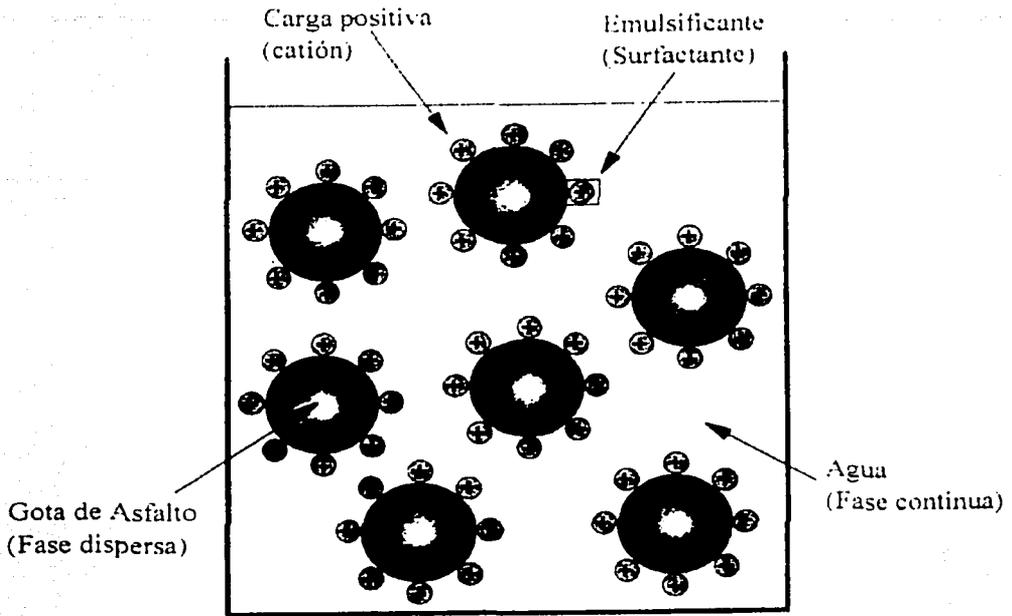
EMULSION CATIONICA



ESQUEMA DE UNA EMULSION CATIONICA



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



EMULSION CATIONICA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2.4. - ELABORACIÓN DE LAS EMULSIONES ASFÁLTICAS.

A). - EQUIPO DE EMULSIFICACION:

El equipo básico para preparar emulsiones asfálticas, incluye:

1. - Molino coloidal, el cual es un dispositivo mecánico de alta velocidad y altas tensiones de corte, que divide el asfalto en pequeñísimos glóbulos. esta formado por un rotor de alta velocidad (3,600 r.p.m.) con un rango de abertura entre rotor y estator de 0.25 a 0.50 mm, lo que permite obtener glóbulos de 1 a 10 micras.
2. - Tanque para preparación de la solución emulsificante.
3. - Tanques para almacenamiento de: asfalto caliente, soluciones emulsificantes, productos terminados.
4. - Equipos de bombeo para alimentar el asfalto, el emulsificante, enviar el producto terminado a sus almacenamientos, etc.
5. - Caldera para el calentamiento del asfalto y de la solución emulsificante.
6. - Tuberías, medidores de flujo, manómetros, etc.

B).- PROCESO DE EMULSIFICACION:

Durante el proceso de emulsificación, se alimenta el molino coloidal con asfalto caliente y la solución emulsificante. El asfalto que ingresa al molino coloidal se calienta para alcanzar una baja viscosidad; la temperatura de la solución emulsificante se ajusta para optimizar el proceso de emulsificación. Estas temperaturas varían, dependiendo de las características del cemento asfáltico y de la compatibilidad entre el asfalto y el agente emulsificante. Durante este proceso de emulsificación, el asfalto se divide en pequeñísimos glóbulos (fase dispersa), los cuales son rodeados por la solución emulsificante (fase dispersante), produciéndose un cambio en la tensión superficial entre estas fases y adicionándoles una carga eléctrica similar, lo que ocasiona que se mantengan en dispersión, formando así la emulsión asfáltica. Las proporciones de asfalto y solución emulsificante, deben medirse con exactitud, esto se

hace normalmente con medidores de flujo. La temperatura de la emulsión asfáltica al abandonar el molino coloidal debe ser inferior al punto de ebullición del agua, por lo tanto el asfalto no se debe calentar a temperaturas mayores de 150°C y la solución emulsificante entre 40°C y 50°C. de esta forma una vez fabricada la emulsión asfáltica, se bombea a los tanque de almacenamiento de producto terminado, de donde son cargados los auto tanques y petrolizadoras de los consumidores.

2.5. - VARIABLES QUE AFECTAN LA CALIDAD DE LAS EMULSIONES ASFÁLTICAS.

Hay muchos factores que afectan la producción, almacenamiento y aplicación de una emulsión asfáltica. Difícil sería destacar a cualquiera de ellas como la más importante. Entre las variables de importancia tenemos:

- a). - Propiedades químicas del cemento asfáltico base.
- b). - Dureza y porcentaje del cemento asfáltico base.
- c). - Tamaño del glóbulo de asfalto en la emulsión.
- d). - Tipo y concentración del agente emulsificante.
- e). - Condiciones de elaboración de la emulsión, tales como temperaturas, presiones y esfuerzo para separar los glóbulos de asfalto (molienda).
- f). - Carga iónica en las partículas de asfalto.
- g). - Orden en que se agregan los componentes.
- h). - Tipos de equipos empleados en la elaboración de la emulsión.
- i). - Propiedades del agente emulsificante.
- j). - Adición de modificadores químicos o de polímeros.
- k). - calidad del agua.

Estos factores pueden ser variados para ajustarse a los agregados disponibles o a las condiciones constructivas. En lo que respecta a la particular combinación emulsión - agregado, siempre es aconsejable consultar con el proveedor de la emulsión ya que hay pocas reglas aplicables en todas las condiciones.

2.6. - ROTURA DE LAS EMULSIONES ASFÁLTICAS.

El rompimiento de una emulsión es el proceso de deposición del asfalto en la superficie del material de construcción. Para que una emulsión asfáltica cumpla su objetivo final, esto es, actué como ligante, el agua debe separarse de la fase asfáltica por reacción electroquímica, evaporarse y así depositarse el asfalto sobre la superficie del agregado.

La velocidad de rotura esta controlada básicamente por el tipo específico y la concentración del agente emulsificante. Sin embargo, hay otros factores que mencionamos mas adelante, que juegan también un importante rol en la rotura de las emulsiones. con el fin de alcanzar resultados óptimos, es necesario controlar todos esos factores, para

satisfacer los requerimientos específicos del uso en obra de las emulsiones asfálticas.

2.7. -CURADO DE LAS EMULSIONES ASFALTICAS.

El curado involucra el desarrollo de las propiedades mecánicas del cemento asfáltico. el resultado final es una película cohesiva continua que mantiene a los agregados con una fuerte unión de carácter adhesivo. para que esto suceda, el agua debe evaporarse completamente y las partículas de la emulsión asfáltica tienen que unirse y adherirse al agregado. el agua se elimina por evaporación, por la aplicación de presión (rodillado) y por absorción por el agregado. la evaporación del agua puede ser bastante rápida bajo condiciones climáticas favorables, pero excesiva humedad, bajas temperaturas o lluvias inmediatamente después de la aplicación pueden demorar un curado apropiado.

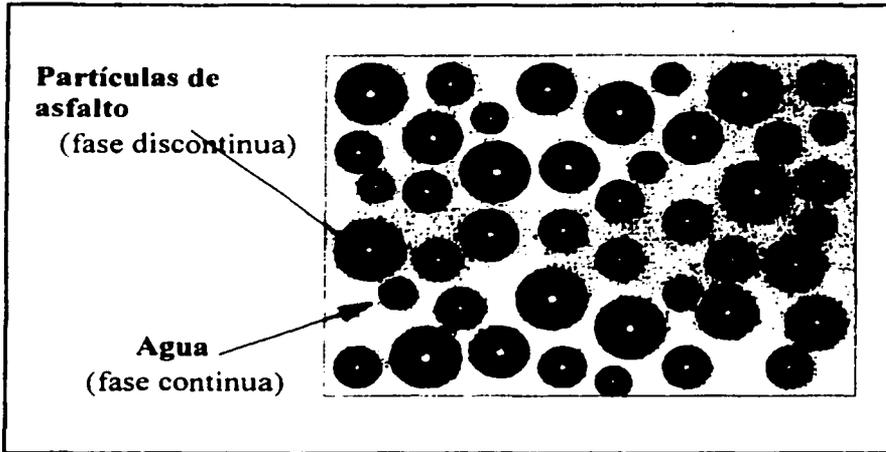


Figura 1.- Emulsión asfáltica

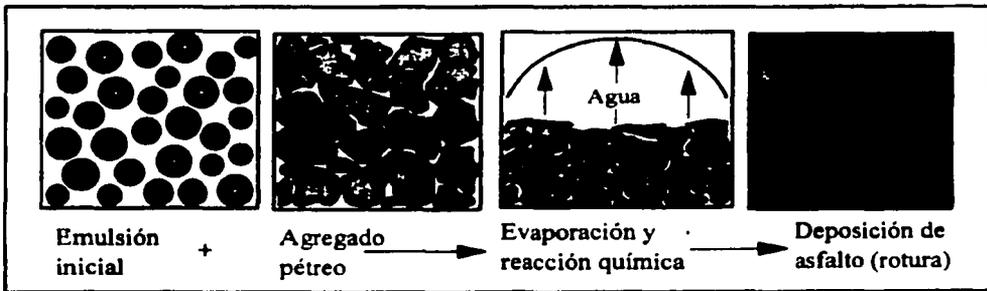


Figura 2.- Rompimiento de una Emulsión Asfáltica

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2.8. - FACTORES QUE AFECTAN LA ROTURA Y EL CURADO.

Algunos de los factores que afectan las velocidades de rotura y curado de las emulsiones asfálticas son:

a). - Absorción de agua.

Un agregado de textura áspera, poroso, acelera el tiempo de rotura al absorber agua de la emulsión.

b). - Contenido de humedad de los agregados.

Si bien los agregados húmedos pueden facilitar el recubrimiento, tienden a hacer mas lento el proceso de curado al incrementar el tiempo necesario para la evaporación.

c). - Condiciones climáticas.

La temperatura, la humedad y la velocidad del viento, tienen influencia en la velocidad de evaporación del agua, en la migración del emulsificante y en las características de liberación del agua. Usualmente, pero no siempre, la rotura ocurre de manera más rápida en tiempos cálidos.

En tratamientos superficiales (sellos con gravilla), las altas temperaturas pueden originar la formación de "piel", atrapando el agua y retardando el curado. Actualmente se han desarrollado formulaciones de emulsiones asfálticas que pueden romper rápidamente a bajas temperaturas.

d). - Fuerzas mecánicas.

En las mezclas asfálticas, la presión de los rodillos y hasta cierto punto el trafico a baja velocidad, desalojan al agua de la mezcla y ayudan a lograr la cohesión, el curado y la estabilidad de la mezcla.

e). - Agregados sucios.

Los agregados sucios o con finos en exceso, aceleran la rotura de la emulsión asfáltica.

f). - Química de superficies.

La intensidad de la carga de la superficie del agregado, en combinación con la intensidad de la carga del agente

emulsificante, puede influir marcadamente en la velocidad de rotura.

g). - Temperatura de la emulsión asfáltica y del agregado.

La rotura se demora cuando las temperaturas de la emulsión y del agregado son bajas.

h). - Tipo y cantidad de emulsificante.

El agente emulsificante empleado en la elaboración de la emulsión, determina las características de rotura de esta.

Estos factores deben ser considerados en la determinación del tiempo de trabajo luego de que la emulsión ha sido distribuida o ha sido mezclada con el agregado en la obra.

La mejor fuente de información debe ser el proveedor de la emulsión.

2.9. - ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE LAS EMULSIONES ASFÁLTICAS.

Cualquiera que sea el empleo al cual se destine la emulsión asfáltica, se deben ejecutar las siguientes operaciones elementales:

- A). - Almacenamiento.
- B). - transporte.

Estas operaciones deben obedecer ciertas reglas, vamos a mencionarlas antes de tratar las técnicas de aplicación.

A.- ALMACENAMIENTO.

Las emulsiones asfálticas en la practica nunca se fabrican bajo demanda. En efecto, seria muy costoso mantener permanentemente el asfalto a su temperatura de fabricación. Evidentemente, es más lógico almacenar frío (emulsión asfáltica), que almacenar caliente (asfalto).

La emulsión asfáltica debe, por lo tanto, ser almacenada.

Es almacenada:

- A). - En las fabricas de producción
- B).- En los depósitos fijos o móviles, ubicados próximos a los puntos de utilización.

Las emulsiones asfálticas correctamente fabricadas y aplicando ciertos procedimientos de recirculación, permiten un almacenamiento que puede alcanzar varios meses sin daño alguno.

Durante el almacenamiento se presentan los siguientes incidentes, llamados "Incidentes de Almacenamiento".

FORMACIÓN DE ESPUMA:

Los emulsificantes utilizados en la fabricación de las emulsiones, originan formación de espumas debido a su propia naturaleza, por lo que se recomienda no agitarlas violentamente ni verterlas en cascada.

NATAS Y SEDIMENTOS:

Durante el almacenamiento de la emulsión al estar en contacto con el aire, se forman natas en la superficie de la misma que protegen al resto de la emulsión. Es recomendable

almacenar la emulsión en depósitos cilíndricos de eje vertical alimentados desde el fondo, con la intención de reducir el área superficial de dichas natas.

Por otra parte, se forman sedimentos con el tiempo, aumentando la concentración de asfalto y la viscosidad de la emulsión en la zona inferior del depósito, originándose decantación. Mientras no se produzca el rompimiento de la emulsión, este fenómeno puede hacerse reversible mediante la recirculación de la misma.

Si en la obra se requiere que la emulsión vaya a ser almacenada por un tiempo considerable y en tanques horizontales, se recomienda su recirculación cuando menos 1 vez por semana, a fin de mantener inalterables las características de la emulsión. Esta recirculación se puede efectuar con una petrolizadora, succionando del fondo del tanque y descargando también al fondo, con esto se homogeneiza la emulsión y se evita que se rompa la nata superficial.

MEZCLAS INCOMPATIBLES:

Deben evitarse las mezclas de emulsiones del tipo aniónico y catiónico ya que son incompatibles entre sí y se producirá inevitablemente la rotura por reacción electroquímica. Las emulsiones catiónicas de diferentes tipos, tampoco deben mezclarse, excepto en proporciones adecuadas y bajo ciertas condiciones. Estas mezclas se deberán hacer con la mayor prudencia y después de consultar con un técnico especialista.

TEMPERATURA:

Las emulsiones conservan sus propiedades a temperaturas comprendidas entre 10°C y 80°C. Por debajo de los 5°C pueden congelarse y romper. Por su parte el calentamiento de la emulsión por encima de los 80°C, genera un aumento en la energía cinética de las moléculas y la evaporación del agua, disminuyendo la estabilidad de dicha emulsión.

Las emulsiones asfálticas son un ligante frío, parece pues anormal calentarlas. Sin embargo, puede ser necesario calentarlas por alguna de las razones siguientes:

- a). - Peligro de que se congele en el almacenamiento
- b). - Alto contenido de asfalto en la emulsión

En la obra, la operación de calentamiento puede realizarse con una petrolizadora, la experiencia nos ha enseñado que una temperatura ideal de calentamiento se encuentra entre 45°C y 50°C. Es conveniente que al estar calentando la

emulsión, se este recirculando, para que la temperatura sea homogénea en toda la masa de la emulsión.

B.- TRANSPORTE.

La emulsión asfáltica debe ser transportada:

- a). - Del almacén de la fabrica al almacén en obra.
- b). - Del almacén en obra al tramo de aplicación.
- c). - Del almacén de la fabrica al tramo de aplicación.

El transporte normalmente se efectúa en tanques de capacidades variables, que pueden ser de sección cilíndrica o elíptica, con o sin sistema de calentamiento. Para transportar en tanques de mas de 10 m³, se recomienda que estén equipados con rompeolas, que aparte de asegurar una mejor estabilidad del vehículo, evitan una agitación demasiado violenta que puede ser perjudicial a la emulsión.

El llenado de los tanques de transporte, debe hacerse prolongando la manguera o tubería que se tenga para este fin, hasta unos 10 cms del fondo, a fin de evitar la formación de espuma.

El vaciado de los tanques de transporte a los tanques de almacenamiento en obra, debe hacerse también hasta el fondo de estos, sin romper la nata superficial de la emulsión.

Si la descarga en obra se efectúa con petrolizadora, estas deben succionar la emulsión desde el fondo del tanque de transporte.

2.10. - PRUEBAS DE LABORATORIO PARA LAS EMULSIONES ASFÁLTICAS.

Es de suma importancia tener un buen control de calidad durante la elaboración de las emulsiones asfálticas, para que su almacenamiento, manejo y aplicación en obra sean los adecuados. Existen pruebas para el control de calidad de las emulsiones asfálticas durante el proceso de fabricación de las mismas.

Normalmente, los objetivos de los ensayos de laboratorio son:

1. - Proveer datos para los requisitos de las especificaciones.
2. - controlar la calidad y uniformidad del producto durante su fabricación, almacenamiento y uso.
3. - Predecir y controlar las propiedades relacionadas con el almacenamiento, manejo y aplicación en campo.

Las pruebas de control de calidad que se realizan en el laboratorio para las emulsiones asfálticas cationicas son las siguientes:

A). - VISCOSIDAD SAYBOLT FUROL:

La viscosidad es definida como la resistencia de un fluido a fluir. Esta prueba es utilizada como una medida de consistencia, el objetivo es determinar el estado de fluidez de los productos asfálticos a la temperatura de empleo. Los resultados se expresan en segundos Saybolt Furol. Dependiendo del tipo de emulsión, la prueba se realiza a una de dos temperaturas, 25°C o 50°C.

La viscosidad de las emulsiones, es un parámetro muy importante para efectuar los tratamientos superficiales. (riego de liga, sello, etc).

B). - CONTENIDO DE CEMENTO ASFALTICO POR DESTILACION:

Mediante destilación se separa el agua del asfalto. Si la emulsión contiene algún solvente, este será separado junto con el agua. Las proporciones relativas de cemento asfáltico, agua y solvente en la emulsión pueden medirse una vez que la destilación ha finalizado. Sobre el residuo de cemento asfáltico, pueden realizarse las pruebas de penetración y ductilidad.

C). - SEDIMENTACIÓN Y ESTABILIDAD PARA ALMACENAMIENTO:

Estas pruebas ponen de manifiesto la estabilidad de la emulsión durante el almacenamiento. Ellas detectan la tendencia de los glóbulos de asfalto a sedimentar a lo largo de un periodo de tiempo. esta prueba se realiza a 1 día para el ensayo de estabilidad para almacenamiento y a 5 días para el ensayo de sedimentación.

D). -RETENIDO EN LA MALLA NUMERO 20:

Esta prueba es otra forma de medir la calidad y la estabilidad de la emulsión, se complementa con las pruebas de sedimentación y estabilidad para almacenamiento ya que en cierta manera tienen la misma finalidad. La retención de una excesiva cantidad de glóbulos de asfalto en la malla no. 20, indica que puede haber problemas en el manejo y aplicación de la emulsión asfáltica.

E). - CAPACIDAD DE RECUBRIMIENTO Y RESISTENCIA AL AGUA:

Esta prueba tiene 3 propósitos. Determina la capacidad de una emulsión asfáltica a:

1. - adherirse y recubrir completamente un agregado.
2. - resistir el efecto del mezclado mientras permanece como una película sobre el agregado.
3. - resistir la acción de lavado del agua una vez finalizada la mezcla.

Esta prueba se emplea para las emulsiones de rompimiento medio.

F). - MISCIBILIDAD CON CEMENTO PÓRTLAND:

Originalmente esta prueba fue ideada únicamente para las emulsiones aniónicas y se le trato de aplicar a las cationicas; sin embargo para las emulsiones cationicas, se ha sustituido el cemento Pórtland por otro polvo mineral idéntico en finura, pero del tipo ácido como polvo de sílice. Esta prueba tiene el mismo fin que la original con cemento Pórtland, que es conocer la capacidad de una emulsión asfáltica cationica de rompimiento lento, para mezclarse con un material fino como el polvo de sílice.

G). - CARGA DE LA PARTICULA:

Esta prueba tiene por objeto, identificar la naturaleza de la emulsión asfáltica (cationica o aniónica), a travez de su carga eléctrica.

H). - DETERMINACION DEL P.H:

Esta medida es la escala aceptada para medir el grado de alcalinidad o acidez de un liquido. Los valores de P.H. varían de 0 a 14, donde el valor de 7 indica la neutralidad de la solución. Los valores superiores a 7 corresponden a las emulsiones aniónicas y los menores a 7 a las cationicas. Esta prueba es muy significativa para los fabricantes de emulsiones ya que su control de calidad durante el proceso de fabricación, debe verificar el grado de acidez o alcalinidad de la solución emulsificante, a fin de tener los resultados deseados. Si es necesario determinarlo para tener este valor en las estadísticas de control de obra, es preferible pedirlo al laboratorio del fabricante de la emulsión.

Por definición, el P.H. es el logaritmo con signo contrario de la concentración de iones de hidrógeno H+.

PRUEBAS AL RESIDUO DE LA DESTILACIÓN:

Las pruebas en el residuo de la destilación tienen como objeto conocer las propiedades del material asfáltico que compone a la emulsión asfáltica. Las pruebas más comunes realizadas sobre el residuo y que nos marcan nuestras especificaciones en vigor son:

- A). - Penetración
- B). - Solubilidad en Tetracloruro de Carbono
- C). - Ductilidad

A). - PENETRACIÓN:

La prueba de penetración es una medida de la dureza del residuo asfáltico a la temperatura especificada. Esta prueba mide la profundidad de la penetración de una aguja, normalizada, bajo una carga de 100 gramos durante cinco (5) segundos a una temperatura de 25°C.

B). - SOLUBILIDAD EN TETRACLORURO DE CARBONO:

La prueba de solubilidad es una medida de la fracción bituminosa del residuo asfáltico. La fracción soluble en Tetracloruro representa al ligante asfáltico y la fracción insoluble representa los contaminantes inorgánicos. La solubilidad se determina disolviendo el cemento asfáltico en el solvente y luego separando las fracciones soluble e insoluble mediante filtrado.

C). - DUCTILIDAD:

La ductilidad del asfalto es su capacidad para ser estirado formando un "hilo" delgado. La prueba se realiza moldeando una probeta de cemento asfáltico de forma y dimensiones normalizadas. Luego la probeta es llevada a la temperatura especificada dentro de un baño de agua. Finalmente, se estira a una velocidad normalizada hasta que el hilo conectando ambos extremos se corta. La elongación para la cual el material se corta se llama ductilidad.

Especificaciones vigentes de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes que deben cumplir las emulsiones asfálticas cationicas para sus respectivas aplicaciones.

Características	Emulsión Cationica Rompimiento Rápido		Emulsión Cationica Rompimiento Medio		Emulsión Cationica Rompimiento Lento	
	RR-2K	RR-3K	RM-2K	RM-3K	RL-2K	RL-3K
Viscosidad Saybolt-furol a 25°C, en segundos					20-100	20-100
Viscosidad saybolt-furol a 50°C, en segundos.	20-100	100-400	50-500	50-500		
Residuo de la destilación, por ciento en peso, mínimo.	60	65	60	65	57	57
Sedimentación en 5 días diferencia en por ciento, máximo.	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Retenido en la malla No. 20, por ciento, máximo.	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
CUBRIMIENTO DEL AGREGADO (EN CONDICIONES DE TRABAJO)						
Prueba de resistencia al agua: Agregado seco, por ciento de cubrimiento, mínimo. Agregado húmedo, por ciento de cubrimiento, mínimo.			80 60	80 60		
Miscibilidad con Cemento Pórtland, por ciento, máximo.					2.0	2.0

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Carga de la partícula	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
PH, Máximo					6.7	6.7

Características	Emulsión Cationica Rompimiento Rápido		Emulsión Cationica Rompimiento Medio		Emulsión Cationica Rompimiento Lento	
	RR-2K	RR-3K	RM-2K	RM-3K	RL-2K	RL-3K
Disolvente en volumen, por ciento, máximo.	3	3	20	12		
PRUEBAS AL RESIDUO DE LA DESTILACIÓN						
Penetración, 25°C, 100 g, 5 segundos, grados	100-250	100-250	100-250	100-250	100-200	40-90
Solubilidad en Tetracloruro de Carbono, por ciento, mínimo.	97	97	97	97	97	97
Ductilidad, 25°C, cm, mínimo.	40	40	40	40	40	40

Nota: la Viscosidad de las Emulsiones no debe aumentar mas de treinta por ciento (30%) al bajar su temperatura de veinte grados Celsius (20°C) a diez grados Celsius (10°C), ni bajar mas de treinta por ciento (30%) al subir su temperatura de veinte grados Celsius (20°C) a cuarenta grados Celsius (40°C).

A continuación se presenta un formato de reporte de las Pruebas de Laboratorio antes mencionadas.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**PLANTA DE EMULSIONES ASFALTICAS
LABORATORIO DE MATERIALES
REPORTE DE ENSAYE DE EMULSIONES ASFALTICAS**

Muestra de ----- Expediente No. -----
 Para emplearse en ----- Fecha Recibo -----
 Enviada por ----- Fecha Informe -----

Ensaye No.	-----	-----	-----
Muestra No.	-----	-----	-----
Procedencia	-----	-----	-----
Tipo de Producto	-----	-----	-----
Retenido en Malla No. 20	-----	-----	-----
Viscosidad Saybolt Furol	-----	-----	-----
A 25°C, Segundos	-----	-----	-----
A 50°C, Segundos	-----	-----	-----
Carga de la Particula	-----	-----	-----
P.H.	-----	-----	-----
Tamaño Promedio Globulo, Micras	-----	-----	-----
Tamaño Máximo Glóbulo, Micras	-----	-----	-----
Sedimentación en 5 dias, diferencia en porciento.	-----	-----	-----
Destilación, porciento del total a 260°C.	-----	-----	-----
A 121°C	-----	-----	-----
A 176°C	-----	-----	-----
A 260°C	-----	-----	-----
Residuo de la destilación hasta 260°C. % del volumen por diferencia	-----	-----	-----
Disolvente en volumen, porciento	-----	-----	-----

**PRUEBAS EN EL
RESIDUO DE LA
DESTILACIÓN**

Penetración, 25°C, 100 gr, 5 seg, grados	-----	-----	-----
Solubilidad en cc14, %	-----	-----	-----
Ductilidad, 25°C, cms	-----	-----	-----

Encargado de laboratorio

Vo. Bo.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

2.11. - SELECCIÓN DEL TIPO CORRECTO DE EMULSION ASFÁLTICA A EMPLEAR EN LA OBRA.

Para un exitoso comportamiento de las emulsiones asfálticas, debe elegirse el tipo adecuado para la función buscada. La primera consideración para elegir el tipo correcto es que aplicación se dará a la emulsión. ¿se trata de un riego de sello, de una impregnación, un riego de liga, una mezcla asfáltica en el lugar o en planta, una mezcla para bacheo, etc?

Una vez tomada esta decisión, otras variables del proyecto deben entonces ser consideradas.

Algunos factores que afectan la elección de la emulsión asfáltica son:

- A). - Las condiciones climáticas previstas para la etapa constructiva.
- B). - Tipo de agregado y disponibilidad.
- C). - Ubicación geográfica y topografía del terreno.
- E). - Condiciones y disponibilidad del equipo de construcción.
- F). - Experiencia de los operadores de los equipos de construcción.
- G). - Control del tráfico en el área de trabajo.
- H). - Consideraciones ambientales.

Si bien en base a las experiencias se pueden ofrecer pautas generales para la selección de las emulsiones, se recomiendan los estudios de laboratorio. No hay nada que reemplace a la evaluación en laboratorio de la emulsión y del agregado a ser empleados. Un técnico experimentado, deberá probar diferentes tipos y porcentajes de emulsión con el agregado, para hallar la mejor combinación para el uso buscado.

Cada tipo de emulsión asfáltica ha sido diseñado para usos específicos.

A continuación son descritos en forma general.

EMULSIONES ASFÁLTICAS CATIONICAS DE ROMPIMIENTO RAPIDO:

Las emulsiones de rompimiento rápido, se han diseñado para reaccionar rápidamente con el agregado y revertir de la condición de emulsión a la de asfalto.

Se usan principalmente para aplicaciones de riegos de sello, sellos de arena, carpetas asfálticas de riegos, riegos de liga, riegos negros y tratamientos superficiales en general. En riegos de sello, una alta viscosidad de la emulsión es muy importante, pues evita el fenómeno de escurrimiento, da mejor embebido y contribuye a la adherencia al dar mayor espesor de película sobre la superficie del agregado.

EMULSIONES ASFÁLTICAS CATIONICAS DE ROMPIMIENTO MEDIO:

Las emulsiones de rompimiento medio, se formulan para no romper inmediatamente después del contacto con el agregado. Ellas se diseñan para ser mezcladas con una gran variedad de agregados graduados con bajo porcentaje de finos $< 5 \%$ y equivalente de arena $> \text{al } 80 \%$. Su principal uso es en la elaboración de mezclas asfálticas en planta o en el lugar. También se pueden emplear para riegos de liga y sellos premezclados.

EMULSIONES ASFÁLTICAS CATIONICAS DE ROMPIMIENTO LENTO:

Las emulsiones de rompimiento lento, se diseñan para lograr mezclas estables. Se emplean con agregados de granulometría densa, porcentaje de finos del 5 al 10 % y equivalente de arena $> \text{al } 70 \%$. Su principal uso es en la elaboración de mezclas asfálticas en planta o en el lugar, estabilización de suelos, reciclados en frío, lechadas asfálticas, riegos de impregnación y sellos premezclados.

EMULSIONES ASFÁLTICAS DE ROMPIMIENTO SUPER ESTABLE:

Estas emulsiones fueron desarrolladas en el año de 1973, en el departamento técnico de la planta de emulsiones asfálticas de CAPUFE en la CD. De Irapuato, gto., para poder trabajar mezclas asfálticas en frío y Slurry Seal, con agregados que no se podían trabajar con las emulsiones lentas. Normalmente se pueden trabajar agregados con equivalente de arena $> 50 \%$ y hasta 12% de finos de baja plasticidad.

No se encuentran especificadas en las normas de la S.C.T., pero de manera particular, se trabajan con las especificaciones de las emulsiones RL - 3K.

2.12. - APLICACIONES DE LAS EMULSIONES ASFALTICAS.

Las principales aplicaciones de las emulsiones asfálticas que se emplean para la construcción, mantenimiento y rehabilitación de caminos en nuestro país son:

A.- Tratamientos superficiales.

B.- Mezclas asfálticas en frío.

C.-Estabilización de suelos.

D.-Operaciones de bacheo.

E.-Lechadas asfálticas.

F.-Aplicaciones diversas.

A. - TRATAMIENTOS SUPERFICIALES

El termino Tratamientos Superficiales, comprende de manera general diversos tipos de aplicaciones del asfalto y del asfalto-agregado, usualmente de menos de 1 pulgada de espesor y aplicado sobre cualquier clase de superficie de camino. La superficie del camino puede ser una base granular imprimada o una capa asfáltica existente. Los tratamientos superficiales aplicados a un pavimento existente, son a menudo llamados riegos de sello.

Adecuadamente contruidos, los tratamientos superficiales son económicos, fáciles de colocar y de larga duración. Todos ellos sellan y agregan años de servicio a las superficies de los caminos; pero cada uno de ellos tiene uno o más propósitos especiales. Un tratamiento superficial no es en si mismo un pavimento. Es principalmente una técnica de mantenimiento económicamente efectiva para prolongar la vida de servicio del pavimento. Resiste la abrasión del trafico y provee impermeabilización para la estructura del pavimento. Un tratamiento superficial agrega poca resistencia estructural y por lo tanto normalmente no se le toma en cuenta al determinar la capacidad portante de un pavimento.

Si bien, empleado correctamente, un tratamiento superficial puede proveer una excelente superficie resistente al deslizamiento, no es una panacea para todos los problemas del pavimento. Para obtener los mejores resultados, es esencial una clara comprensión de las ventajas y limitaciones de los tratamientos superficiales con

emulsiones asfálticas. La intensidad del tráfico, las condiciones del pavimento existente, la estructura del pavimento existente, las condiciones climáticas y los materiales pétreos disponibles, debieran tenerse en consideración al elegir y diseñar un tratamiento superficial.

Los tratamientos superficiales se utilizan con muchos propósitos, dentro de los principales tenemos:

A). - proveer una superficie económica, para todo tipo de climas, para volúmenes de tráfico liviano a mediano. Cuando se emplean emulsiones asfálticas modificadas con polímeros y agregados de alta calidad, los tratamientos superficiales pueden utilizarse en aplicaciones para mayores volúmenes de tráfico.

B). - proveer una barrera impermeable que frena el ingreso de humedad a los materiales de las capas subyacentes del pavimento.

C). - proveer una superficie resistente al deslizamiento. Aquellos pavimentos que se han tornado resbaladizos debido a la exudación del asfalto y desgaste y pulimiento de los agregados, pueden ser tratados con agregados resistentes y angulosos para devolver la resistencia al deslizamiento.

D). - dar nueva vida a una superficie intemperizada. La servicialidad de un pavimento afectado por el intemperismo, por desprendimientos, puede ser restaurada mediante la aplicación de un tratamiento superficial.

E). - proveer una capa temporal para una nueva base. El tratamiento superficial es una cubierta apropiada para la construcción de un pavimento planeado en etapas. El tratamiento superficial, es una buena superficie temporal hasta que las capas asfálticas finales sean colocadas.

F). - recuperar viejos pavimentos deteriorados por envejecimiento, fisuras térmicas o por fatiga. Si bien aporta poca o ninguna resistencia estructural, un tratamiento estructural puede preservar la capacidad estructural existente al impermeabilizar y servir como una medida adecuada para detener el proceso de fisuración hasta que una mas permanente rehabilitación del pavimento pueda ser completada.

G). - definir los acotamientos, para que no se confundan con los carriles de circulación.

H). - permitir la aplicación de franjas ruidosas para seguridad.

Los tratamientos superficiales deben aplicarse sobre bases resistentes y pavimentos firmes ya que ellos no están diseñados para corregir un pavimento estructuralmente deficiente.

Los tratamientos superficiales pueden clasificarse de la siguiente manera:

TRATAMIENTOS SUPERFICIALES CON AGREGADO PÉTREO:

- A). - Riego de sello.
- B). - Riego de sello premezclado.
- C). - Lechada asfáltica (slurry seal).

TRATAMIENTOS SUPERFICIALES SIN AGREGADO PETREO:

- A). - Riego de impregnación.
- B). - Riego de liga.
- C). - Riego negro.

1. -TRATAMIENTOS SUPERFICIALES CON AGREGADO PETREO.

A). - RIEGO DE SELLO:

Las funciones principales de este tipo de tratamiento superficial, son las de proporcionar a la superficie de rodamiento una textura antiderrapante adecuada para que los vehículos transiten con una mayor seguridad, impermeabilizar la carpeta y formar una capa de desgaste sobre esta.

Los riegos de sello pueden ser del tipo simple o doble, el simple es la aplicación de una película continua de emulsión asfáltica sobre la superficie del pavimento y el inmediato extendido y compactado de una fina capa de material pétreo.

Para el riego de sello doble, el proceso se repite una segunda vez, con el tamaño del agregado decreciendo en cada aplicación.

Para construir riegos de sello con gravilla de calidad y durables, se requiere que la emulsión asfáltica y el material pétreo cumplan las normas de calidad establecidas y que se ejecute correctamente el procedimiento de construcción.

B). - RIEGO DE SELLO PREMEZCLADO:

El riego de sello premezclado, es la aplicación de una película continua de emulsión asfáltica sobre la superficie del pavimento y el inmediato extendido y compactado de una fina capa de material pétreo, que previamente fue pre-

tratado (mezclado), con una emulsión asfáltica diluida con agua.

El sistema de sello premezclado, se ideó con el fin de abatir las molestias que la aplicación de los sellos con gravilla tradicionales ocasionan al constructor y principalmente al usuario y dar mayor protección a las carpetas de rodamiento, lo cual se transforma en una mayor vida útil de estas.

Con este procedimiento de sellado, las partículas del material pétreo están cubiertas con una ligera película de asfalto, por lo cual tienen una mejor adherencia entre si, lo que proporciona algunas considerables ventajas sobre el riego de sello tradicional. Algunas de estas ventajas son:

- a). - Menor desprendimiento del material pétreo y por lo tanto menor desperdicio de este.
- b). - Al disminuir el desprendimiento, forma una mayor capa de desgaste sobre la carpeta.
- c). - Mejor textura antiderrapante.
- d). - Menor peligro de accidentes y golpes a los vehículos con las partículas de material desprendidas.
- e). - Mayor impermeabilización de la carpeta.
- f). - Prácticamente, eliminación total del polvo al paso de los vehículos.
- g). - Mayor vida útil del riego de sello y de la carpeta.

C). - LECHADA ASFÁLTICA (SLURRY SEAL):

Una lechada asfáltica es una mezcla de agregados de granulometría cerrada, emulsión asfáltica, agua y aditivo si se requiere. Esta mezcla se aplica como un tratamiento superficial. Las lechadas asfálticas pueden ser tanto una técnica de mantenimiento preventiva como correctiva. El tratamiento no aumenta la resistencia estructural de un pavimento. Cualquier pavimento que tenga problemas estructurales en áreas localizadas, deberá ser reparado antes de la aplicación de la lechada asfáltica.

La lechada asfáltica es una técnica de mantenimiento muy efectiva para superficies de pavimentos viejos. La lechada llenará las grietas superficiales, detendrá el desprendimiento de agregados, mejorará la resistencia al deslizamiento y en general protegerá al pavimento y reducirá el deterioro por oxidación y agua y así prolongará globalmente la vida útil del pavimento.

La lechada asfáltica se fabrica en el lugar de aplicación en forma rápida y precisa, el mezclado y extendido se realiza en espesores de 3 a 9 mm (1/8 a 3/8 de pulg), se realiza

mediante una operación continua y el pavimento puede ser utilizado nuevamente en cuestión de algunas horas,

2. -TRATAMIENTOS SUPERFICIALES SIN AGREGADO PETREO:

A). - RIEGO DE IMPREGNACIÓN:

Se le conoce también como riego de penetración, en la construcción de caminos se emplean sobre bases o capas granulares no tratadas previamente.

Los principales objetivos del riego de impregnación son:

- a). - Proteger la capa granular de las lluvias (impermeabilizar).
- b). - Proteger la capa granular del tránsito normal de vehículos ligeros durante la construcción.
- c). - Servir como zona de transición entre la capa granular y la capa asfáltica siguiente, de esta manera, el riego de liga tiene una superficie afin para asegurar el anclaje de la capa siguiente.

B). - RIEGO DE LIGA:

Es un tratamiento superficial que se emplea con el fin de unir capas; sea una capa granular impregnada con una capa asfáltica o una capa asfáltica con otra del mismo tipo. Las cantidades de emulsión que se emplean son las mínimas necesarias. Siempre de acuerdo con la superficie a tratar; mientras más porosas, mayor será la cantidad que se debe emplear.

Generalmente, el riego de liga se efectúa casi en el momento de realizar el tendido de la capa asfáltica. Cuando hay superficies muy secas y polvosas, es necesario barrer correctamente la zona y aplicar un ligero riego de agua, para romper la tensión superficial.

C). -RIEGO NEGRO:

Este tipo de tratamientos se realizan sobre superficies envejecidas, oxidadas, agrietadas o poco falladas. Se emplea como un recubrimiento y no como solución de la falla, cuando se quiere alargar la vida de la superficie; mientras se hace la reparación adecuada. Este tipo de riegos cumplen varias funciones importantes, como son:

- a). - Impermeabiliza la superficie sellando las fisuras.
- b). - Evita las erosiones en la superficie.
- c). -Recubre y liga las partículas minerales sueltas en la superficie.

B) . - MEZCLAS ASFALTICAS EN FRIO.

Podemos definir como mezcla asfáltica en frío, a la mezcla de un material pétreo y un ligante asfáltico, donde las operaciones de mezclado de estos dos componentes y el manejo, extendido y el compactado de dicha mezcla, se pueden realizar a temperatura ambiente.

Hasta el año de 1994, los ligantes asfálticos que teníamos en nuestro país para la elaboración de mezclas asfálticas en frío, eran el asfalto rebajado fr-3 y las emulsiones asfálticas.

A partir de este año, debido principalmente a los altos costos de producción y a la contaminación que provocaba su uso, PEMEX, dejó de fabricar el asfalto rebajado fr-3, quedando las emulsiones asfálticas como la única alternativa que hay en nuestro país, para la elaboración de mezclas asfálticas en frío.

Este tipo de mezclas asfálticas se pueden utilizar para la construcción de sub bases negras , base negras, carpetas, renivelaciones y operaciones de bacheo.

En el capítulo siguiente, se tratara ampliamente el tema de las mezclas asfálticas en frío.

C) . - ESTABILIZACION DE SUELOS.

La estabilización de un suelos, podemos definirla como la mezcla de un suelo natural, agua y ligante asfáltico, convenientemente compactada, cuyo fin es mejorar las características de resistencia del suelo, disminuyendo su capacidad de absorción de agua y aumentando su cohesión, por efecto de la incorporación del ligante asfáltico.

Esto permite que materiales granulares que por si solos no puedan ser utilizados en la construcción de pavimentos, con este tratamiento mejoran considerablemente su capacidad de soporte, haciendo posible su utilización.

Las principales aplicaciones de los suelos estabilizados son:

- a). - Estabilización de sub bases y bases granulares.
- b). - estabilización de caminos económicos.
- c). - estabilización de acotamientos, banquetas, etc.
- d). - estabilización de estacionamientos de vehículos, campos deportivos, etc.

D) . - OPERACIONES DE BACHEO:

Una de las tareas de mantenimiento que más tiempo consume, es el tratamiento de baches y otras áreas del pavimento débiles o con fallas.

En general se considera que para obtener los mejores resultados en el tratamiento de baches, las mezclas asfálticas en caliente son la mejor alternativa, pero las experiencias que hemos tenido en esta y otras obras, nos dice que

Las emulsiones asfálticas, son una muy buena alternativa para las mezclas asfálticas utilizadas en operaciones de bacheo.

Debemos considerar siempre que por muy buenas que sean las características de la mezcla asfáltica a utilizar,

Los buenos procedimientos constructivos son insustituibles. Es esencial, una adecuada preparación del bache y de todas las áreas a ser reparadas. El aplicar correctamente los procedimientos de reparación, asegura resultados exitosos.

E). - LECHADAS ASFALTICAS.

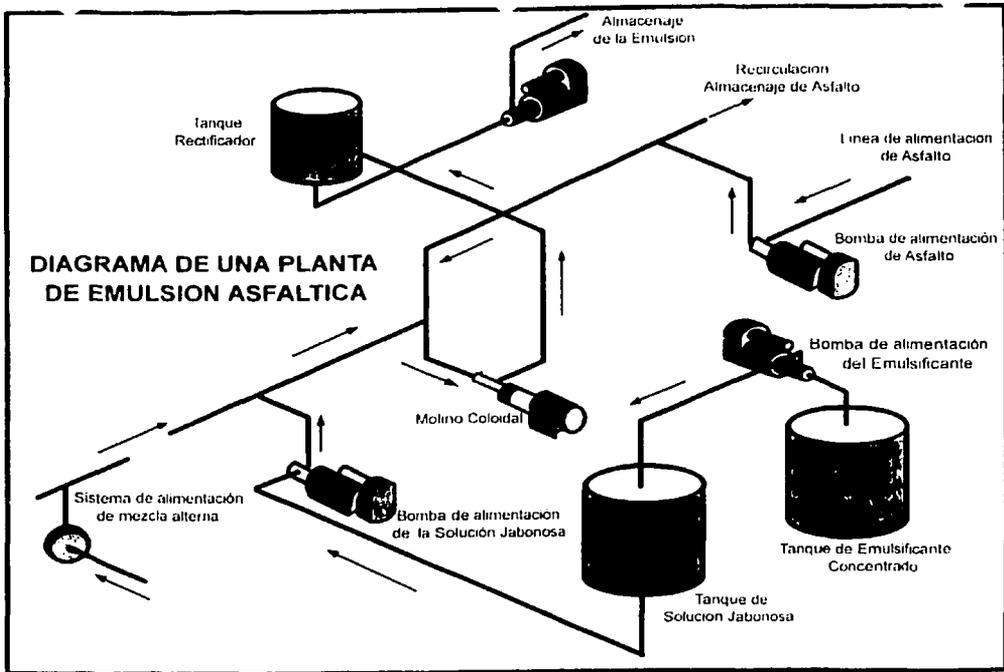
Este tema fue tratado y se puede ver en **"TRATAMIENTOS SUPERFICIALES CON AGREGADO PETREO"**, inciso 2.12 A1, sub inciso C.

F). - APLICACIONES DIVERSAS.

Las emulsiones asfálticas, también pueden emplearse en varias otras aplicaciones, tanto en la construcción como en el mantenimiento de superficies pavimentadas.

Entre los usos más comunes tenemos:

- a). -Construcción de pavimentos especiales, deportivos, peatonales, industriales, etc.
- b). -Capas de impermeabilización en casas, edificios, puentes, etc.
- c). -Riegos especiales de protección a taludes, dunas, obras hidráulicas, etc.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPITULO III
MEZCLAS ASFÁLTICAS EN FRIO.

3.1. - MEZCLA ASFÁLTICA.

A). - GENERALIDADES:

Se denomina mezcla asfáltica, a la constituida por la combinación de uno o mas agregados de granulometría controlada, con un ligante asfáltico, que en película continua envuelve a todas y cada una de las partículas del agregado.

Las mezclas asfálticas son actualmente el material mas usado en pavimentos flexibles de calidad, con ellas se consiguen superficies de rodamiento de gran regularidad geométrica y adecuadas para un transito cómodo y seguro.

Como vimos en el capítulo II, en nuestro país se producen varios tipos de asfaltos y también existen muchos tipos de agregados. En consecuencia, es posible elaborar diferentes tipos de mezclas asfálticas.

B). - CLASIFICACIONES:

Atendiendo al tipo de ligante asfáltico utilizado y al procedimientos de elaboración, extendido y compactado de la mezcla asfáltica, podemos clasificarlas como:

A). - Mezclas Asfálticas en caliente.

B). - Mezclas Asfálticas en frío.

MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE:

La mezcla asfáltica en caliente es la combinación de uno o más agregados de granulometría controlada y cemento asfáltico, los cuales se calientan previamente y posteriormente se mezclan, extienden y compactan, a temperaturas muy superiores a la del ambiente .

EN ESTE TRABAJO NOS VAMOS A REFERIR EXCLUSIVAMENTE A LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN FRIO.

3.2. - MEZCLAS ASFÁLTICAS EN FRIO.

En muchos casos, el empleo de mezclas asfálticas en caliente no resulta viable por diferentes motivos, entre los cuales podemos citar: situación geográfica de la obra, tamaño, costo, tipos de agregados, condiciones climatológicas, necesidad de almacenamiento de la mezcla, etc. La alternativa en estos casos son las mezclas asfálticas en frío, que pueden fabricarse en cualquier lugar con equipos

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

sencillos, para bajos volúmenes de obra, con agregados locales o cercanos a la obra, pueden almacenarse durante periodos prolongados, etc.

Podemos definir la mezcla asfáltica en frío, como la combinación de uno o más agregados de granulometría controlada, emulsión asfáltica y agua, cuyo mezclado, tendido y compactado se realizan a la temperatura ambiente. Si bien la emulsión asfáltica puede ser precalentada a temperaturas de 45°C a 50°C como máximo, el resto de las operaciones, se lleva a cabo a temperatura ambiente.

Las técnicas de mezclas asfálticas en frío empleadas actualmente en la conservación y construcción de carreteras en nuestro país, utilizan como ligante asfáltico únicamente a las emulsiones asfálticas, ya que los rebajados asfálticos que anteriormente también se empleaban, se retiraron del mercado por razones energéticas y contaminantes.

Estas técnicas han experimentado un gran desarrollo tecnológico, gracias a las innovaciones de las emulsiones que permiten adaptarse a los diferentes tipos de agregados y a cada aplicación.

En la actualidad, se dispone de una amplia gama de emulsiones con diferentes características para realizar una serie de obras, que el ingeniero tiene a su disposición para la conservación o construcción de carreteras.

Con la definición tan amplia de mezclas asfáltica en frío, podríamos incluir varios tipos de mezclas, pero únicamente nos referiremos a las de mayor empleo, que son las mezclas asfálticas en frío de textura abierta y las de textura cerrada o densas.

Estas mezclas se diferencian fundamentalmente por el contenido de vacíos, pero además presentan otra serie de diferencias en cuanto a composición (granulometría, tipo de emulsión, humedad de mezclado, etc.) y a propiedades (flexibilidad, tiempo de almacenamiento, etc.).

MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO DE TEXTURA ABIERTA:

Se denomina mezcla asfáltica en frío de textura abierta, aquella que una vez elaborada, tendida y compactada, tiene un contenido de vacíos mayor al 12%.

Dichas mezclas están constituidas por agregados gruesos, emulsión asfáltica y agua de mezclado.

La resistencia mecánica de estas mezclas sin finos, se debe prácticamente al rozamiento interno entre las partículas del agregado, ya que el ligante solo proporciona la cohesión suficiente para soportar la acción del tráfico y de los agentes ambientales, evitando el desprendimiento de gravillas con la consiguiente degradación de la mezcla.

Estas mezclas, han sido utilizadas exitosamente en otros países tanto para bases negras como para carpetas. Sin embargo en nuestro país, hasta la fecha su uso no se ha generalizado..

MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO DE TEXTURA CERRADA O DENSA:

Se denomina mezcla asfáltica en frío de textura cerrada o densa, aquella que una vez elaborada, tendida y compactada, tiene un contenido de vacíos entre 3 y 8 %.

Dichas mezclas están constituidas por agregados bien graduados con elevada proporción de material fino, emulsiones asfálticas muy estables y agua de mezclado.

Estas mezclas presentan un contenido de vacíos reducido y elevada resistencia mecánica, debido al rozamiento interno del esqueleto mineral y a la cohesión del mortero formado por la fracción más fina y el ligante asfáltico.

Sin embargo, las características mecánicas de estas mezclas sufren una evolución con el paso del tiempo, alcanzando sus valores finales después de un proceso de "maduración", siendo favorable para ello la compactación a que este sometida la mezcla por la acción del tránsito.

Estas mezclas pueden ser empleadas para todos los tipos de aplicaciones en pavimentos, como son:

- Bases asfálticas
- Carpetas de rodamiento
- Renivelaciones
- Bacheo
- Pavimentos deportivos
- Zonas peatonales

3.3. -CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES BÁSICOS QUE CONSTITUYEN UNA MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO:

AGREGADOS:

Para lograr en cualquier mezcla asfáltica en frío, buenas propiedades y un buen funcionamiento, las características del agregado son muy importantes, ya que estos constituyen un 90 a 95 % del peso de la mezcla asfáltica.

La compatibilidad del agregado con la emulsión asfáltica es muy importante y deberá determinarse, ya que la composición mineral del agregado, puede tener una significativa influencia en el funcionamiento de la mezcla.

Por lo tanto, es necesario preparar mezclas de prueba en el laboratorio, para así determinar si se puede utilizar o no, determinado agregado.

los agregados para mezclas asfálticas en frío, elaboradas por los sistemas de mezcla en el lugar o en planta, deberán satisfacer las siguientes normas:

A). - De Granulometría.

La curva granulométrica del agregado, deberá cumplir con lo que indique el proyecto en cada caso y, en términos generales, deberá quedar comprendida entre el límite inferior de la zona 1 y el límite superior de la zona 2, de la figura núm (3.1).

La zona 1, corresponde a los agregados de granulometría gruesa (mezclas abiertas) y la zona 2, a los agregados de granulometría fina (mezclas cerradas o densas).

La curva granulométrica del agregado, deberá afectar una forma semejante a la de las curvas que limitan las zonas, por lo menos en las dos terceras (2/3) partes de su longitud, sin presentar cambios bruscos de pendientes.

B). - De Contracción Lineal.

Quando la curva granulométrica del agregado quede ubicada en la zona 1 de la figura núm.(3.1) 3 % máximo

Quando la curva granulométrica del agregado quede ubicada en la zona 2 de la figura núm.(3.1) 2 % máximo

C). - De Desgaste Los Ángeles.

Para cualquier tipo de agregado. 40 % máximo

D) :-De Forma de las particulas.
Particulas alargadas y/o en
forma de lajas.

35% máximo

E). - De Afinidad Con El Asfalto.

Capa del Pavimento	Desprendimiento por fricción en %.	Cubrimiento con asfalto. Método ingles en %.	Pérdida de estabilidad por inmersión en agua en %.	Requisitos de aceptación
Bases y carpetas asfálticas	25 máximo	90 mínimo	25 máximo	Debe cumplir cuando menos con dos de las pruebas marcadas

F): - De Equivalente de Arena.
55 % mínimo

EMULSIONES ASFÁLTICAS:

En el capitulo II, inciso 2.11. , se mencionaron los factores que debemos considerar para determinar la emulsión asfáltica adecuada para cada aplicación. Ahora mencionaremos, las propiedades que deben de tener Las emulsiones asfálticas que se utilicen para mezclas asfálticas en frío, elaboradas por los sistemas de mezcla en el lugar o en planta:

- A). - Estabilidad suficiente, que permita una mezcla intima con el agregado sin romper prematuramente.
- B). - Buena adhesividad al agregado para mantener la cohesión bajo la acción del agua.
- C). - perfecta miscibilidad con el agua de mezclado, sin modificar su estabilidad.
- D). - cumplir con las especificaciones del proyecto y en términos generales, con las especificaciones de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes (S.C.T.), que se muestran en la tabla del capitulo II, inciso 2.10.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**ZONAS DE ESPECIFICACIONES GRANULOMETRICAS
PARA MATERIALES PÉTREOS QUE SE EMPLEEN
EN MEZCLAS ASFÁLTICAS EN EL LUGAR
Y EN PLANTA ESTACIONARIA**

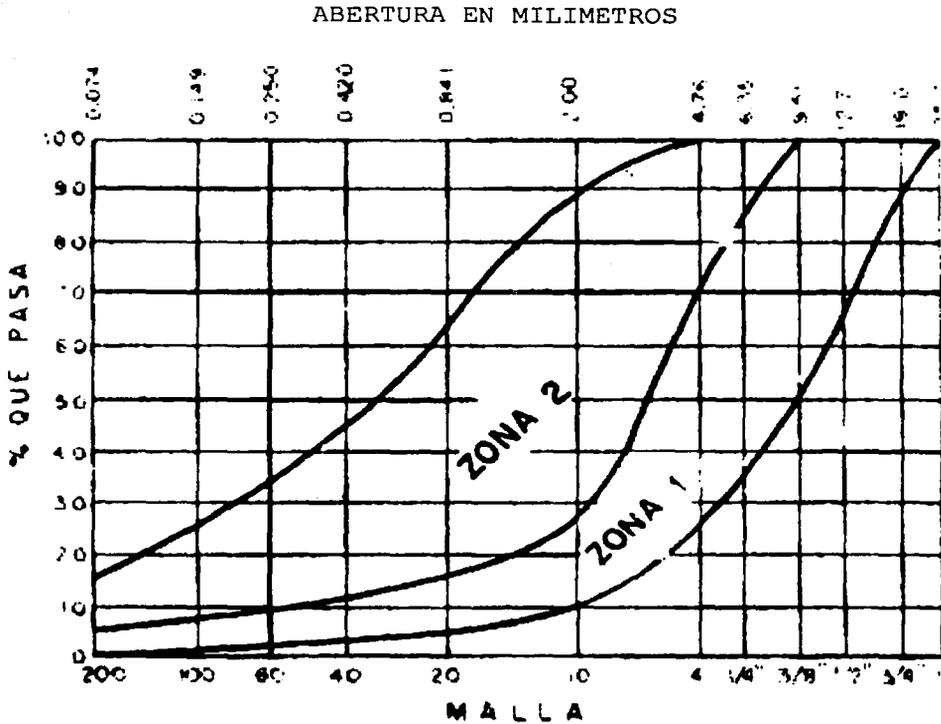


FIGURA 3.1

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3.4. - PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION.

Los procedimientos de construcción para la elaboración de las mezclas asfálticas en frío, se pueden dividir en dos grandes categorías:

A). - MEZCLAS EN EL LUGAR O EN PLATAFORMA.

B). - MEZCLAS EN PLANTA.

MEZCLAS EN EL LUGAR O EN PLATAFORMA.

En este caso la mezcla asfáltica en frío se elabora en el lugar de aplicación. Ya sea sobre el mismo camino o sobre una plataforma localizada lo mas cerca posible de la obra. En este ultimo caso, la mezcla ya elaborada se acarrea al camino para su acamellonamiento, tendido y compactado. Cuando se realiza la mezcla sobre el camino, se debe elaborar una cantidad de mezcla tal, que permita construir tramos con el espesor compactado y el ancho establecido en el proyecto.

Los equipos necesarios y recomendables, para este tipo de aplicación son:

Barredora(s) mecánica(s) o personal de limpieza.
 Pipa(s) para agua.
 Motoconformadora(s).
 Cargador(es) frontal
 Petrolizadora(s).
 Equipo(s) de compactación (rodillo liso y neumático).
 Camiones de volteo.

ELABORACION DE LA MEZCLA.

1. - Se incorpora al agregado acamellonado, la cantidad de agua necesaria para obtener la humedad de mezclado recomendada. Esto se efectúa, abriendo en "cama" el camellon de agregado con las motoconfromadoras y regando sobre el, agua por medio de una pipa. Se cubre el agregado humedecido, con mas agregado del camellon y se revuelve con las motoconformadoras. Esta operación se repite hasta tener regada sobre todo el agregado, la cantidad de agua necesaria

para obtener la humedad deseada, esta deberá homogeneizarse revolviendo todo el agregado con las motoconformadoras.

2. - Una vez obtenida y homogeneizada la humedad de mezclado, se acamellona el agregado y se procede de nuevo a abrir "cama" con las motoconformadoras, para incorporar la emulsión asfáltica por medio de la petrolizadora, con el fin de tener uniformidad en la dosificación del ligante.

3. - Se cubre el riego de la emulsión asfáltica con agregado del camellón y se revuelve con las motoconformadoras hasta formar una mezcla uniforme.

4. - Se acamellona esta mezcla en el ala del camino contraria al camellón de agregado y se procede de nuevo a abrir "cama" con el agregado del camellón, para iniciar de nuevo el riego de la emulsión asfáltica y la revoltura de la misma con el agregado.

Esta operación deberá repetirse, hasta terminar el total de la emulsión asfáltica calculada para el volumen de agregado, procurando que se haga en el mayor número de pasadas de la petrolizadora, para lograr una dosificación adecuada.

5. - Habiendo terminado de incorporar en la forma antes descrita el total de la emulsión asfáltica al agregado, se procederá mediante las motoconformadoras a revolver todo el agregado-emulsión acamellonado, hasta lograr una mezcla homogénea.

RECOMENDACIONES.

A). - En ningún caso, debe ponerse la emulsión asfáltica en contacto con un agregado seco, es muy importante que se incorpore y se homogeneice la cantidad de agua recomendada por el laboratorio encargado de controlar la obra, para dar la humedad de mezclado.

B). - El agua empleada en el mezclado deberá ser compatible con la emulsión asfáltica utilizada.

C). - El volumen de material pétreo a mezclar, estará en función de la cantidad y características del equipo de mezclado.

D). - Por ningún motivo deberá dejarse arropada la emulsión asfáltica por el agregado, sin mezclarse.

E). - Los equipos de mezclado deberán encontrarse en condiciones óptimas de funcionamiento y los operadores de los mismos, deben ser calificados, para que la mezcla asfáltica sea de calidad.

F). - La emulsión asfáltica deberá ser la adecuada para las características del agregado y la dosificación de esta, deberá ser la recomendada por el laboratorio encargado de controlar la obra.

MEZCLAS EN PLANTA.

Este sistema de elaboración de mezcla asfáltica en frío, nos permite: tener un mayor volumen de producción de mezcla, un mayor rendimiento en dicha producción, una correcta dosificación, incorporación y homogenización del agua para mezclado y de la emulsión asfáltica con el agregado y por consiguiente, una mezcla homogénea de calidad, muy superior a la obtenida por el sistema de mezcla en el lugar o en plataforma.

En este sistema, el agua para mezclado y la emulsión asfáltica, se incorporan y se mezclan con el agregado en un mezclador fijo.

Un aspecto ventajoso y práctico es colocar la planta mezcladora en el banco de agregados o en el lugar más cercano a este.

Los equipos necesarios y recomendables para este tipo de aplicación son:

Planta mezcladora.
Cargador(es) frontal(es).
Equipo(s) de tendido (motoconformadora o pavimentadora).
Petrolizadora(s).
Equipo(s) de compactación (rodillo liso y neumático).
Tanque(s) para almacenamiento de la emulsión asfáltica.
Tanque(s) para almacenamiento del agua para mezclado.
Barredora(s) mecánica o personal de limpieza.
Camiones de volteo.

ELABORACION DE LA MEZCLA

1. - La alimentación del agregado se hace mediante camiones de volteo, cargadores frontales, traxcavos, etc.; depositando este en una tolva receptora, la cual se encuentra en el extremo posterior de la planta y tiene en su parte inferior una compuerta para controlar el paso del agregado a la banda transportadora.
2. - De la tolva receptora, el agregado pasa a través de la compuerta de control y es elevado mediante una banda transportadora hacia el mezclador de paletas, el cual se encuentra ubicado en la parte frontal de la planta. Antes de llegar a este, pasa bajo unos difusores para la adición de agua, colocados a lo largo de la banda transportadora, cuya finalidad es proporcionar al agregado, la humedad de mezclado recomendada.
3. - La banda transportadora descarga el agregado húmedo en el mezclador de paletas, donde por medio de difusores se le adiciona la emulsión asfáltica, a la vez que van pasando por una serie de paletas que los mezclan, proporcionando una mezcla bien dosificada y homogénea.
4. - Adicionalmente existen difusores para el agua dentro del mezclador, para el caso de que se requiera aumentar la humedad de mezclado.

5. - Una vez elaborada la mezcla, se descarga del mezclador al piso para ser almacenada o a los camiones de volteo para ser transportada a la obra.

El agua para dar la humedad de mezclado y la emulsión asfáltica, son bombeadas de los tanques de almacenamiento al mezclador de paletas, el gasto del agua y de la emulsión, son controlados por medio de medidores de flujo, los consumos de agua y de emulsión, deberán ser los necesarios para que la mezcla contenga la humedad de mezclado y el residuo asfáltico, recomendado por el laboratorio encargado de controlar la obra. La emulsión asfáltica, es distribuida en el mezclador de paletas por medio de espreas, las cuales están integradas a una barra, la cual, deberá ser movible para así colocarla en el lugar mas adecuado de acuerdo al agregado y al tiempo de mezclado requerido. Es muy importante que las espreas estén limpias, para tener una buena difusión de la emulsión asfáltica y por consiguiente obtener una mezcla con calidad.

El mezclador de paletas, esta constituido por dos flechas paralelas, las cuales deben girar en sentidos opuestos, para que el mezclado del agregado y de la emulsión asfáltica, sea optimo. A su vez, estas flechas están provistas de brazos colocados generalmente a 45 y 90 grados, los cuales tienen las aspas de mezclado. Estas aspas, pueden moverse a la posición que se requiera para retener o acelerar el tiempo de mezclado.

RECOMENDACIONES

A). - En ningún caso, debe ponerse la emulsión asfáltica en contacto con un agregado seco, es muy importante que este contenga la humedad para mezclado recomendada. En caso de que la humedad del agregado se encuentre por debajo de la recomendada para el mezclado, se deberán utilizar los difusores de agua colocados sobre la banda transportadora, antes de llegar al mezclador, para lograr obtener la humedad requerida.

B). - El agua empleada en el mezclado deberá ser compatible con la emulsión utilizada.

C). - La emulsión asfáltica deberá ser la adecuada para las características del agregado y la dosificación de esta,

deberá ser recomendada por el laboratorio encargado de controlar la obra.

D). - Antes de llegar el agregado al mezclador, se deberán eliminar los sobre tamaños y los grumos de arcilla y materia orgánica que pueda contener, lo cual se hace colocando una criba sobre la tolva receptora del agregado y personal a la salida del alimentador de la banda transportadora.

E). - Antes de iniciar los trabajos de mezclado, el laboratorio encargado de controlar la obra debe de calibrar la planta, para obtener una mezcla bien dosificada. Para esto, se tendrá que calibrar la abertura de la compuerta de control del paso del agregado, así como el dosificador de la emulsión. Posteriormente, se muestreara periódicamente la mezcla asfáltica elaborada, para verificar que el contenido de asfalto y por consiguiente el cubrimiento, la adherencia y la manejabilidad de la mezcla, cumplan con las especificaciones de diseño, a fin de obtener una mezcla asfáltica de calidad.

F).- Un mezclado optimo depende de la velocidad, posición y desgaste de las paletas mezcladoras, por lo cual es importante revisar estos aspectos constantemente.

G).- En caso de que la mezcla asfáltica elaborada tenga una humedad muy superior a la optima de compactación, no es recomendable acarrearla al tramo para su tendido y compactado, se recomienda almacenarla el tiempo suficiente para que alcance una humedad ligeramente superior a la optima de compactación, a fin de que pueda tenderse y compactarse adecuadamente. Esto, deberá ser controlado por el laboratorio de campo.

3.5. - TENDIDO DE MEZCLAS ASFALTICAS EN FRIO.

Las principales maquinas utilizadas para el tendido de mezclas asfálticas en frío, son la motoconformadora y la terminadora. En el caso de elaborarse la mezcla asfáltica en el lugar, lo más común es utilizar la motoconformadora ya que es el mismo equipo que se utiliza para realizar el mezclado. Si la mezcla asfáltica se elabora en planta, se pueden utilizar para el tendido la motoconformadora o la terminadora.

TENDIDO CON MOTOCONFORMADORA.**VENTAJAS :**

1. - Como maquinaria, mayor versatilidad en la obra y por lo tanto menor costo, ya que este equipo se puede utilizar en la construcción de las diversas capas del pavimento.
2. - Posibilidad de rehacer un perfil defectuoso.
3. - En caso de precipitaciones pluviales en la zona, la mezcla asfáltica se puede acamellonar y esperar un periodo de buen tiempo.
4. - Puede adaptarse a superficies malas. (Caso de recargues en caminos secundarios).
5. - Su empleo es más conveniente en caminos sinuosos, montañosos, etc.
6. - Fácil y rápido traslado a obras cercanas.

DESVENTAJAS :

1. - Segregación del material cuando la operación no se hace con habilidad.
2. - Menor rendimiento comparado con la terminadora.
3. - Si la operación no es adecuada, se tendrán acabados defectuosos.
4. - No hay control adecuado de los espesores de capas y pavimentos.
5. - Marcas de las llantas en la superficie de la carpeta.

PROCEDIMIENTO DE TENDIDO CON MOTOCONFORMADORA.

1. - En el caso de ser mezcla elaborada en planta, se transporta a la obra y se acamellona en un ala del camino. Si se trata de mezcla elaborada en el lugar ya se encuentra acamellonada en el camino.

2. - Se realiza el barrido del ala contraria a donde se encuentra acamellonada la mezcla, con barredora mecánica o con el personal adecuado.

3. - Se liga la superficie barrida.

4. - Se extiende el camellón de mezcla sobre el riego de liga.

5. - Se efectúa la misma operación de barrido y se liga en el ala contraria.

6. - Una vez barrida y ligada toda la corona del camino, se procede al tendido de la mezcla asfáltica. Se recomienda que al iniciar el tendido de la mezcla, la humedad de esta sea ligeramente mayor que la humedad optima de compactación, dependiendo de la zona y el clima, con el fin de que al concluir el tendido, la humedad sea la adecuada para una correcta compactación. Esto, deberá ser controlado por el laboratorio de campo.

7. - En caso de que la mezcla presente exceso de humedad, será necesario orearla con la motoconformadora antes de efectuar el tendido o dejarla pretendida y que el trafico le saque el agua excedente. Esto, deberá ser controlado por el laboratorio de campo.

TENDIDO CON TERMINADORA (Finisher).

La terminadora se reserva en general, para obras importantes y volúmenes considerables de mezcla elaborada en planta. Esta maquina, originalmente esta diseñada para la colocación de mezclas asfálticas en caliente, pero en algunos casos se puede adaptar para el tendido de mezclas asfálticas en frío.

VENTAJAS:

1. - Se obtiene un acabado y un perfil impecables.

2. - Se controla el espesor de tendido.

3. - Se disminuye al máximo la segregación de la mezcla.

4. - Se obtiene mayor rendimiento en el tendido.

DESVENTAJAS :

1. - La principal desventaja es que si la mezcla tiene una humedad superior a la de compactación, una vez tendida, queda humedad atrapada en ella y esto presenta problemas para la compactación, la apertura al tráfico y el curado de la mezcla, antes de alcanzar su estabilidad optima. Esto, también implica que se necesite un mayor control de laboratorio durante la elaboración y el tendido de la mezcla.
2. - Los grumos grandes que se lleguen a formar en la mezcla, en ocasiones dejan quedades.
3. - No todas las granulometrías de agregados, se pueden tender con la terminadora.

PROCEDIMIENTO DE TENDIDO CON TERMINADORA.

1. - Se barre y liga el ala del camino donde se va a ser el tendido de la mezcla.
2. - La mezcla asfáltica es transportada al camino y vertida por los camiones de volteo en una tolva colocada delante de la maquina.
3. - A continuación la mezcla asfáltica es llevada por una banda hacia la parte trasera de la maquina, la cual esta equipada con brazos niveladores para extender el material en la forma deseada. Esta provista también, de un sinfin transversal que reparte la mezcla en todo el ancho del trabajo y de un dispositivo precompactador.
4. - El espesor de la capa tendida, se controla por medio de dos tornillos a cada lado de la terminadora, los cuales suben y bajan a voluntad la caja niveladora. Se recomienda acondicionar compuertas laterales que limiten el ancho del tendido.

3.6. - COMPACTACION DE MEZCLAS ASFALTICAS EN FRIO.

La compactación de las mezclas asfálticas en frío es una operación esencial que es necesario no descuidar. La calidad de la capa asfáltica será en gran parte función del cuidado que se tenga en esta operación.

La compactación tiene por objeto:

- A). - Aumentar la estabilidad de la capa asfáltica.
- B). - Disminuir los asentamientos diferenciales posteriores.
- C). - Acentuar la difusión del ligante asfáltico dentro de la masa del suelo.
- D). - Aumentar la impermeabilidad de la capa asfáltica.

PROCEDIMIENTO PARA LA COMPACTACION DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS EN FRIO.

El equipo de compactación que se recomienda utilizar para la compactación de las mezclas asfálticas en frío a fin de lograr resultados satisfactorios, es el rodillo liso (de preferencia en tandem), ligero de 6 a 8 ton y el compactador neumático autopropulsado, de 2 ton / rueda como mínimo.

1. - Una vez tendida con el espesor de proyecto y afinada la mezcla asfáltica en todo lo ancho de la corona del camino, se procede a la compactación de la misma. Inicialmente, se utiliza el rodillo liso para armar la mezcla, de tal forma que se obtenga una estabilidad mínima, que permita la entrada del compactador neumático sin hacer roderas en la superficie. Para esto, se dan una o dos cerradas con el rodillo liso a toda la superficie, comenzando por las orillas para evitar corrimientos.

2. - A continuación, se prosigue la operación con el compactador neumático. En este caso, la carga por rueda es muy importante ya que se busca un efecto de profundidad y no de superficie. En efecto, esta maquina por su acción de amasado, permite alcanzar mejor los fines que se persiguen.

3. - Una vez alcanzada con la compactación del neumático una estabilidad mínima de la mezcla que permita el paso de vehículos, deberá abrirse el tramo a la circulación de los mismos a velocidad moderada, quienes serán factor importante

para incrementar la estabilidad de la mezcla hasta obtener la optima.

RECOMENDACIONES :

1. - Utilizar el rodillo liso, solo para armar la mezcla asfáltica de las orillas hacia el centro.
2. - La aplicación del compactador neumático, deberá ser poco a poco, sobre todo en zonas de clima cálido y alta evaporación, para permitir que el agua atrapada en todo el espesor de la mezcla asfáltica, pueda ir saliendo a la superficie y evaporarse, evitando los encarpetamientos de la mezcla, formándose costras que se rompen al continuar la compactación, dando como resultado un mal acabado de la carpeta asfáltica.
3. - Si a la hora de compactar la mezcla se presentan movimientos o desplazamientos por exceso de humedad, se deberá suspender la compactación y esperar un tiempo a que evapore un poco el agua.
4. - Se debe tener especial cuidado en que las orillas de la capa de rodamiento, alcancen la compactación optima.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPITULO IV PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS DEL CAMINO.

4.1. - ANTECEDENTES.

IMPORTANCIA DEL CAMINO.

Es la vía de enlace entre las Cabeceras Municipales de LERDO DE TEJADA y SALTABARRANCA, VER. , Municipios en los que la fuente de ingreso principal lo representa el cultivo de la caña, contándose para esto con los INGENIOS DE SAN FRANCISCO, localizado al Noreste y el de SAN PEDRO al Este de la ciudad respectivamente.

Cumple como objetivo fundamental, ser la única vía de Comunicación Pavimentada al Municipio de SALTABARRANCA, VER.

LOCALIZACIÓN DEL CAMINO.

El tramo a rehabilitar, se encuentra localizado sobre el Camino CD. LERDO DE TEJADA - SALTABARRANCA, VER. , dicho Camino, cuenta con una longitud total de 5 Kms en línea recta, de los cuales solamente están contemplados en el proyecto los primeros 1,650 Mts, que son los que corresponden al Municipio de LERDO DE TEJADA y que están en malas condiciones para transitar.

SOLICITUD DEL MUNICIPIO DE LERDO DE TEJADA A LA SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y OBRAS PUBLICAS DEL ESTADO DE VERACRUZ.

Derivado de las malas condiciones en las que se encontraba el camino "CD. LERDO DE TEJADA - INGENIO SAN PEDRO" y dada la importancia que representa este para la comunidad, las autoridades Municipales a través de su Dirección de Obras Publicas, tuvieron a bien incluir dentro de su programa de ejecución de obras anuales, la rehabilitación de dicho camino; por lo que el Municipio solicito un apoyo del 50% del costo de la obra a la dependencia correspondiente, para llevar a cabo la construcción de esta, que por el monto de su ejecución, afectaba considerablemente el presupuesto autorizado por el ramo 033, para la construcción y rehabilitación de obras Municipales.

El Municipio de Lerdo de Tejada, para tramitar el apoyo ante la Secretaría de Comunicaciones y Obras Publicas del Gobierno del Estado, para la rehabilitación del camino en cuestión, entrego una serie de requisitos solicitados por la propia Secretaria, entre los que se mencionan: el proyecto del camino, condiciones actuales, presupuesto, numero de beneficiarios, etc., los que posteriormente sirvieron para la validación del camino e integración de un expediente de obra.

SOLICITUD DE RECURSOS

Una vez cubiertos los requisitos mencionados y habiendo la Secretaria de Comunicaciones determinado la factibilidad de la ejecución de esta obra en un 50 % de participación con el Municipio, procedió a la solicitud de recursos ante la Secretaria de Finanzas y Planeación del Gobierno del Estado, quien se encarga de recibir, analizar las propuestas y autorizar los recursos para la construcción de las obras en el Estado.

Para obtener la autorización de recursos, la SEFIPLAN emitió un oficio de autorización de recursos, el cual permitió dar continuidad con el proceso para la modalidad de la adjudicación de la obra.

MODALIDAD DE ADJUDICACION

Para determinar la modalidad de adjudicación de las obras, la SECODAM a través de la Contraloría General del Estado, emitió un oficio con los montos máximos a erogar en estas, para adjudicar directamente, para hacer licitación restringida o licitación pública, tanto en obra pública como en la prestación de servicios. Con este parámetro y el monto presupuestado, se determinó la modalidad de ejecución, en este caso particular fue mediante adjudicación directa para la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas.

Una vez conocida la Empresa a la cual la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas del Estado adjudicaría la obra, se procedió a formalizar la ejecución de los trabajos, mediante un contrato de Obra Pública y una serie de requisitos que complementó la formalidad del contrato, (fianzas, estado contable auditado, acta constitutiva, análisis de precios, relación de maquinaria, experiencias en el tipo de obra en cuestión, etc.)

TIPO DE CONTRATACION

Contrato de Obra Pública con la base de Precios Unitarios por Unidad de Obra Terminada y Tiempo Determinado.

VISITA AL LUGAR DE LA OBRA:

Personal de la Dirección de Carreteras Estatales, dependiente de la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas del Estado de Veracruz, Personal de la Dirección de Obras Públicas del Municipio de Cd. Lerdo de Tejada y Personal de la Empresa Constructora a la cual se le adjudicó la obra, hicieron una visita al lugar de esta, a fin de conocerlo, y posteriormente se realizó una junta de aclaraciones, donde se determinó el procedimiento de construcción a seguir, para la rehabilitación del tramo en cuestión.

Dicho procedimiento se estableció, considerando que este camino contaba con una estructura de pavimento hasta nivel de base hidráulica impregnada, construida por el ayuntamiento del trienio anterior, la cual por las condiciones climatológicas y de tráfico, se encontraba en malas condiciones en algunas zonas, por lo que se

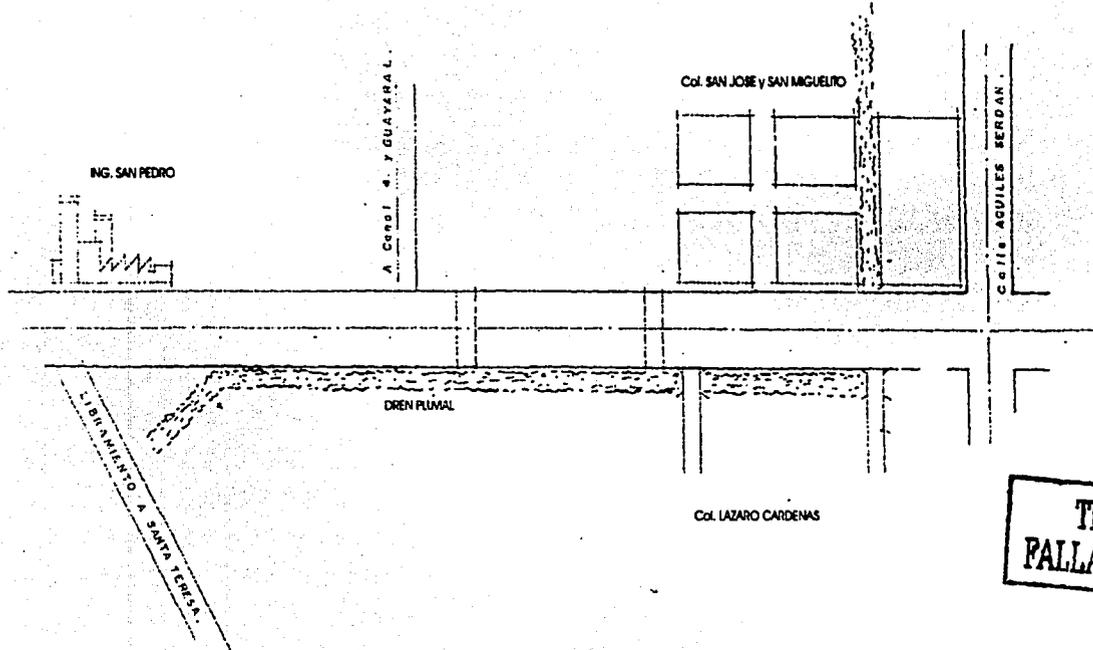
estableció rehabilitar la base hidráulica en estas zonas y posteriormente construir una carpeta asfáltica en toda la longitud del tramo a rehabilitar.

PROYECTO REHABILITACION CARPETA ASFALTICA CAMINO RURAL CD. LERDO - SAN PEDRO

LONGITUD 1650 ML.

ANCHO 10.00 ML

67

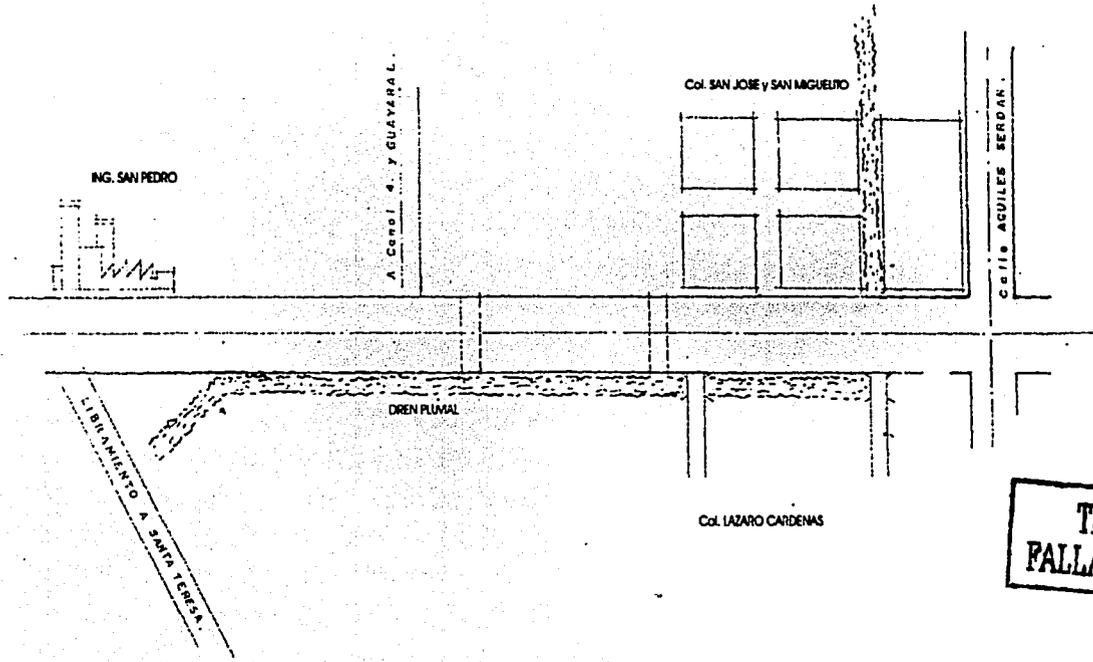


**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

PROYECTO REHABILITACION CARPETA ASFALTICA CAMINO RURAL CD. LERDO - SAN PEDRO

LONGITUD 1650 ML.

ANCHO 10.00 ML



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

4.2. - DATOS RELEVANTES DE LA OBRA

Una vez cumplidos los requisitos para la adjudicación de la obra y firmados los contratos "REHABILITACIÓN DEL CAMINO CD. LERDO, VER. AL INGENIO SAN PEDRO, VER. , con longitud de 1,650 mts y ancho promedio de 10 mts, con la Secretaria de Comunicaciones y Obras Publicas del Estado de Veracruz a través de la Dirección General de Carreteras Estatales y con el Ayuntamiento de Cd. Lerdo de Tejada, Ver., se procedió a iniciar la ejecución del programa de obra establecido, el cual quedo de la siguiente manera:

1. -Del km 0+000 al km 0+140: (frente del Ingenio San Pedro)

Reconstrucción de base hidráulica; consistente en escarificar la superficie, desechando el material contaminado con arcilla y bagazo, recargue con material para base hidráulica, mezclado, tendido, compactado e impregnado.

2. - Del km 0+740 al km 1+650:

Bacheo; consistente en abrir cajas desechando el material extraído, ligando con emulsión asfáltica y rellenando dichas cajas con mezcla asfáltica en frío elaborada en planta.

3. - Del km 0+000 al km 1+650:

Construcción de carpeta de mezcla asfáltica en frío elaborada en planta, con Emulsión Asfáltica y agregados de los bancos Tecolapan y Zinapan, de 7cm de espesor.

4. - Del km 0+000 al km 1+650:

Aplicación de riego de sello, con Emulsión Asfáltica y Agregado tipo 3A del banco nixtamalapan.

Al iniciar los procedimientos constructivos establecidos en este programa de obra, se detecto lo siguiente:

Al abrir las cajas para el bacheo en el Km 0+740 de acuerdo con lo establecido en el programa de trabajo, se detecto que la estructura del pavimento estaba constituida por una capa de material de banco con graduación aproximada de 3/4" a finos, con buena compactación, pero con espesor pequeño, fuera de especificaciones, construida directamente sobre el terreno natural, sin contar con capa subrasante, es decir, era una pequeña capa hidráulica construida sobre el terreno natural, sobre la cual se realizaron riegos de impregnación y sello.

Ante esta situación, se tomo la determinación en coordinación con la Secretaria de Comunicaciones y Obras Publicas del Estado, a través de su Residente de Obra y de la Dirección de Obras Publicas del Municipio de Lerdo de Tejada, de hacer un recorrido minucioso del tramo y efectuar sondeos a cielo abierto a lo largo del mismo, a fin determinar la constitución de la estructura del pavimento, encontrándose lo siguiente:

Km 0+000 al Km 0+140: (frente del ingenio san pedro):

Superficie de rodamiento suelta (riego de impregnación y sello perdidos), contaminada con arcilla y bagazo de caña, espesores de pavimento y ancho de superficie de rodamiento indeterminados, trafico intenso y pesado de carretas y camiones cargados de caña.

Km 0+140 al Km 0+300:

Ancho de superficie de rodamiento = 10 mts.
Espesor de pavimento sobre terreno natural = 12 cm.
Escaso numero de Baches.

Km 0+300 al Km 0+500:

Ancho de superficie de rodamiento = 10 mts.
Espesor de pavimento sobre terreno natural = 12 cm.
Escaso numero de Baches.

Km 0+500 al Km 0+700:

Ancho de superficie de rodamiento = 10 mts.
Espesor de pavimento sobre terreno natural = 12 a 15 cm.
Escaso numero de Baches.

Km 0 +740 al Km 1+340:

Ancho de superficie de rodamiento = 10 mts.
Espesor de pavimento sobre terreno natural = 5 a 10 cm.
Gran numero de baches y grietas en forma de piel de cocodrilo en piezas pequeñas, sobre la superficie de rodamiento.

Km 1+340 al Km 1+600:

Ancho de superficie de rodamiento = 10 mts.
Espesor de pavimento sobre terreno natural = 5 a 8 cm.
Gran numero de baches y Agrietamiento longitudinal en el pavimento.

Km 1+600 al Km 1+650:

Ancho de superficie de rodamiento = 10 mts.
Espesor de pavimento sobre terreno natural = 0 a 5 cm.

Zona de baches.

TIPOS DE FALLAS QUE PRESENTABA EL CAMINO SOBRE LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO.

A). - Baches y grietas en forma de piel de cocodrilo en piezas pequeñas, sobre la superficie de rodamiento en las estaciones 0+740 a 1+340.

Causa probable: falta de soporte de las capas inferiores del pavimento y escaso espesor de pavimento.

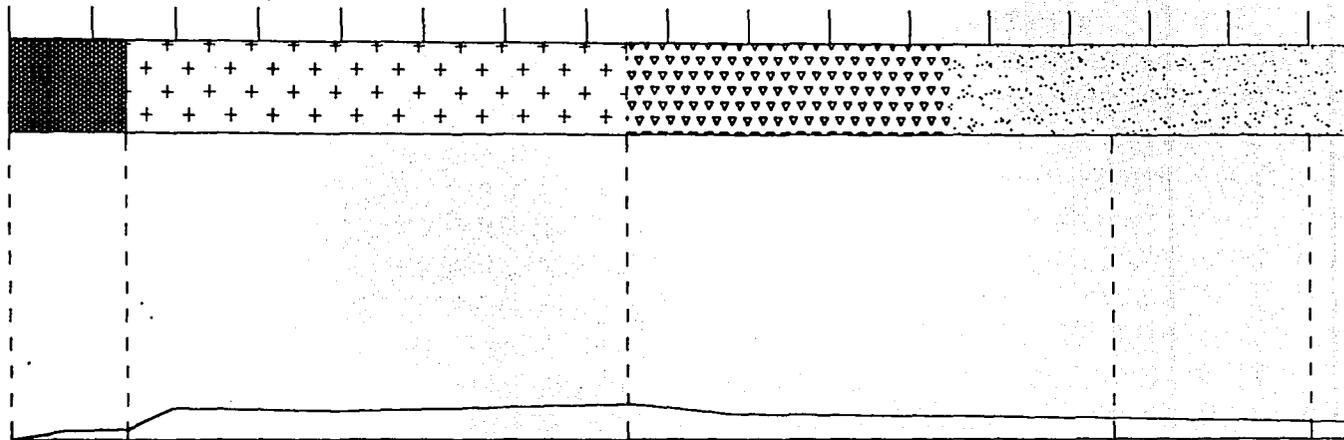
B). - Agrietamiento longitudinal en el pavimento en las estaciones 1+340 a 1+600.

Causa probable: espesor de pavimento insuficiente para las condiciones del material de las terracerías.

4.2.1. - CONDICIONES EN QUE SE ENCONTRABA EL CAMINO.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

KM 0 + 000 0 + 100 0 + 200 0 + 300 0 + 400 0 + 500 0 + 600 0 + 700 0 + 800 0 + 900 1 + 000 1 + 100 1 + 200 1 + 300 1 + 400 1 + 500 1 + 600 1 + 630



ESPEORES
INDETERMINADOS

ESPEORES ENTRE 12 Y 15 CM

ESPEORES ENTRE 5 Y 10 CM

ESPEORES
ENTRE 5 Y 8
CM

ESPEORES
ENTRE 5 Y
0 CM

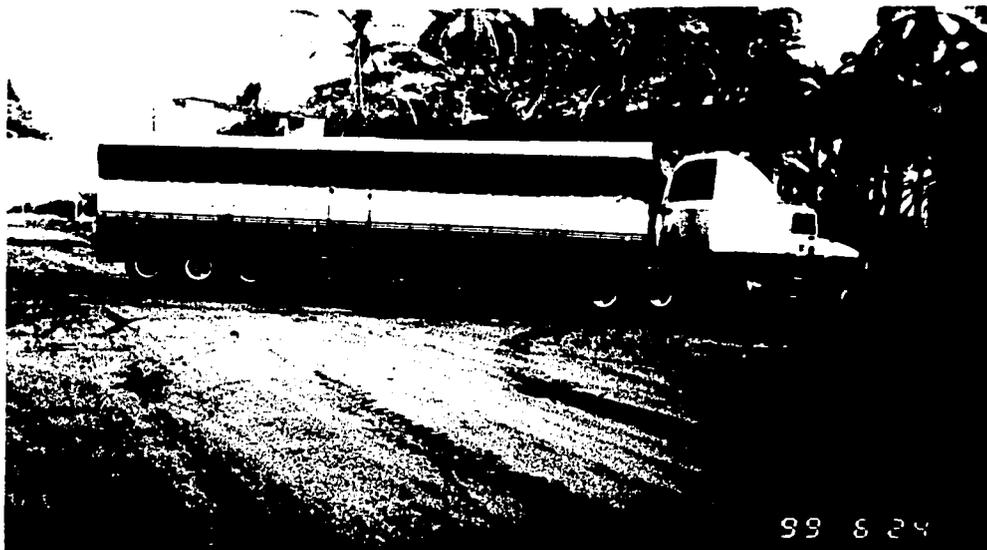
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



KM 0 + 000 AL KM 0 + 140 (FRENTE AL INGENIO SAN PEDRO)



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



KM 0 + 000 AL KM 0 + 140 (FRENTE AL INGENIO SAN PEDRO)



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



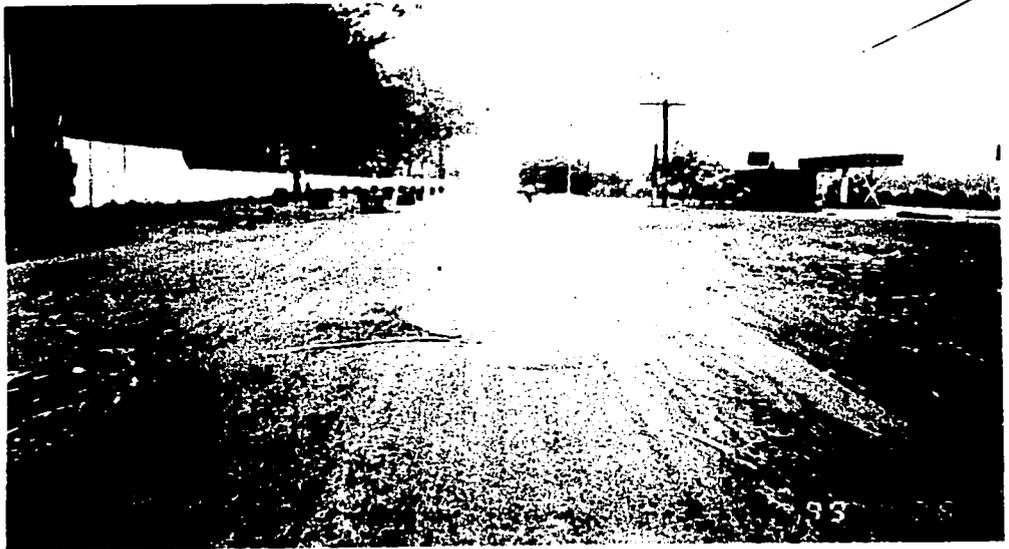
KM 0 + 140 AL KM 0 + 300



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



KM 0 + 140 AL KM 0 + 300



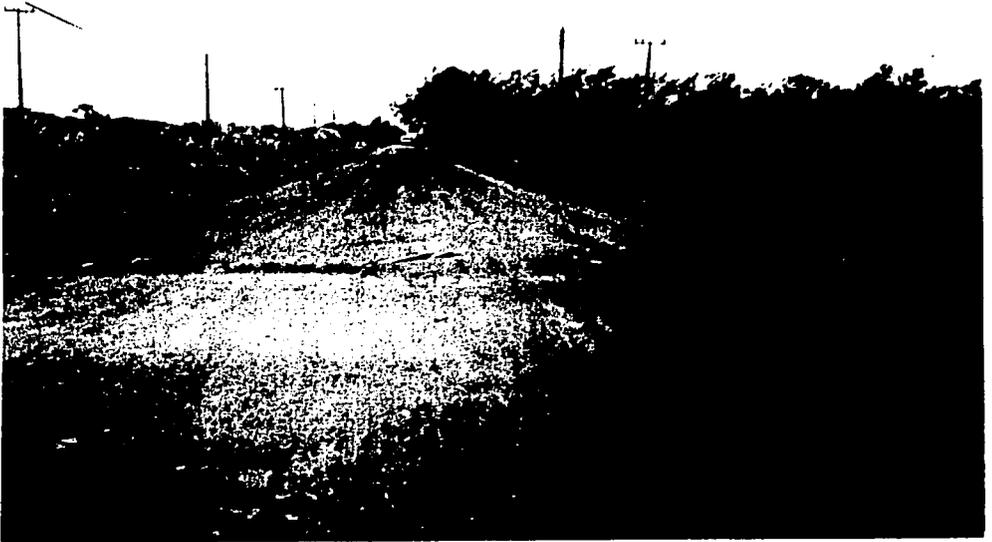
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



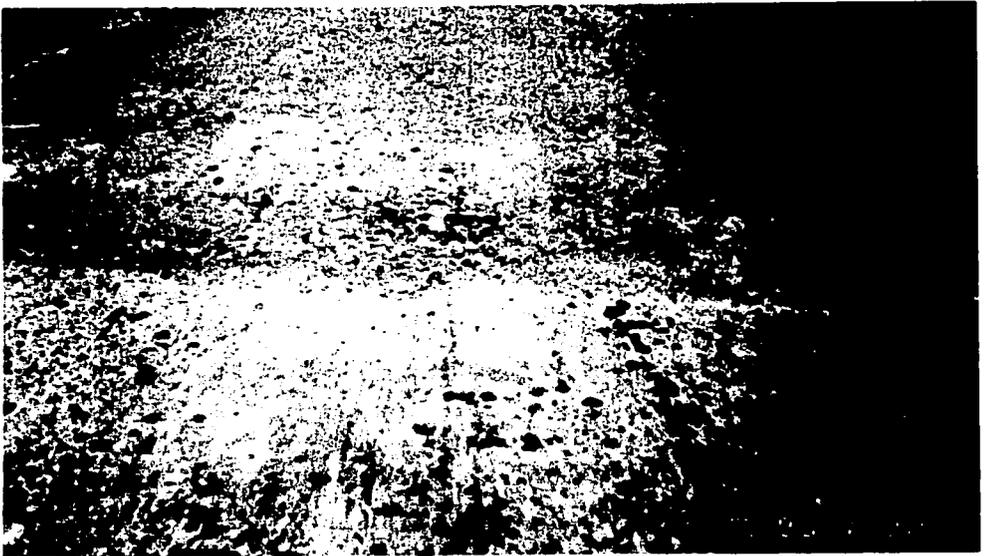
KM 0 + 300 AL KM 0 + 500



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



KM 0 + 300 AL KM 0 + 500



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



KM 0 + 500 AL KM 0 + 700



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON FALLA
DE ORIGEN



KM 0 + 500 AL KM 0 + 700



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



KM 0 + 740 AL KM 1 + 340



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



KM 1 + 340 AL KM 1 + 600



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



KM 1 + 340 AL KM 1 + 600



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



KM 1 + 600 AL KM 1 + 650



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4.3 - PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

Con estos resultados obtenidos de los sondeos realizados, se reunieron nuevamente las Autoridades Estatales, Municipales y personal de la Empresa con su laboratorio de control de calidad, a fin de estudiar detalladamente las condiciones estructurales del pavimento existente, pudiéndose constatar, que el camino no presentaba una estructura adecuada de pavimento, que en realidad lo que se estaba considerando como tal, era una capa de material de banco impregnada y sellada, construida sobre el terreno natural, con espesores muy escasos y variables, inapropiada para las condiciones del material de cimentación y las cargas del tránsito a que estaba sujeto el camino. Considerando lo anterior, se determino que la rehabilitación de este camino, requería de un diseño apropiado y la construcción de un nuevo pavimento.

Considerando por una parte la escasa disponibilidad de recursos para llevar a cabo esta obra y por otra, la necesidad de construirla con la calidad necesaria para cumplir con los requerimientos de esta importante vía, las Autoridades Estatales y Municipales responsables de este proyecto, determinaron que la manera más económica y eficaz para llevar a cabo la rehabilitación del camino era emplear el siguiente procedimiento constructivo:

1. - Utilizar la capa de Agregado del Pavimento existente como Base Hidráulica.
Escarificar los tramos muy deteriorados, a fin de reconstruir dicha Base Hidráulica en un ancho promedio de 9mts.
2. - Aplicar un Riego de Impregnación, a razón de 1.5 lts por m^2 , con Emulsión Asfáltica para Impregnación sobre los tramos de Base Hidráulica reconstruida.
3. - Realizar un Bacheo general a todas las zonas deterioradas, utilizando Mezcla Asfáltica en Frío elaborada en Planta.
4. - Aplicar un Riego de Liga a razón de 1.0 lt por m^2 , con Emulsión Asfáltica de Rompimiento Rápido sobre la Base Hidráulica.
5. - Construir sobre la Base Hidráulica, una Capa Reniveladora con Mezcla Asfáltica en Frío elaborada en

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Planta, con emulsión asfáltica de rompimiento lento y agregados de los bancos tecolapan y zinapan, de 5cm de espesor y 9mts de ancho.

6. - Aplicar un Riego de Liga a razón de 1.0 lt por m^2 , con Emulsión Asfáltica de Rompimiento Rápido sobre la Capa Reniveladora.

7. - Construir sobre la Capa Reniveladora, una Carpeta de Mezcla Asfáltica en Frío elaborada en Planta, con emulsión asfáltica de rompimiento lento y agregados de los bancos tecolapan y zinapan, de 10cm de espesor y un ancho de corona de 8mts.

8. - Aplicación de Riego de Sello sobre la Carpeta Asfáltica, a razón de 12 lts por m^2 de agregado pétreo tipo 3A del banco nixtamalapan y 1.3 Lts por m^2 con Emulsión Asfáltica de Rompimiento Rápido.

4.3.1. - DESCRIPCIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS**RECONSTRUCCIÓN DE LA BASE HIDRÁULICA.**

Para llevar a cabo la Reconstrucción de la Base hidráulica, se procedió de la siguiente manera:

1. - La Motoconformadora, mediante el Riper, Escarifico las zonas más deterioradas del Camino.
2. - El material producto de la Escarificación, se desecho con la ayuda de la Motoconformadora, de un payloder y camiones de volteo.
3. - Las superficies descubiertas por la Escarificación, se humedecieron con la pipa de agua, para posteriormente ser Compactadas mediante un rodillo liso vibrocompactador.
4. - Mediante camiones de volteo, se Acarreo material del banco tecolapan, para la Reconstrucción de la Base Hidráulica en las zonas escarificadas, el cual fue acamellonado con la motoconformadora.
5. - Mediante la Pipa de Agua, se humedeció el Material para Base Hidráulica Acamellonado y con La Motoconformadora, se mezclo para homogeneizar la humedad de tendido y se extendió para la formación de la Base Hidráulica.
6. - Una vez extendido el Material para la Base Hidráulica y afinada la superficie de esta, se procedió a humedecerla mediante la Pipa de Agua y a Compactarla mediante el Rodillo Liso Vibrocompactador, para darle la Compactación de Proyecto.
7. - Por ultimo, se procedió mediante la pipa de agua a humedecer ligeramente la superficie de la base hidráulica y a barrerla mediante barredora mecánica remolcable y enseguida se aplico mediante una Petrolizadora, un Riego de Impregnación con Emulsión Asfáltica para Impregnación a razón de 1.5 Lts por m², para así tener la Base Hidráulica terminada.

BACHEO.

Es el conjunto de labores requeridas, para reponer una porción de la superficie de rodamiento que ha sido destruida y/o removida por el tránsito.

Para realizar el bacheo en todas las zonas deterioradas del camino, que prácticamente eran desde la estación 0+140 hasta la estación 1+650, se estableció el siguiente procedimiento de bacheo con maquinaria y gente;

1. - El personal encargado del bacheo, iba abriendo las cajas con picos y barretas.
2. - Inmediatamente, se procedió a limpiar las cajas con cepillos y a humedecerlas.
3. - Una vez humedecidas las cajas, se les aplico un riego de liga con emulsión asfáltica de rompimiento rápido a razón de 1.0 lts por m², mediante el bacheador de la petrolizadora.
4. - ya ligadas, se rellenaron con mezcla asfáltica en frío elaborada en planta.
5. - Por ultimo, la mezcla de relleno se compacto con pisones por el personal de bacheo y con el rodillo liso vibrocompactador.

CAPA DE RENIVELACION.

La renivelacion es el conjunto de labores requeridas para reponer una superficie uniforme, que ha sufrido alguna deformación o desplazamiento en su nivel original.

Una vez reconstruida y bacheada la base hidráulica, se realizo la construcción de la capa reniveladora, de 5cm de espesor, la cual se construyo con mezcla asfáltica en frío elaborada en planta, constituida por una combinación de grava del banco tecolapan y arena del banco zinapan y como ligante, emulsión asfáltica de rompimiento lento.

El procedimiento para la construcción de dicha capa fue el siguiente:

1. - Se procedió a barrer la superficie de la base hidráulica, con barredora mecánica remolcable.

2. - Una vez elaborada la mezcla asfáltica en frío en planta, el cargador frontal procedió a cargar los camiones de volteo, los cuales acarrearón la mezcla asfáltica y la depositaron sobre la base hidráulica.

3. - La motoconformadora acamellono sobre la base hidráulica, la mezcla asfáltica.

4. - Se aplicó mediante la petrolizadora, sobre la superficie de la base hidráulica que va a ser cubierta por la capa de nivelación y que debe estar recién barrida, un riego de liga con emulsión asfáltica de rompimiento rápido, a razón de 1.0 lts por m².

5. - Ya ligada la superficie de la base hidráulica que va a ser cubierta por la nivelación, la motoconformadora extiende y afina la mezcla asfáltica, dando el espesor necesario para que al compactarse, se obtenga el espesor de proyecto.

6. - Una vez tendida y afinada la mezcla asfáltica, se inicia la compactación de la capa niveladora mediante el rodillo liso vibrocompactador en estático, dando una o dos pasadas como máximo de las orillas hacia el centro, para armar la capa de mezcla (dar del 60 al 70 % de la compactación de proyecto) y después se continúa con el compactador de neumáticos hasta alcanzar la compactación de proyecto.

CARPETA ASFALTICA.

La carpeta asfáltica es una capa que generalmente se coloca sobre la base hidráulica (en nuestro caso se colocó sobre la capa niveladora), constituida por un agregado y un producto asfáltico, la cual tiene la función de proporcionar una superficie de rodamiento estable, prácticamente impermeable, uniforme y de textura apropiada.

Una vez construida la capa niveladora, se procedió a la construcción de la carpeta asfáltica de 10 cms de espesor, con mezcla asfáltica en frío elaborada en planta, constituida también por una combinación de grava del banco tecolapan y arena del banco zinapan y como ligante, emulsión asfáltica de rompimiento lento.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El procedimiento para la construcción de esta carpeta fue el siguiente:

1. - Se procedió a barrer la superficie de la capa reniveladora, con barredora mecánica remolcable.
2. - Una vez elaborada la mezcla asfáltica en frío en planta, el cargador frontal procedió a cargar los camiones de volteo, los cuales acarrearón la mezcla asfáltica y la depositaron sobre la capa reniveladora.
3. - La motoconformadora acamellono sobre la capa reniveladora, la mezcla asfáltica.
4. - Se aplico mediante la petrolizadora, sobre la superficie de la capa reniveladora que va a ser cubierta por la carpeta asfáltica y que debe estar recién barrida, un riego de liga con emulsión asfáltica de rompimiento rápido, a razón de 1.0 lts por m².
5. - Ya ligada la superficie de la capa reniveladora que va a ser cubierta por la carpeta asfáltica, la motoconformadora extiende y afina la mezcla asfáltica, dando el espesor necesario para que al compactarse, se obtenga el espesor de proyecto en la carpeta asfáltica.
6. - Una vez tendida y afinada la mezcla asfáltica, se inicia la compactación de la carpeta asfáltica mediante el rodillo liso vibrocompactador en estático, dando una o dos pasadas como máximo de las orillas hacia el centro, para armar la capa de mezcla (dar del 60 al 70 % de la compactación de proyecto) y después se continua con el compactador de neumáticos hasta alcanzar la compactación de proyecto.

RIEGO DE SELLO.

El riego de sello es un tratamiento superficial, el cual proporciona entre otras cosas, una superficie de desgaste antideslizante e impermeable.

El procedimiento que se realizo para la aplicación del riego de sello fue:

1. - Se barrió y se limpio perfectamente con barredora mecánica remolcable y personal de limpieza, la superficie de la carpeta asfáltica.

2. -mediante la petrolizadora, se aplico un riego de liga con emulsión asfáltica de rompimiento rápido, a razón de 1.3 lts por m², sobre la superficie a cubrir por el agregado.

3. - inmediatamente y lo mas pegado posible al riego de liga, se procedió mediante los camiones de volteo equipados con sus tapas esparcidoras, al riego del agregado para sello tipo 3A, a razón de 12 lts por m².

4. - Así mismo, se procedió a la compactación del riego de sello, mediante el compactador neumático.

Es conveniente que un día antes de la aplicación del riego de sello, mediante la pipa de agua se lave el agregado, lo que permite que se aplique limpio y húmedo, lo cual mejora considerablemente la adherencia con el ligante asfáltico.

La aplicación del riego de sello se debe llevar a cabo en sistema continuo, es decir, después de la limpieza de la superficie por sellar, viene la petrolizadora aplicando el riego de liga, e inmediatamente lo mas pegado posible al riego de liga, viene el camión de volteo regando el agregado para sello e inmediatamente lo mas pegado posible al riego del agregado para sello, viene el equipo de compactación.

CATALOGO DE CONCEPTOS CON SUS RESPECTIVOS PRECIOS UNITARIOS

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

92

C O N C E P T O	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	IMPORTE
OPERACIÓN DE ESCARIFICADO, MEZCLADO, ACAMELLONADO TENDIDO Y COMPACTADO AL 95 % DEL P.V.M. EN LA RECONSTRUCCION DE LA BASE HIDRAULICA, DESECHANDO EL MATERIAL ESCARIFICADO Y AÑADIENDO UN MATERIAL PETREO NUEVO.	M3	330.00	42.14	\$ 13,906.20
APLICACIÓN DE RIEGO DE IMPREGNACION SOBRE LA BASE HIDRAULICA RECONSTRUIDA A RAZON DE 1.5 LTS POR M2 DE EMULSION ASFALTICA PARA IMPREGNACION.	LT	3,900.00	4.13	\$ 16,107.00
BACHEO DE LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO, ABRIENDO CAJAS Y RELLENANDO CON MEZCLA ASFALTICA	M3	82.00	1,400.00	\$ 114,800.00
APLICACIÓN DE RIEGO DE LIGA SOBRE LA BASE HIDRAULICA Y SOBRE LA RENIVELACION, PARA RECIBIR LA CAPA DE RENIVELACION Y LA CARPETA ASFALTICA RESPECTIVAMENTE, A RAZON DE 1.0 LT POR M2 DE EMULSION ASFALTICA DE ROMP. RAPIDO.	LT	28,000.00	3.27	\$ 91,560.00
CAPA DE RENIVELACION DE MEZCLA ASFALTICA EN FRIO, ELABORADA EN PLANTA CON EMULSION ASFALTICA DE ROMP. LENTO Y AGREGADOS DE LOS BANCOS TECOLAPAN Y ZINAPAN, DE 5 CMS DE ESPESOR, POR 9 MTS DE ANCHO Y 1,650 M.L., COMPACTADA AL 95 % DEL P.V.M.	M3	970.00	360.00	\$ 349,200.00
CARPETA DE MEZCLA ASFALTICA EN FRIO, ELABORADA EN PLANTA CON EMULSION ASFALTICA DE ROMP. LENTO Y AGREGADOS DE LOS BANCOS TECOLAPAN Y ZINAPAN, DE 10 CMS DE ESPESOR, 8 MTS DE ANCHO Y 1,650 M.L., COMPACTADA AL 95 % DEL P.V.M.	M3	1,716.00	360.00	\$ 617,760.00
APLICACIÓN DE RIEGO DE SELLO CON MATERIAL PETREO 3A DEL BANCO NIXTAMALAPAN Y EMULSION ASFALTICA DE ROMP. RAPIDO A RAZON DE 12 LTS POR M2 Y 1.3 LTS POR M2, RESPECTIVAMENTE.	M3	160.00	1,300.00	\$ 208,000.00
			SUBTOTAL	\$ 1,411,333.20
			I.V.A.	\$ 211,699.98
			TOTAL	\$ 1,623,033.18

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

P R O G R A M A D E O B R A

93

C O N C E P T O	UNIDAD	A	B	R	I	L	M	A	Y	O	J	U	N	I	O	
RECONSTRUCCION DE BASE HIDRAULICA	M3	█														
RIEGO DE IMPREGNACION SOBRE BASE HIDRAULICA	LT	█														
BACHEO DE LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO	M3	█	█													
RIEGO DE LIGA PARA CAPA DE RENIVELACION	LT			█	█											
CAPA DE RENIVELACION DE MEZCLA ASFALTICA	M3			█	█											
RIEGO DE LIGA PARA CARPETA ASFALTICA	LT						█	█	█							
CARPETA DE MEZCLA ASFALTICA	M3						█	█	█							
RIEGO DE SELLO	M3												█	█		

CAPITULO V
REPORTE FOTOGRAFICO DEL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

1.- RECONSTRUCCIÓN DE BASE HIDRÁULICA

- A).- Zona Uno.-Comprendida entre las estaciones 0+000-0+140 (Frente al Ingenio San Pedro), con ancho de 9mts y espesor de 13cm.
- B).- Zona Dos.-Comprendida entre las estaciones 0+740-0+900, con ancho de 4.9mts y espesor de 7cm.
- C).- Zona Tres.-Comprendida entre las estaciones 0+920-0+960, con ancho de 8mts y espesor de 7cm.
- D).- Zona Cuatro.-Comprendida entre las estaciones 0+980-1+100, con ancho de 8mts y espesor de 7cm.

2.- BACHEO

3.- CAPA DE RENIVELACION

4.- CARPETA ASFÁLTICA

5.- RIEGO DE SELLO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

RECONSTRUCCIÓN DE BASE HIDRÁULICA

A) Zona uno.- Comprendida entre las estaciones 0 + 000 - 0 + 140 (frente al Ingenio San Pedro), con ancho de 9 mts y espesor de 13 cms.



RECONSTRUCCIÓN DE BASE HIDRÁULICA FRENTE AL INGENIO SAN PEDRO.



MOTOCONFORMADORA ESCARIFICANDO SUPERFICIE DE RODAMIENTO PARA REALIZAR LA RECONSTRUCCIÓN DE LA BASE FRENTE AL INGENIO SAN PEDRO.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



PIPA DE AGUA HUMEDECIENDO SUPERFICIE DESCUBIERTA, PRODUCTO DE LA ESCARIFICACIÓN, PARA RECIBIR SU COMPACTACION.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



MOTOCONFORMADORA EXTENDIENDO Y AFINANDO EL MATERIAL DE RECARGUE EN LA ZONA ESCARIFICADA FRENTE AL INGENIO SAN PEDRO.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



COMPACTACION DE BASE UNA VEZ INCORPORADO EL MATERIAL DE RECARGUE.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



PETROLIZADORA APLICANDO RIEGO DE IMPREGNACIÓN A BASE TERMINADA.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

RECONSTRUCCIÓN DE BASE HIDRÁULICA

B) Zona dos.- Comprendida entre las estaciones 0+740 - 0+900, con ancho de 4.9 mts y espesor de 7 cms.



MOTOCONFORMADORA ESCARIFICANDO SUPERFICIE.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



PIPA DE AGUA HUMEDECIENDO SUPERFICIE DESCUBIERTA PRODUCTO DE LA ESCARIFICACIÓN.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



SUPERFICIE HUMEDA Y LISTA PARA RECIBIR COMPACTACION.



MOTOCONFORMADORA EXTENDIENDO Y AFINANDO MATERIAL DE RECARGUE PARA LA FORMACIÓN DE BASE.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



MOTOCONFORMADORA EXTENDIENDO Y AFINANDO MATERIAL DE RECARGUE PARA LA FORMACIÓN DE BASE.



COMPACTACION DE BASE.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



BASE TERMINADA Y LISTA PARA RECIBIR RIEGO DE IMPREGNACIÓN.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

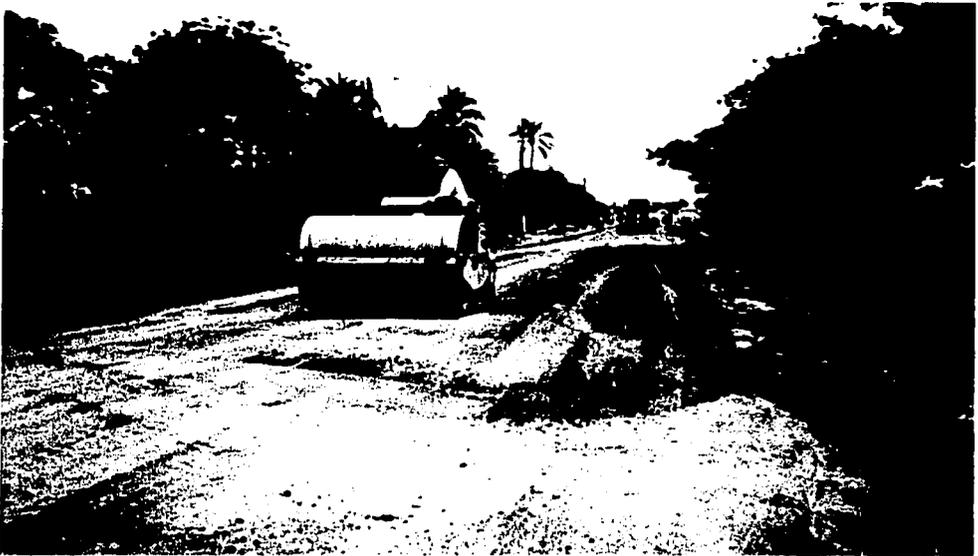
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

RECONSTRUCCIÓN DE BASE HIDRAULICA

C) Zona tres.- Comprendida entre las estaciones 0+920 -
0+960, con un ancho de 8 mts y espesor de 7 cms.



MOTOCONFORMADORA ESCARIFICANDO LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO PARA RECONSTRUIR LA BASE.



COMPACTACION DE BASE YA INCORPORADO EL MATERIAL DE RECARGUE.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

RECONSTRUCCIÓN DE BASE HIDRÁULICA

D) Zona cuatro.- Comprendida entre las estaciones 0+980 - 1+000, con ancho de 8 mts y espesor de 7 cms.

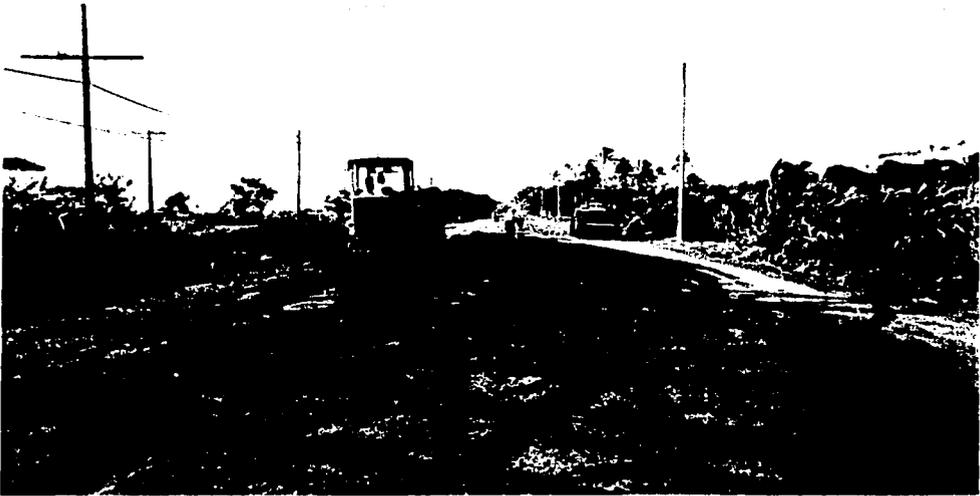


MOTOCONFORMADORA ESCARIFICANDO SUPERFICIE DE RODAMIENTO Y RETIRANDO DEL CAMINO MATERIAL DISGREGADO.



PERSONAL LIMPIANDO, MOJANDO E IMPREGNANDO SUPERFICIE DESCUBIERTA, PRODUCTO DE LA ESCARIFICACIÓN.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



MOTOCONFORMADORA TENDIENDO MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO (MATERIAL DE RECARGUE) EN ZONA ESCARIFICADA Y EQUIPO DE COMPACTACION LISTO PARA COMPACTAR LA BASE.



BASE COMPACTADA Y TERMINADA.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

BACHEO

Comprendido entre las estaciones 0+140 - 1+650,
prácticamente se realizó a todo lo largo del camino.



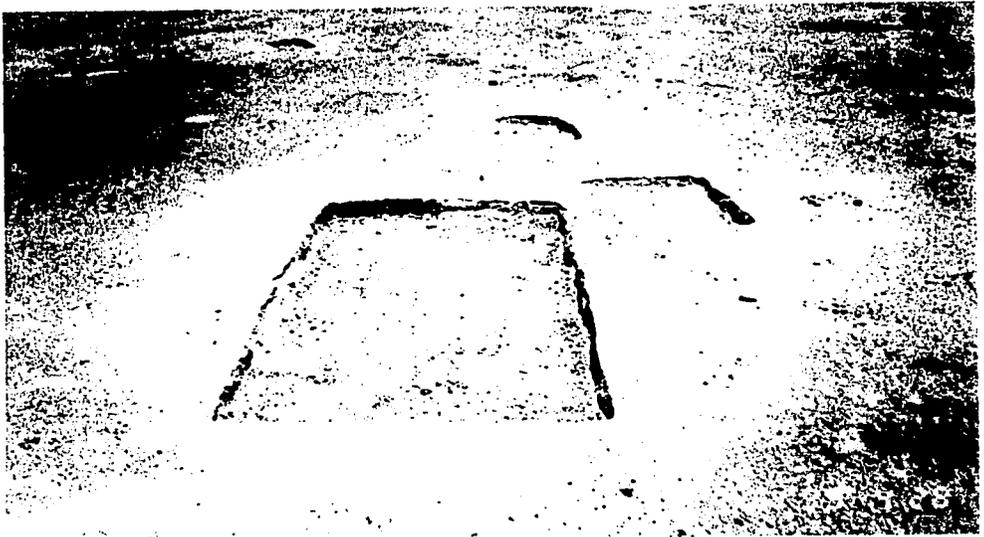
PERSONAL FORMANDO CAJAS CON PICOS Y BARRETAS.



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



LIMPIEZA DE CAJAS CON CEPILLOS.



CAJAS FORMADAS Y LIMPIAS.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



PERSONAL MOJANDO Y LIGANDO LAS CAJAS PARA RECIBIR MATERIAL DE RECARGUE.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

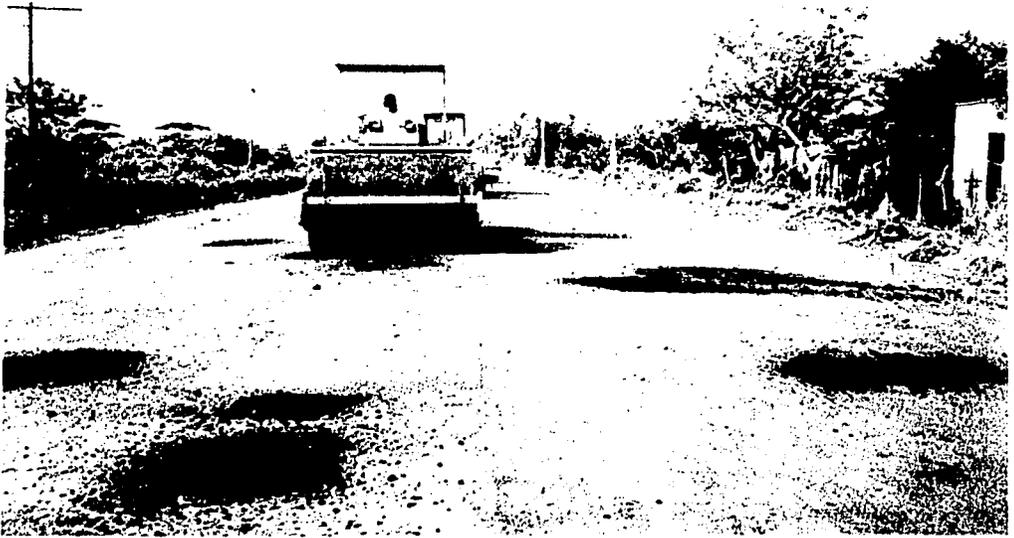


RIEGO DE LIGA MEDIANTE EL BACHEADOR PARA RECIBIR MATERIAL DE RECARGUE.



CAJA CUBIERTA CON MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO (MATERIAL DE RECARGUE) .

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



COMPACTACION DE CAJAS.



BACHES REPARADOS.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

CAPA DE RENIVELACION

Elaborada con mezcla asfáltica en frío en planta, espesor de 5 cms y ancho de 9 mts.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



ELABORACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO CON PLANTA, PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA CAPA DE RENIVELACION.



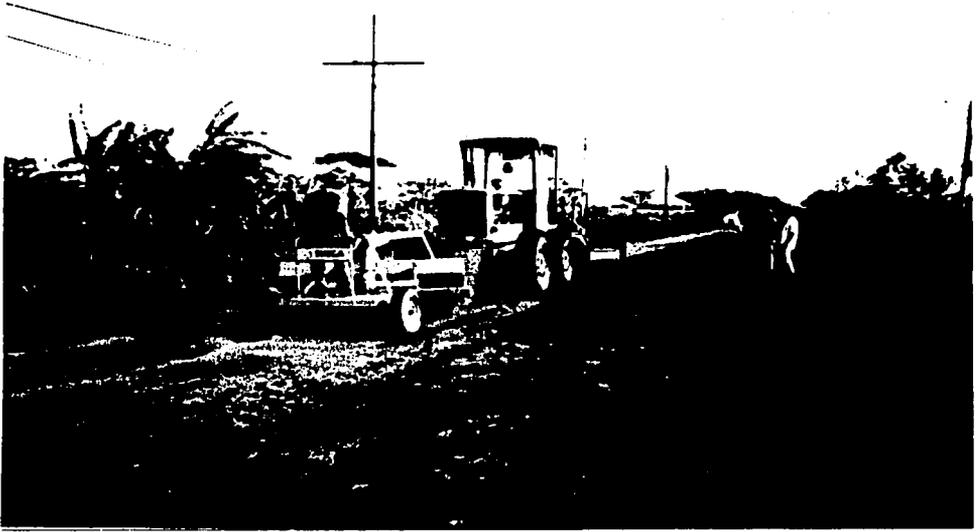
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



BARRIDO DE SUPERFICIE POR TRATAR EN DIFERENTES ZONAS DEL CAMINO.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



BARRIDO DE SEUPERFICIE PARA RECIBIR RIEGO DE LIGA E INCORPORAR LA MEZCLA ACAMELLONADA.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



BARRIDO DE SUPERFICIE POR TRATAR.



BARRIDO DE SUPERFICIE PARA RECIBIR RIEGO DE LIGA E
INCORPORAR LA MEZCLA ACAMELLONADA.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



RIEGO DE LIGA SOBRE SUPERFICIE PREVIAMENTE BARRIDA.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



TENDIDO Y AFINADO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO PARA LA FORMACIÓN DE LA CAPA DE RENIVELACION.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



TENDIDO Y AFINADO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO, PARA LA FORMACIÓN DE LA CAPA DE RENIVELACION.



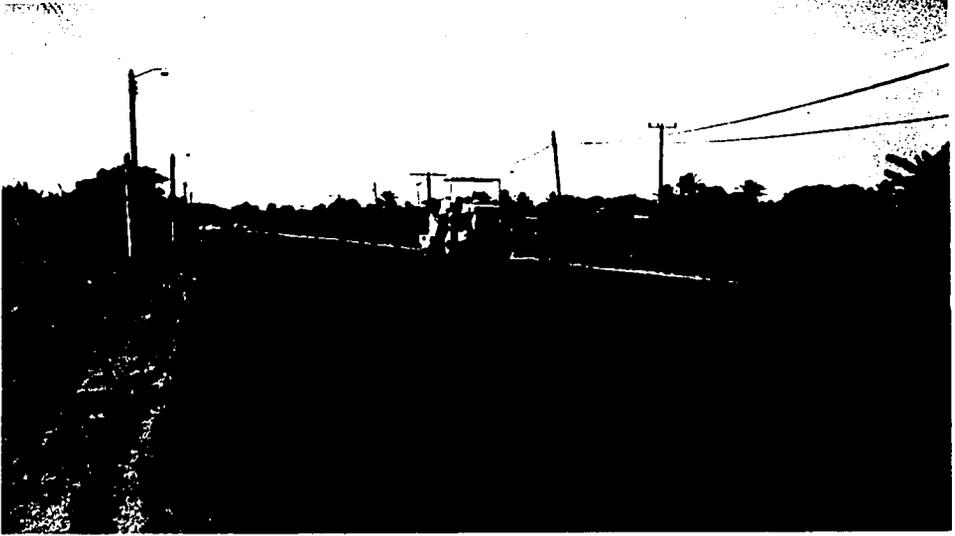
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



COMPACTACION DE LA CAPA DE RENIVELACION.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



COMPACTACION DE LA CAPA DE RENIVELACION.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



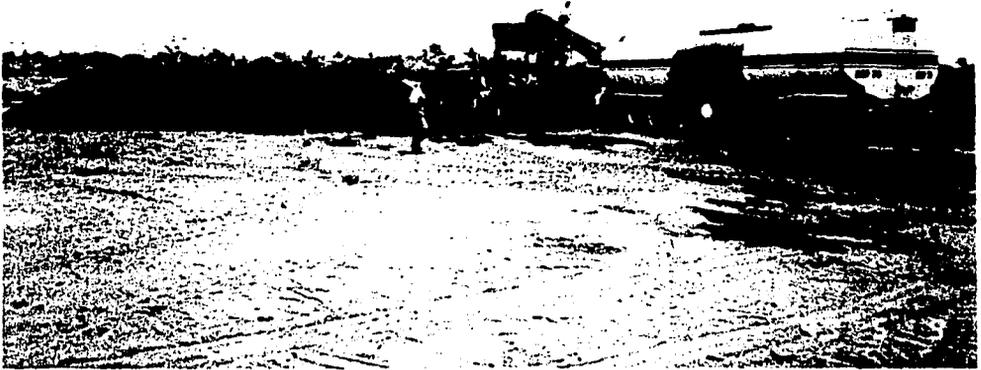
CAPA DE RENIVELACION TERMINADA.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CARPETA ASFALTICA

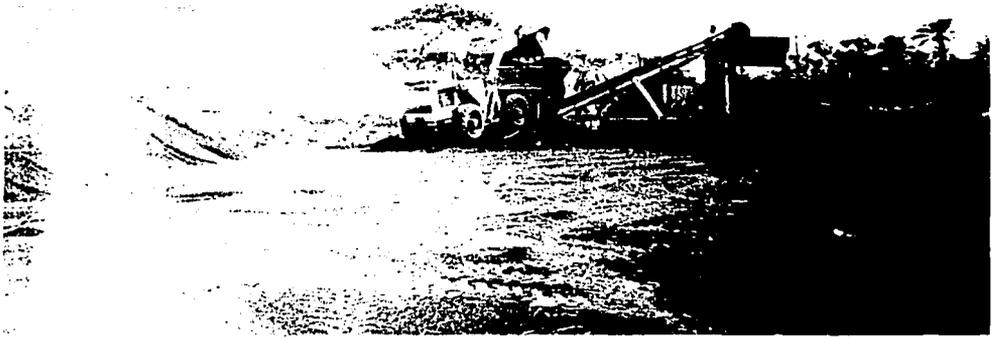
Elaborada con mezcla asfáltica en frío en planta, espesor de 10 cm y ancho de corona de 8 mts.



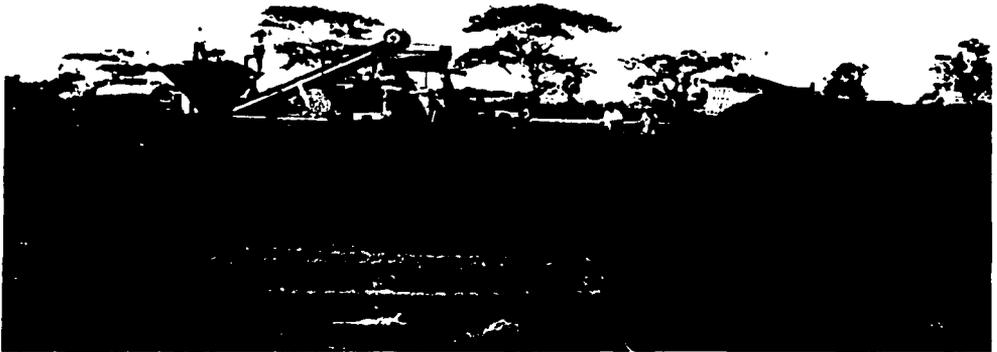
ELABORACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO CON PLANTA, PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA (SUPERFICIE DE RODAMIENTO).



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



ELABORACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO CON PLANTA, PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA (SUPERFICIE DE RODAMIENTO).



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



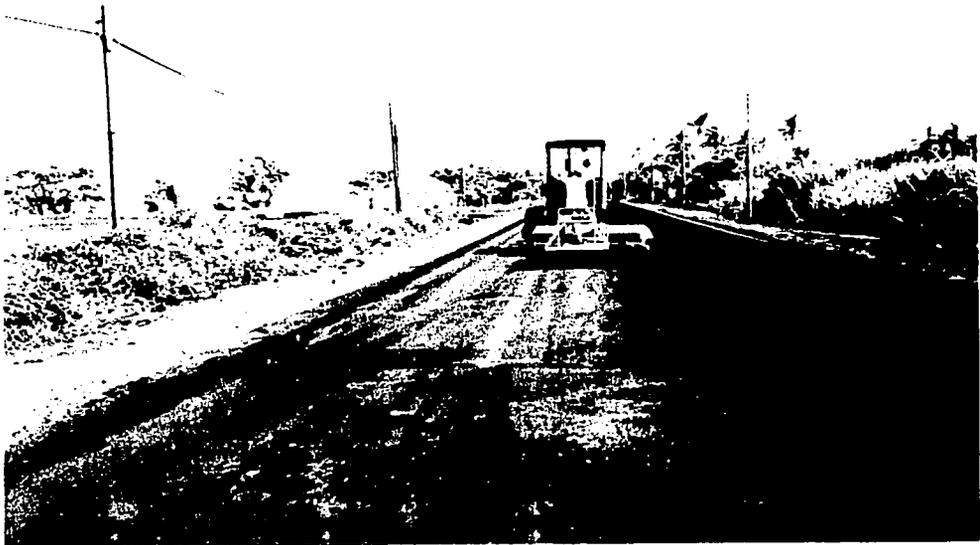
ACARREO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO Y DEPOSITADA SOBRE EL CAMINO PARA LA FORMACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



BARRIDO DE SUPERFICIE POR ENCARPETAR.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



RIEGO DE LIGA SOBRE SUPERFICIE PREVIAMENTE BARRIDA.



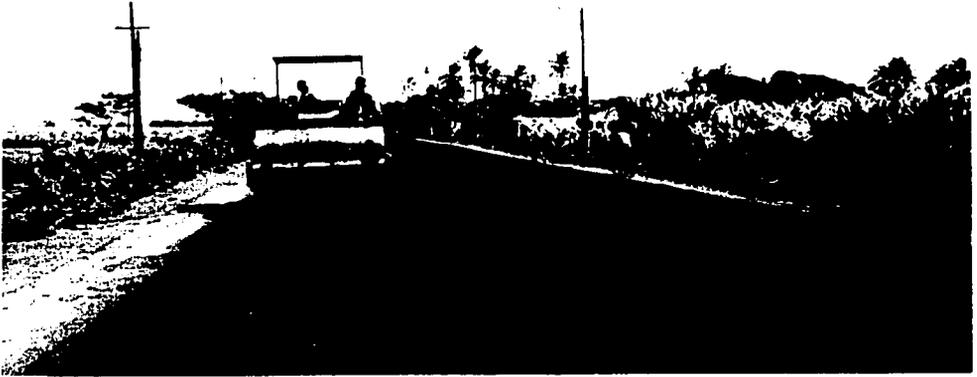
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



TENDIDO Y AFINADO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO, PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA (SUPERFICIE DE RODAMIENTO).



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



COMPACTACION DE LA CARPETA ASFÁLTICA.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



CARPETA ASFÁLTICA (SUPERFICIE DE RODAMIENTO) TERMINADA.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

RIEGO DE SELLO

Con agregado pétreo tipo 3-A del banco Nixtamalapan.



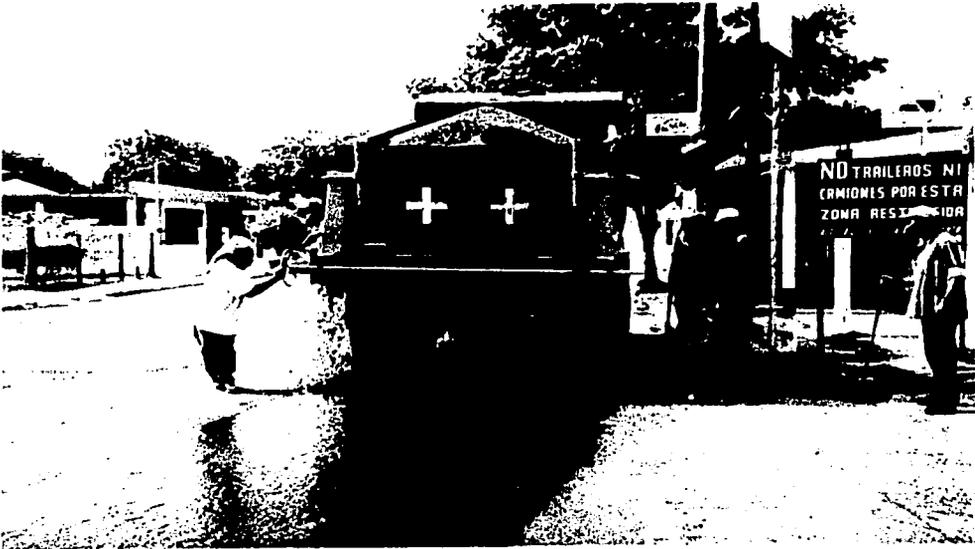
BARRIDO DE SUPERFICIE POR SELLAR.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



APLICACIÓN DE RIEGO DE LIGA PARA SELLO.



APLICACIÓN DEL MATERIAL PETREO PARA SELLO.

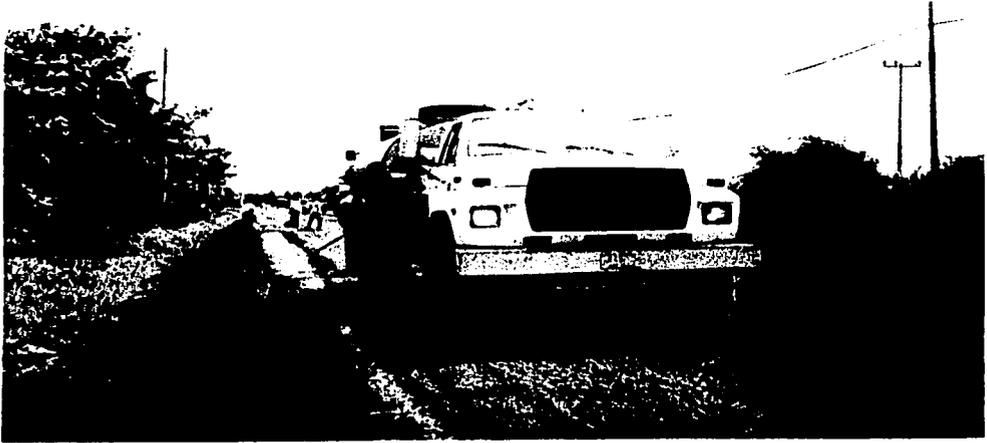
**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



RIEGO DE SELLO SOBRE CARPETA ASFÁLTICA (SUPERFICIE DE RODAMIENTO) .



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

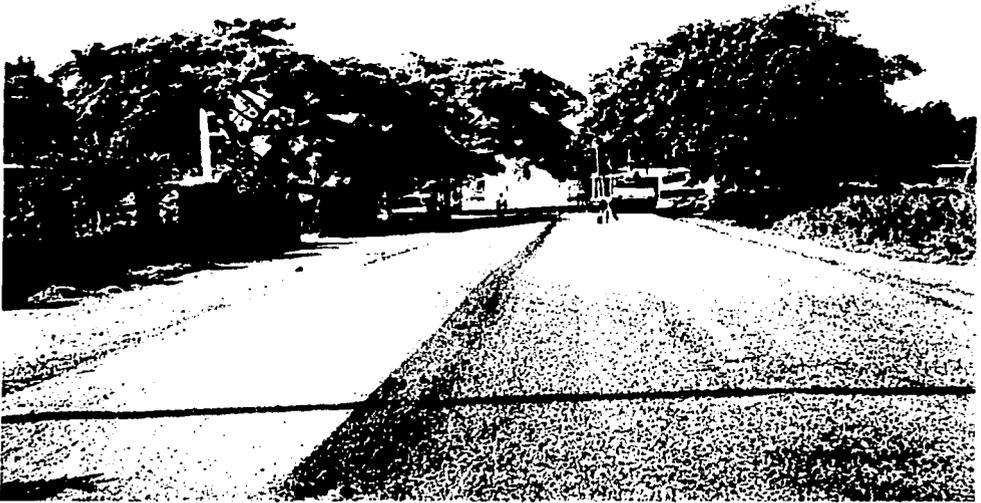


APLICACIÓN DE RIEGO DE LIGA SOBRE LOS HOMBROS DEL CAMINO.



APLICACIÓN DEL MATERIAL DE SELLO SOBRE LOS HOMBROS DEL CAMINO.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



COMPACTACION DEL RIEGO DE SELLO.



REMOCIÓN DEL EXCEDENTE DE MATERIAL PETREO.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



SELLO TERMINADO.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



SELLO TERMINADO.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

E). - PETROLIZADORA MARCA SEAMAN-GUNNISON MODELO 1580-SR

Capacidad.- 6,000lts

Motor Auxiliar.- GM-181 de 4 cilindros, 110Hp y 4000rpm

Barra de riego.- 3.66mts de largo, con boquillas a cada 10cm

Bomba de Asfalto.- Marca Mosesa, con capacidad de 756 Lpm a una presión de 5kg/cm²

F). - PIPA DE AGUA MARCA INTERNATIONAL MODELO 1976

Capacidad.- 10,000lts

Barra de riego.- 2.5mts de largo

Bomba de Agua.- Equipada con dos Bombas marca kohler de 2" y 3" respectivamente

G). - BARREDORA REMOLCABLE MARCA SWEGA MODELO 8401-02

Cepillo.- De discos intercambiables

Ancho de Barrido.- 2.3mts

H). - PLANTA DE MEZCLA ASFÁLTICA EN FRÍO MARCA RPR-1 MODELO 1994

Peso.- 7 Ton

Capacidad de Producción.- 40m³/hr

Motor.- Diesel Perkins Fase 2 - 6 cilindros

Largo Total.- 11 metros

Altura.- 4.35 metros

I). - CAMIÓN DE VOLTEO MARCA FORD

Capacidad.- 7m³

J). - ESPARCIDOR DE SELLO MARCA ESCUDERO 15X24

Gasto máximo.- 2m³ por minuto

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

MOTOCONFORMADORA.

La motoconformadora es una maquina de aplicaciones múltiples, destinadas a mover, nivelar, afinar suelos; Utilizadas en la construcción y conservación de caminos.

La importancia de estas maquinas se debe tanto a su potencia como a su dispositivo para mover la cuchilla. Esta hoja de perfil curvo cuya longitud determina el modelo y potencia de la maquina, esta localizada debajo del chasis. El dispositivo especial de movimiento permite a la cuchilla girar y moverse en todas direcciones y sentidos. Sus usos principales son: Desmonte y despalde de terrenos con vegetación ligera, limpiar bancos, construir canales, formar terraplenes, extender agregados, mezclar y remover agregados con objeto de uniformarlos, terminar y afinar taludes, así como mantener y conservar caminos.

Se recomienda ajustar la cuchilla a las condiciones de trabajo con el fin de obtener un mejor aprovechamiento de la maquina, es indispensable que los trabajos de corte, rastreo y mezclado de agregados, se realicen en optimas condiciones (contar con buen operador). La posición más efectiva de la cuchilla para cortar o revolver material, es cuando los filos o aristas quedan en un mismo plano vertical. El ajuste vertical se usa para emparejar superficies y dar formas definitivas. Para los trabajos de conservación de caminos, la parte superior de la cuchilla se inclina hacia delante, hasta lograr una inclinación frontal conveniente para el rastreo o raspamiento.

Con relación al eje longitudinal de la moto, la posición de la cuchilla debe formar un ángulo tal que permita al material correr libremente hacia el extremo de la cuchilla. Para el rastreo el ángulo recomendable debe de ser de 60° o 70° y se debe cuidar la inclinación de las ruedas delanteras. La posición de estas es básica, ya que en casi todas sus aplicaciones las motoconformadoras soportan una fuerza lateral que tiende a desviar su parte delantera hacia un lado, para contrarrestar esta fuerza, las ruedas delanteras deberán inclinarse hacia la dirección en que se desliza o corre el material sobre la hoja.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

En la tabla siguiente, se indican velocidades recomendadas para realizar trabajos con la motoconformadora:

TRABAJO	VELOCIDAD Km / Hr
Conservación de Caminos	2 a 6
Nivelación de Bancos	1.5 a 2.5
Mezclado de agregados	6 a 11
Formación de cunetas	1.5 a 4
Extendido de agregados	6 a 8
Nivelación	2 a 8
Conformados	1.5 a 4
Terminados	1 a 4
Escarificación	3 a 5
Desmante muy Ligero	2 a 5
Despalme	2 a 5

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

COMPACTADOR DE NEUMATICOS.

Estas maquinas de compactación están integradas por trenes de 7 o más neumáticos montados en un chasis, la mayor parte de estos, tienen 5 ruedas delanteras y 4 traseras. Estos equipos compactan capas de poco espesor entre 13 y 20 cm, trabajan a velocidades más rápidas (12 km./hr en promedio) y se emplean tanto en la compactación de suelos como en la compactación de capas asfálticas..

- Compactación de suelos.

Los compactadores de neumáticos se usan en trabajos de compactación de pequeños a medianos, principalmente en agregados de base granulosos y que han sido trabajados con la hoja. Los neumáticos no se recomiendan para los trabajos de alta producción de compactación de terraplenes de capas gruesas de agregado suelto. Las fuerzas de compactación (presión y manipulación) generadas por los neumáticos de goma produce la densidad obrando desde la capa superior hacia abajo. La cantidad de fuerza de compactación puede variar alternando la presión de los neumáticos o cambiando el peso del lastre. La acción amasadora es consecuencia del diseño de las ruedas en disposición alternada, que contribuyen a sellar la superficie.

- Compactación de capas asfálticas.

Los compactadores de neumáticos se usan para acondicionar las superficies asfálticas terminadas mediante la acción amasadora de los neumáticos de goma. Los neumáticos ejercen diferentes presiones de contacto con el suelo, estas características ayudan al compactador a manipular las capas que están debajo, el resultado es un terminado mas estable y más apretado. Es muy importante la presión de inflado en el rendimiento del compactador, mientras más alta sea la presión de los neumáticos, es más pequeña el área de contacto con el suelo y es mayor la fuerza de compactación transmitida a la capa. La presión de inflado de los neumáticos se mantiene alta al hacer la compactación inicial. Cuando se reduce la presión de inflado, el fondo de los neumáticos se aplana y se reduce la presión de contacto con el suelo. Por lo tanto, el esfuerzo de compactación es

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

menor, pero la acción amasadora se incrementa. Las presiones mas bajas se usan para la compactación de terminado.

Es muy recomendable que se le incorpore agua a los neumáticos antes de comenzar a compactar y durante el compactado, ya que el asfalto se pega a estos. La mayoría de estas maquinas están equipadas con un dispositivo de rociado de agua en los neumáticos.

COMPACTADOR VIBRATORIO DE TAMBOR LISO.

Los compactadores vibratorios, se basan en el principio de la redistribución de partículas para disminuir la porosidad del terreno y aumentar su densidad.

Los compactadores vibratorios de tambor liso generan tres fuerzas de compactación: Impacto, Presión y Vibración. El rango de peso de este equipo es de 6 a 15 ton, del cual la mitad es del cilindro, algunos están equipados con transmisión en el propio cilindro, lo que mejora la tracción y evita el desplazamiento de la superficie compactada.

Estas maquinas son las más eficaces para trabajar en capas con agregados granulosos, como en la construcción de capas de subbases y bases hidráulicas.

No se recomienda emplearlos en arcillas, ni para capas asfálticas. Sin embargo, se han utilizado sin vibración (compactación estática), en la compactación inicial de mezclas asfálticas en frío, con muy buenos resultados. Para las mezclas asfálticas, se debe utilizar el compactador de dos tambores vibratorios (tandem).

En los compactadores vibratorios, la velocidad de trabajo y la frecuencia de vibración juegan un papel muy importante en determinar los resultados de la compactación.

CARGADOR FRONTAL.

Los denominados cargadores frontales, son de hecho la versión que sustituye lo que anteriormente se conocía como palas cargadoras y que consistían generalmente en un equipo montado sobre orugas, con dos plumas en forma de tijera, que mecánicamente y por medio de cables accionaban un cucharón.

Los cargadores frontales, se emplean para tomar de un banco o de un sitio de acopio, agregado para ser cargado sobre un

camión de volteo. Estas maquinas poseen un cucharón frontal con capacidades desde $0.8m^3$ hasta $9m^3$ y se tienen dos clases principales para la actividad constructora: Cargador frontal sobre ruedas y sobre zapatas.

PETROLIZADORA.

La petrolizadora es una de las maquinas mas importantes utilizada en la construcción de caminos, sus usos son muy variados; Se usan en tratamientos superficiales, como son, el riego de impregnación, riego de liga, riego de sello, etc., así como, en la elaboración de mezclas asfálticas por el sistema de mezcla en el lugar.

Estas maquinas cuentan básicamente con un tanque especial equipado con calentadores, bomba de asfalto, motor auxiliar y barra de riego, el cual esta montado sobre un chasis. La capacidad del tanque varia desde 2,500 lts hasta 10,000 lts.

PIPA DE AGUA.

Este equipo cuenta con un chasis y un tanque almacenador de agua, el cual esta equipado con barra de riego y bombas para carga y descarga de agua, así como manguera rociadora. Las pipas de agua son esenciales para la formación de terraplenes, terracerias, indispensables en la compactación de agregados, proporcionan a los agregados y a las mezclas asfálticas en frío elaboradas en el lugar, la humedad necesaria para su mezclado, tendido y compactado.

BARREDORA REMOLCABLE

La barredora remolcable como su nombre lo dice, es una especie de remolque equipado con un cepillo barredor. Esta maquina es empleada cuando se procede a realizar riegos superficiales como el riego de liga o de sello. La barredora se engancha a cualquier vehículo o maquina y es remolcada por todo el tramo que se desee limpiar, mediante su cepillo giratorio expulsa la tierra y el polvo, dejando limpia la superficie para recibir inmediatamente el riego correspondiente.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

PLANTA DE MEZCLA ASFALTICA EN FRIO.

Este tipo de maquinaria es totalmente portátil, diseñadas para la elaboración de mezclas asfálticas en frío con emulsiones asfálticas y agregados. Cuenta principalmente con una tolva receptora de agregados, banda transportadora, barra rociadora de agua, bombas para el suministro de agua y de la emulsión, válvulas de paso para el agua y la emulsión y un mezclador con tolvas seccionadas, equipado con dos flechas, las cuales tienen a su vez 36 paletas mezcladoras.

El funcionamiento de la planta es muy sencillo, los cargadores frontales se encargan de llenar la tolva receptora, la cual tiene una compuerta de ajuste para el paso del agregado, el cual es transportado mediante una banda hasta la tolva mezcladora y con la incorporación del agua y de la emulsión al mezclador mediante las bombas, se procede al mezclado. Con el ángulo de las paletas, la mezcla es empujada para ser depositada en camiones de volteo o en el suelo.

Cabe mencionar que el funcionamiento de la planta es continuo por lo que debe tener una alimentación continua de agregado, de emulsión asfáltica y de agua en caso de necesitarse.

CAMION DE VOLTEO.

Son camiones equipados con cajas almacenadoras de agregados, los cuales desempeñan la función de transportar materiales. Los hay de tres tipos:

Común.- 6 - 7m³
 Mediano.- 10 - 12m³
 Grande.- 20 - 24m³

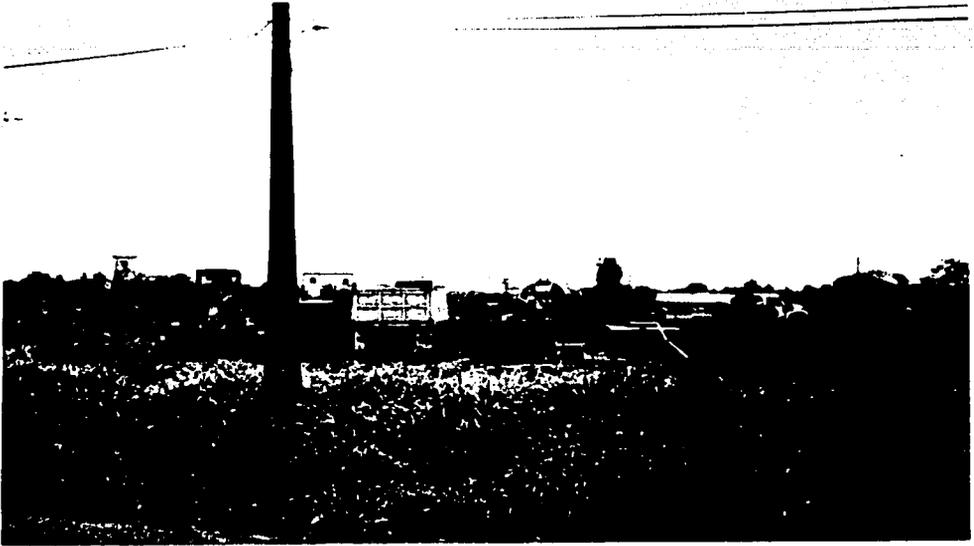
Los camiones de volteo son empleados para transportar materiales a grandes distancias.

ESPARCIDOR DE SELLO.

Es un pequeño equipo que se adapta a la tapa de la caja de los camiones tipo volteo, se utiliza para la aplicación de

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

riegos de sello. La ventaja de utilizar este aparato es que, un solo esparcidor puede dar servicio a varios camiones, con la ayuda de cuatro personas es fácil de montar y desmontar en cuestión de minutos. El rendimiento depende de la habilidad del chofer ya que el esparcidor tiene una capacidad de abertura en su compuerta de 15cm, logrando un gasto de hasta 2m^3 por minuto.

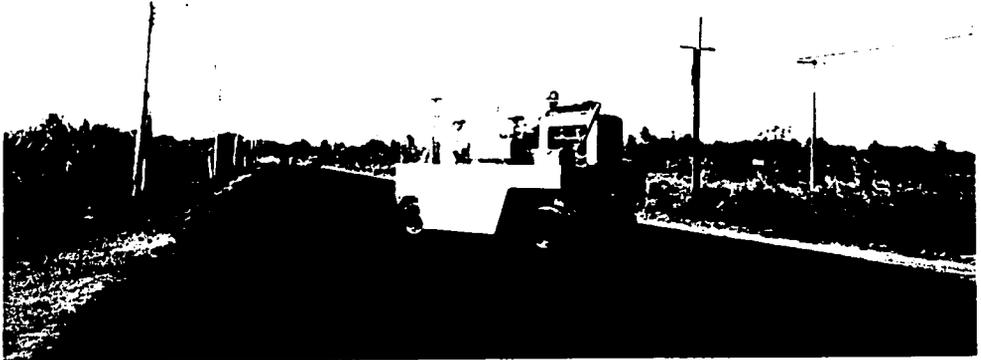


EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN UTILIZADO

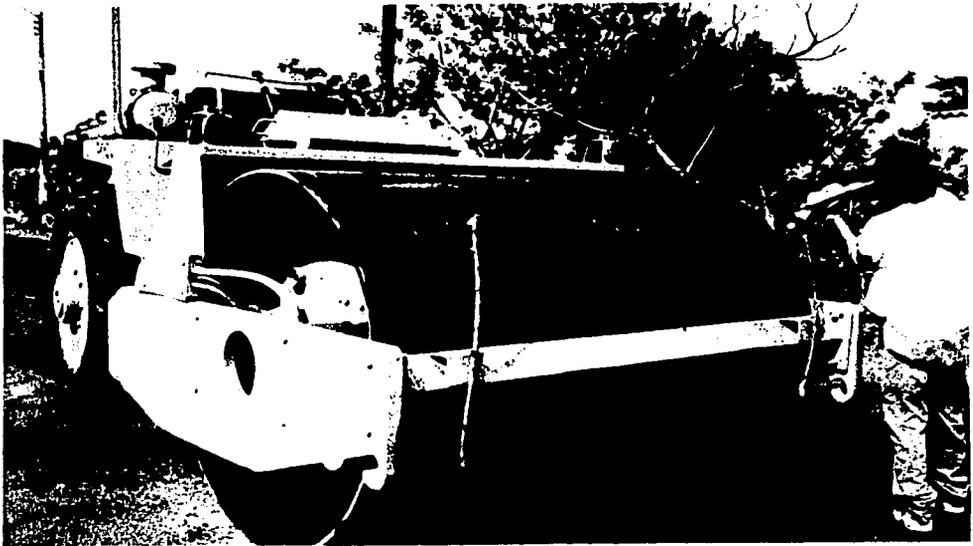


MOTOCONFORMADORA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



COMPACTADOR DE NEUMATICOS

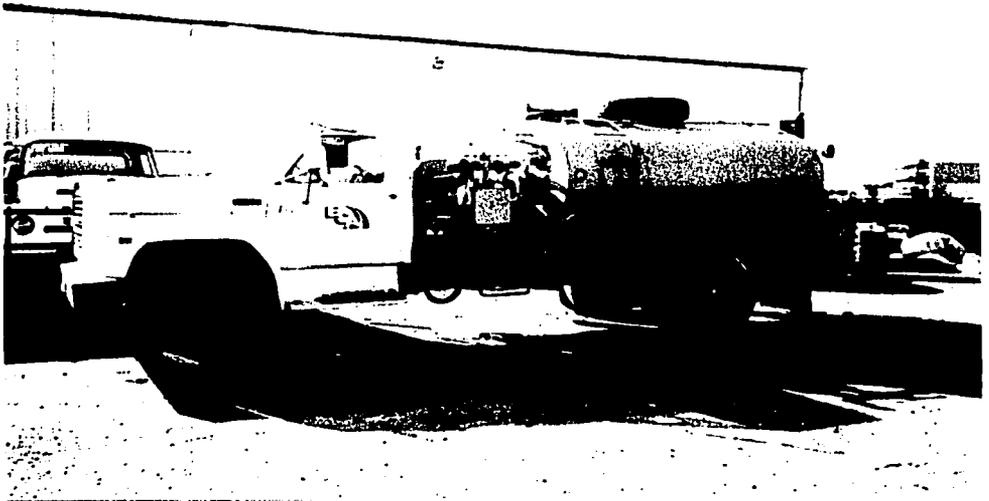


COMPACTADOR VIBRATORIO DE TAMBOR LISO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

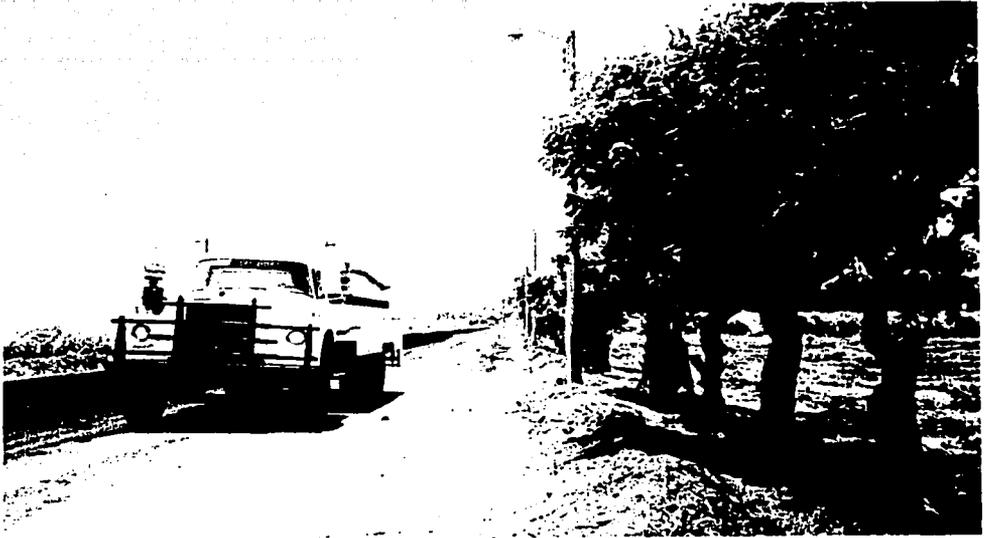


CARGADOR FRONTAL

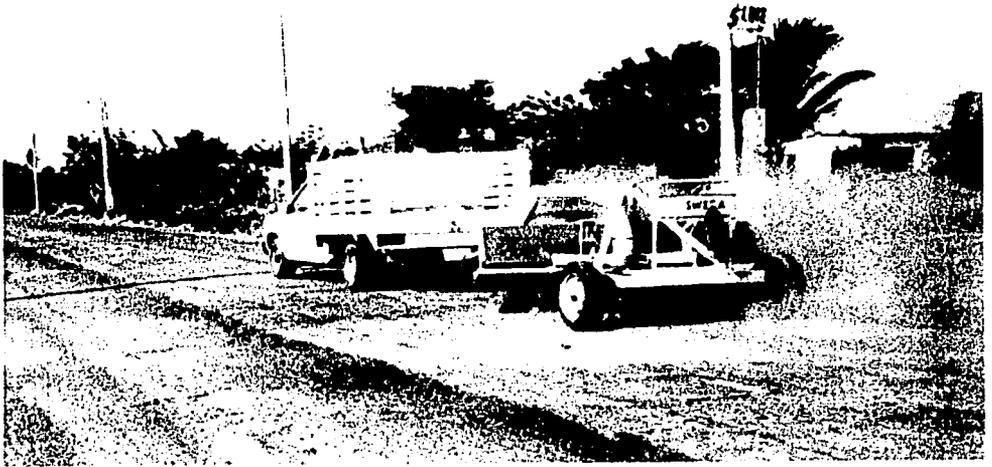


PETROLIZADORA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

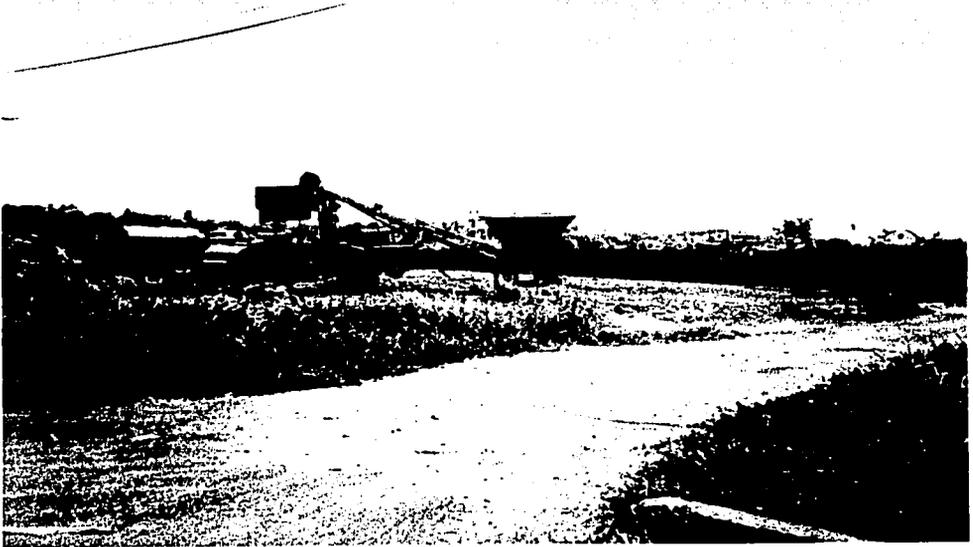


PIPA DE AGUA

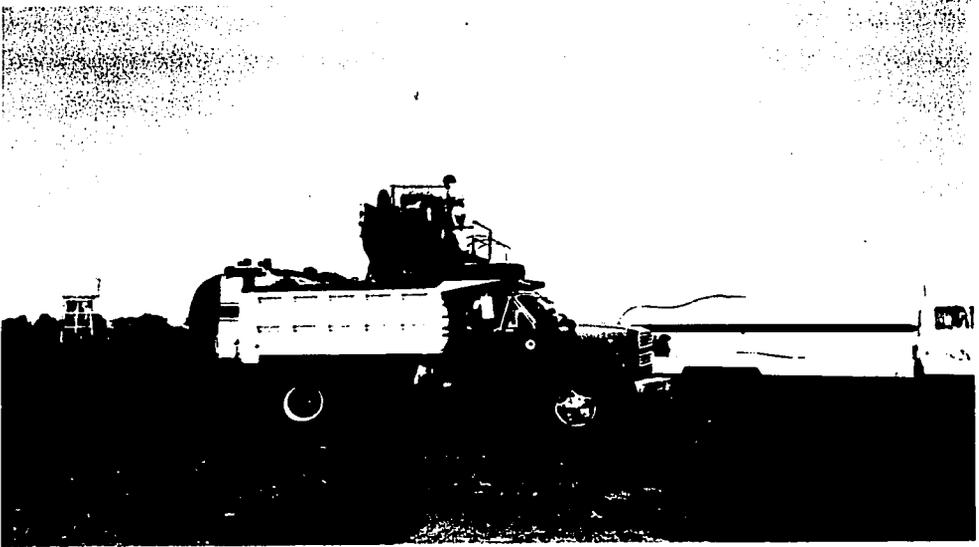


BARREDORA REMOLCABLE

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



PLANTA DE MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO



CAMION DE VOLTEO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



ESPARCIDOR DE SELLO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPITULO VII
LABORATORIO DE MATERIALES.

7.1. - OBJETIVO

EL LABORATORIO TIENE POR OBJETO VERIFICAR Y CONTROLAR QUE TODOS LOS MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS QUE INTERVENGAN EN LA OBRA, CUMPLAN CON LAS RESPECTIVAS ESPECIFICACIONES Y NORMAS DE CONSTRUCCION.

7.2. - LABORATORIO DE MATERIALES EMPLEADO EN LA REHABILITACIÓN DEL CAMINO

CON EL FIN DE CUMPLIR CON LAS ESPECIFICACIONES Y NORMAS DE CONSTRUCCIÓN PROPUESTAS POR LA SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES (NORMAS DE MATERIALES TOMO VIII), EL PERSONAL DE LABORATORIO REALIZO LOS SIGUIENTES ESTUDIOS:

1.- RECONSTRUCCIÓN DE BASE HIDRÁULICA, DE ACUERO CON LAS NORMAS S.C.T. PARA MATERIALES EMPLEADOS EN BASE HIDRÁULICA.

PRUEBAS DE CALIDAD	PRUEBAS DE CONTROL				
GRANULOMETRIA LIMITE LIQUIDO LIMITE PLASTICO PESO Vol. SECO SUELTO PESO Vol. SECO MAXIMO HUMEDAD OPTIMA ABSORCIÓN DENSIDAD V.R.S ESTANDAR EQUIVALENTE DE ARENA CONTRACCIÓN LINEAL VALOR CEMENTANTE INDICE DE DURABILIDAD	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">EN PRODUCCIÓN DE MATERIALES</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">GRANULOMETRIA EQUIVALENTE DE ARENA</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">EN MATERIAL COMPACTADO</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">PESO Vol. DEL LUGAR ESPESORES GRADO DE COMPACTACION HUMEDAD PESO Vol. SECO MAXIMO HUMEDAD OPTIMA</td> </tr> </table>	EN PRODUCCIÓN DE MATERIALES	GRANULOMETRIA EQUIVALENTE DE ARENA	EN MATERIAL COMPACTADO	PESO Vol. DEL LUGAR ESPESORES GRADO DE COMPACTACION HUMEDAD PESO Vol. SECO MAXIMO HUMEDAD OPTIMA
EN PRODUCCIÓN DE MATERIALES					
GRANULOMETRIA EQUIVALENTE DE ARENA					
EN MATERIAL COMPACTADO					
PESO Vol. DEL LUGAR ESPESORES GRADO DE COMPACTACION HUMEDAD PESO Vol. SECO MAXIMO HUMEDAD OPTIMA					

2. - CONSTRUCCIÓN DE LA CAPA RENIVELADORA Y CARPETA ASFÁLTICA, DE ACUERDO CON LAS NORMAS S.C.T. PARA MATERIALES EMPLEADOS EN MEZCLAS ASFÁLICAS EN FRÍO ELABORADAS CON PLANTA ESTACIONARIA.

PRUEBAS DE CALIDAD	PRUEBAS DE CONTROL
GRANULOMETRIA DESGASTE DE LOS ANGELES PESO Vol. SECO SUELTO AFINIDAD CON EL ASFALTO INTEMPERISMO ACELERADO ABSORCIÓN DENSIDAD FORMA DE LA PARTICULA EQUIVALENTE DE ARENA CONTRACCIÓN LINEAL	GRANULOMETRIA EQUIVALENTE DE ARENA FORMA DE LA PARTICULA DENSIDAD ABSORCION AFINIDAD CON EL ASFALTO

3. - RIEGO DE SELLO, DE ACUERDO CON LAS NORMAS S.C.T. PARA MATERIALES PÉTREOS EMPLEADOS EN RIEGOS DE SELLO.

PRUEBAS DE CALIDAD	PRUEBAS DE CONTROL
GRANULOMETRIA DESGASTE DE LOS ANGELES PESO Vol. SECO SUELTO AFINIDAD CON EL ASFALTO % PARTICULAS EN FORMA DE LAJA % PARTICULAS ALARGADAS ABSORCIÓN INTEMPERISMO ACELERADO	GRANULOMETRIA FORMA DE LA PARTICULA DENSIDAD ABSORCION AFINIDAD CON EL ASFALTO

UNA VEZ ESTABLECIDOS LOS ESTUDIOS A REALIZAR, EL PROCEDIMIENTO DEL PERSONAL DE LABORATORIO CONSISTIO EN;

1. - SE TOMARON MUESTRAS DEL BANCO DE MATERIALES, LAS CUALES SE ENVIARON AL LABORATORIO PARA PROCEDER A REALIZAR SUS RESPECTIVAS PRUEBAS DE CALIDAD, Y ASI, DETERMINAR SUS CARACTERÍSTICAS Y VERIFICAR SI LOS MATERIALES CUMPLIAN CON LAS ESPECIFICACIONES DE LA (SCT), PARA LOS DIFERENTES PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS DE LA REHABILITACIÓN DEL CAMINO.

2. - EL LABORATORIO, AL OBTENER LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS A LOS MATERIALES PÉTREOS, SE ENCARGO DE FORMULAR EL TIPO DE EMULSION OPTIMA PARA ESTOS.

3. - UNA VEZ ESTUDIADO EL MATERIAL PETREO Y DETERMINADO EL TIPO DE EMULSION A UTILIZAR, EL LABORATORIO PROCEDIO A DISEÑAR LA MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO.

7.2.1. - ASPECTOS RELEVANTES DEL LABORATORIO DE MATERIALES.

COMO BIEN SE DIJO, LAS MUESTRAS DE MATERIALES PÉTREOS FUERON PREVIAMENTE EXAMINADAS POR EL PERSONAL DEL LABORATORIO, ESTE EN UN PRINCIPIO DETERMINO MEDIANTE LAS RESPECTIVAS PRUEBAS DE CALIDAD, QUE EL MATERIAL PETREO A UTILIZARSE PARA LA ELABORACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO, NO CUMPLIA CON LAS ESPECIFICACIONES DE (SCT) PARA MEZCLAS ASFÁLTICAS EN FRIO, EL RESULTADO FUE UNA GRAVA COLOR NEGRO CARENTE DE MATERIAL FINO, POR LO QUE SE NOS RECOMENDO BUSCAR OTRO BANCO CERCANO A LA OBRA.

UNA VEZ UBICADO EL SEGUNDO BANCO DE MATERIALES, SE PROCEDIO NUEVAMENTE A TOMAR MUESTRAS PARA ENVIARLAS AL LABORATORIO Y REALIZAR LAS RESPECTIVAS PRUEBAS DE CALIDAD AL MATERIAL PETREO, OBTENIENDO COMO RESULTADO UNA ARENA DE COLOR NEGRO, LA CUAL SE ENCONTRABA DENTRO DE ESPECIFICACIONES (SCT) PARA MEZCLAS ASFÁLTICAS EN FRIO ARENA-EMULSION.

A PESAR DE QUE EL SEGUNDO MATERIAL ESTUDIADO SE ENCONTRABA DENTRO DE ESPECIFICACIONES PARA MEZCLAS ARENA-EMULSION, SE DETERMINO QUE SI SE PROCEDIA A ELABORAR LA MEZCLA ASFÁLTICA CON ESE MATERIAL PETREO, IBAMOS A TENER UNA MEZCLA ASFÁLTICA ARENA-EMULSION, LO CUAL ESTABA FUERA DE PROYECTO, Y QUE ADEMÁS, TOMANDO EN CUENTA LAS CONDICIONES DE CARGA A QUE ESTABA SUJETO EL CAMINO, LA MEZCLA NECESITARIA DE PARTICULAS GRUESAS PARA PROPORCIONARLE CUERPO RESISTENTE A LA CAPA DEL PAVIMENTO POR CONSTRUIR, ANTE ESTA SITUACIÓN, SE DETERMINO JUNTO CON EL PERSONAL DE LABORATORIO, QUE LO MAS RECOMENDABLE ERA REALIZAR UNA MEZCLA DEL MATERIAL PETREO DE LOS DOS BANCOS, ES DECIR, SE TRATO DE HACER UNA MEZCLA QUE PRESENTARA MEJOR GRANULOMETRIA, LA CUAL ESTUVIERA DENTRO DE ESPECIFICACIONES (SCT) PARA LA ELABORACIÓN DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN FRIO ELABORADA CON PLANTA ESTACIONARIA.

PARA DETERMINAR LOS PORCENTAJES DE GRAVA Y ARENA QUE TENDRÍA QUE TENER NUESTRA MEZCLA DE MATERIALES, EL LABORATORIO REALIZO UNA PRUEBA SIGNIFICATIVA A ESCALA, OBTENIENDO COMO RESULTADO UNA COMBINACIÓN:

60% DE ARENA NEGRA CON 40% DE GRAVA NEGRA.

7.3. - PRUEBAS DE CALIDAD Y PRUEBAS DE CONTROL.**A).- PRUEBAS DE CALIDAD**

TIENEN POR OBJETO ANALIZAR EXHAUSTIVAMENTE LAS CARACTERÍSTICAS DE UN BANCO PARA DETERMINAR EL RANGO DE CALIDAD QUE PRESENTA EL MATERIAL EN SU ESTADO NATURAL Y DEFINIR LOS TRATAMIENTOS QUE SERAN NECESARIOS APLICAR PARA QUE EL MATERIAL CUMPLA CON LOS REQUISITOS FIJADOS EN EL PROYECTO.

B).- PRUEBAS DE CONTROL

SE REALIZAN CON EL FIN DE ASEGURAR QUE DURANTE LA PRODUCCIÓN DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN DE LAS RESPECTIVAS CAPAS DE PAVIMENTO, LAS CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD MAS SIGNIFICATIVAS SE MANTENGAN DENTRO DE LOS LIMITES DEFINIDOS PARA QUE EL MATERIAL CUMPLA CON LOS REQUISITOS DE PROYECTO.

A CONTINUACIÓN SE MUESTRAN REPORTE DE LABORATORIO QUE SE UTILIZAN PARA LOS ENSAYES DE LAS PRUEBAS PARA CADA PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

166



DEPENDENCIA _____

CENTRO SCT _____ UNIDAD DE LABORATORIOS RESIDENCIA _____

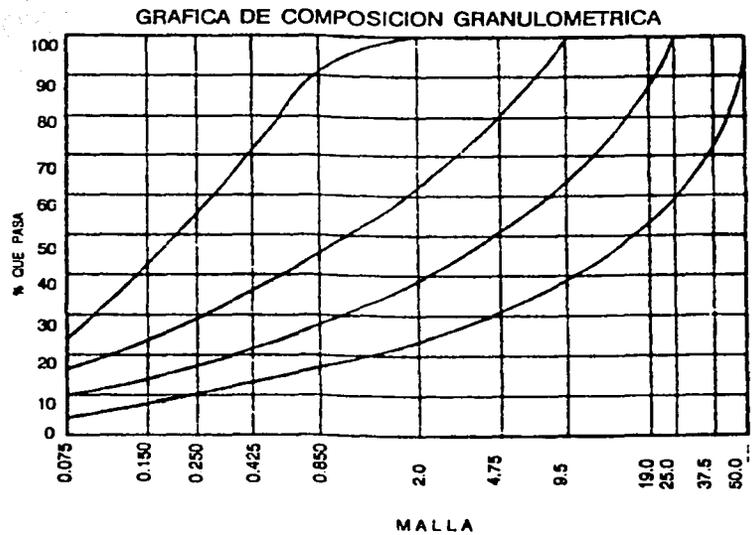
INFORME DE ENSAYE EN MATERIALES PARA SUB-BASE Y BASE

OBRA _____ ENSAYE Nº _____
 LOCALIZACION _____ FECHA DE RECIBO _____
 (CIUDAD, CAMINO, TRAMO, KILOMETRO, ORIGEN DEL CADENAMIENTO, ETC.) FECHA DE INFORME _____

DATOS DEL MUESTREO
 MATERIAL PARA CAPA DE: SUB-BASE BASE:
 DESCRIPCION PETROGRAFICA DEL MATERIAL _____
 CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO _____
 TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO _____
 UBICACION DEL BANCO _____

% E. SECO SUELO kg/m ³			
% E.S. MAXIMO kg/m ³			
UMEDAD OPTIMA %			
% E. DEL LUGAR kg/m ³			
UMEDAD DEL LUGAR %			

COMPOSICION GRANULOMETRICA	MALLA % RETENIDO	
	EN 50.0	
EN 37.5		
	% QUE PASA	
50.0		
37.5		
25.0		
19.0		
9.5		
4.75		
2.00		
0.85		
0.425		
0.250		
0.150		
0.075		



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

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

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA Núm. 0.425
 LIMITE LIQUIDO % _____ EQUIV. HUM. DE CAMPO % _____
 LIMITE PLASTICO % _____ CONTRACCION LINEAL % _____
 INDICE PLASTICO % _____ CLASIFICACION SOP _____

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

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

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



DEPENDENCIA _____
 CENTRO SCT _____ UNIDAD DE LABORATORIOS _____
 RESIDENCIA _____

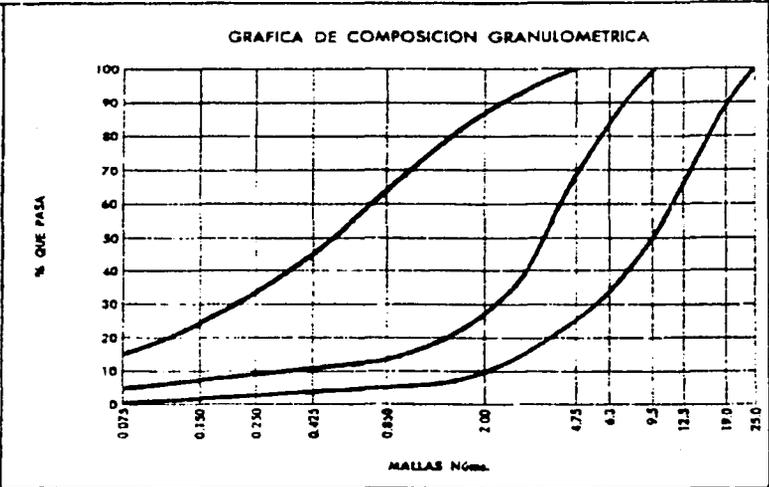
INFORMES DE PRUEBAS EN MEZCLA ASFÁLTICA

OBRA _____ ENSAYE N° _____
 LOCALIZACION (CIUDAD, CAMINO, TRAMO, KILOMETRO, ORIGEN DEL CADENAMIENTO, ETC.) _____
 FECHA DE RECIBO _____
 FECHA DE INF. _____

DESCRIPCION DEL MATERIAL _____ PARA USARSE EN _____
 CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO _____
 TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO _____
 UBICACION DEL BANCO DE DONDE PROCDE EL MATERIAL PETREO _____
 TRAMO DE km. _____ A km. _____

CARACTERISTICAS DEL MATERIAL PETREO

P.E. SECO SUELTO, kg/m ³
EQUIV. ARENA, %
CONTRACCION LINEAL
DESgaste, %
PART. ALARGADAS, %
PART. LAJEADAS, %
ADHERENCIA
% DE TRIT.



T. MAXIMO
DESPERDICIO %
MALLA
N°mm. 25.0
" 19.0
" 12.5
" 9.5
" 6.3
" 4.75
" 3.00
" 0.850
" 0.425
" 0.250
" 0.150
" 0.075

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

CARACT. DEL ASFALTO	PRUEBAS EN LA MEZCLA ASFALTICA	
TIPO	OPT. DE ASF. % EN PESO	P.E. SUELTO kg/m ³
DENSIDAD	ASF. EN MEZCLA % EN PESO	P.E. MAX. kg/m ³
RESIDUO ASF. %	CONT. DEL SOLV. (S)	P.E. DEL LUDAR kg/m ³

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

EL LABORATORISTA _____ EL JEFE DEL LABORATORIO _____ Vc. Sa. _____

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES 168
CENTRO S.C.T. 29 VERACRUZ
DEPARTAMENTO DE ASFALTOS
UNIDAD DE LABORATORIOS

MUESTRA DE:
PROCEDENCIA:
LOCALIZACION:
ENVIADA POR:

EXPEDIENTE NUM.:
ENSAYE NUM.:
FECHA DE RECIBO:
FECHA DE INFORME:

PRUEBA DE DESGASTE EN LA MAQUINA DE LOS "ANGELES"

E S P E C I F I C A C I O N E S

SELLO

DESGASTE TIPO

% DE DESGASTE

30 % DE MAXIMO

% DE ABSORCION
DENSIDAD

P.V.S.S. KG./M³

% DE PARTICULAS EN
FORMA DE LAJA.

35 % MAXIMO

% DE PARTICULAS
ALARGADAS.

35 % MAXIMO

COMPOSICION GRANULOMETRICA

E S P E C I F I C A C I O N E S

SELLO

MALLAS

% QUE PASA

1/2"

100

3/8"

95 MINIMO

No. 8

5 MAXIMO

No. 40

0

OBSERVACIONES:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

EL JEFE DE LA SECCION

EL JEFE DEL LABORATORIO

EL JEFE DE LA UNIDAD DE LABORATORIOS

7.4. - ESPECIFICACIONES Y NORMAS DE CONSTRUCCIÓN ESTABLECIDAS POR LA SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES.

7.4.1. - NORMAS DE MATERIALES PETREOS PARA BASE HIDRÁULICA.

DE ACUERDO CON LAS NORMAS DE MATERIALES DE LA S.C.T., DEBERAN DE CUMPLIR CON:

A).- GRANULOMETRIA

1.- LA CURVA GRANULOMETRICA DEL MATERIAL DEBERA QUEDAR COMPRENDIDA ENTRE EL LIMITE INFERIOR DE LA ZONA 1 Y EL LIMITE SUPERIOR DE LA ZONA 3 DE ACUERDO CON LA GRAFICA DE ZONAS DE ESPECIFICACIONES GRANULOMETRICAS, DEBERAN EMPLEARSE MATERIALES CUYA CURVA GRANULOMETRICA SE LOCALICE EN LAS ZONAS 1 Ó 2.

2.- LA CURVA GRANULOMETRICA DEBERA AFECTAR UNA FORMA SEMEJANTE A LAS DE LAS CURVAS QUE LIMITAN LAS ZONAS, SIN PRESENTAR CAMBIOS BRUSCOS DE PENDIENTE Y LA RELACION DEL PORCENTAJE EN PESO QUE PASE LA MALLA No 200 AL QUE PASE LA MALLA No 40, NO DEBERA SER MAYOR DE 0.65.

3.- EL TAMANO MÁXIMO DE LAS PARTICULAS DE MATERIAL NO DEBERA SER MAYOR DE 50mm (2"), PARA MATERIALES PÉTREOS QUE NO REQUIEREN NINGUN TRATAMIENTO DE DISGREGADO, CRIBADO O TRITURACIÓN, O DE 38mm (1 1/2"), PARA MATERIALES QUE REQUIEREN DE TRATAMIENTOS DE DISGREGADO, CRIBADO O TRITURADO.

B).- LIMITE LIQUIDO, CONTRACCIÓN LINEAL Y VALOR CEMENTANTE

Características	Zona en que se clasifica el material de acuerdo con su granulometría	Zona en que se clasifica el material de acuerdo con su granulometría	Zona en que se clasifica el material de acuerdo con su granulometría
	1	2	3
Límite líquido, en %	30 Máximo	30 Máximo	30 Máximo
Contracción Lineal, en %	4.5 Máximo	3.5 Máximo	2.0 Máximo
Valor Cementante, para materiales angulosos en kg / cm ²	3.5 Mínimo	3.0 Mínimo	2.5 Mínimo
Valor Cementante, para materiales redondeados y lisos en kg / cm ²	5.5 Mínimo	4.5 Mínimo	3.5 Mínimo

C).- V.R.S. ESTANDAR, EQUIVALENTE DE ARENA E INDICE DE DURABILIDAD.

Intensidad de tránsito en ambos sentidos	V.R.S Estándar	Equivalente de arena (tentativo)	Índice de durabilidad (tentativo)
Hasta 1,000 Vehículos pesados al día.	80 Mínimo	30 Mínimo	35 Mínimo
Más de 1,000 Vehículos pesados al día	100 Mínimo	50 Mínimo	40 Mínimo

7.4.2.- NORMAS DE MATERIALES PÉTREOS PARA CARPETAS ASFÁLTICAS, ELABORADAS POR LOS SISTEMAS DE MEZCLA EN EL LUGAR Y EN PLANTA ESTACIONARIA.

DE ACUERDO CON LAS NORMAS DE MATERIALES DE LA S.C.T., DEBERAN DE CUMPLIR CON:

A).- GRANULOMETRIA

LA CURVA GRANULOMETRICA DEL MATERIAL PETREO PARA MEZCLAS EN EL LUGAR, DEBERA CUMPLIR CON LO QUE INDIQUE EL PROYECTO EN CADA CASO Y, EN TERMINOS GENERALES, DEBERA QUEDAR COMPRENDIDA ENTRE EL LIMITE INFERIOR DE LA ZONA 1 Y EL LIMITE SUPERIOR DE LA ZONA 2, DE ACUERDO CON LAS ZONAS DE ESPECIFICACIONES GRANULOMETRICAS PARA MEZCLAS ASFÁLTICAS EN EL LUGAR.

LA ZONA 1 CORRESPONDE A MATERIALES PÉTREOS DE GRANULOMETRIA GRUESA Y LA ZONA 2, A LOS MATERIALES PÉTREOS DE GRANULOMETRIA FINA. LA CURVA GRANULOMETRICA DEL MATERIAL PETREO, DEBERA AFECTAR UNA FORMA SEMEJANTE A LA DE LAS CURVAS QUE LIMITAN LAS ZONAS, POR LO MENOS EN LAS DOS TERCERAS PARTES DE SU LONGITUD, SIN PRESENTAR CAMBIOS BRUSCOS DE PENDIENTE.

B).- CONTRACCIÓN LINEAL

Cuando la curva granulométrica del material pétreo quede ubicada en la zona 1	3% Máximo
Cuando la curva granulométrica del material pétreo quede ubicada en la zona 2	2% Máximo

C).- DESGASTE DE LOS ANGELES

Para cualquier tipo de material pétreo	40% Máximo
--	------------

D).- FORMA DE LA PARTICULA

Partículas alargadas y/o en forma de lajas	35% Máximo
--	------------

E).- AFINIDAD CON EL ASFALTO

Capa de pavimento	Desprendimiento por fricción (%)	Cubrimiento con asfalto (%)	Desprendimiento de la película (%)	Perdida de estabilidad por inmersión en agua (%)	Requisitos de aceptación
Carpetas (Mezclas en el lugar y Planta estacionaria).	25 Máximo	90 Mínimo	-----	25 Máximo	Que cumpla cuando menos con dos de las pruebas mencionadas

F).- EQUIVALENTE DE ARENA

Para Carpetas elaboradas con planta estacionaria o en el lugar	55% Mínimo
--	------------

7.4.3.- NORMAS DE MATERIALES PETREOS EMPLEADOS EN RIEGOS DE SELLO.

DE ACUERDO CON LAS NORMAS DE MATERIALES DE LA S.C.T.,
DEBERAN DE CUMPLIR CON:

A).- GRANULOMETRIA

Material Pétreo	Por ciento que pasa la Malla										
	50.8 mm (2")	38.1 mm (1 1/2")	32 mm (1 1/4")	25.4 mm (1")	19 mm (3/4")	12.7 mm (1/2")	9.51 mm (3/8")	6.35 mm (1/4")	4.76 mm (No 4)	2.38 mm (No 8)	0.420 mm (No 40)
1			100	95 Min		5 Máx.		0			
2				100	95 Min		5 Máx.		0		
3-A					100	95 Min		95 Min	5 Máx.	0	
3-B						100		95 Min	5 Máx.	0	
3-E					100			5 Máx.	0		

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

B).- DESGASTE DE LOS ANGELES, INTEMPERISMO ACELERADO Y FORMA DE LA PARTICULA

Desgaste los Angeles	30% Máximo
Intemperismo Acelerado	12% Máximo
Partículas alargadas y/o en forma de lajas	35% Máximo

C).- AFINIDAD CON EL ASFALTO

Capa de pavimento	Desprendimiento por fricción (%)	Cubrimiento con asfalto (%)	Desprendimiento de la película (%)	Perdida de estabilidad por inmersión en agua (%)	Requisitos de aceptación
Riego de Sello	25 Máximo	90 Mínimo	-----	-----	Que cumpla con las pruebas mencionadas

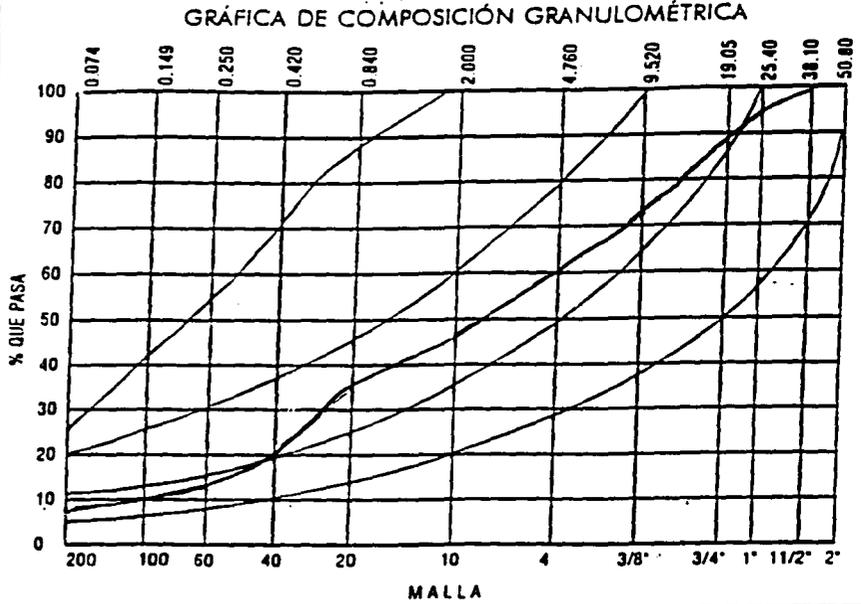
7.5.- REPORTES DE LABORATORIO

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y OBRAS PÚBLICAS DEL ESTADO DE VERACRUZ. JUNTA ESTATAL DE CAMINOS. FORMES DE ENSAYE DE MATS. DE SUB-BASE Y BASE

FORMA: JEC. L-9

MATERIAL PARA BASE HIDRAULICA EXPEDIENTE No. ENSAYO No. MUESTRA No. ENVIADA POREMULSIONES CONSTRUCCIONES Y ADITIVOS SA C/VECHA RECIBO 1-MARZO-1999 PROCEDENCIA BANCO TECOLAPAN FECHA INFORME 5-MARZO-1999 NUEVA VICTORIA-ARROYO DE LISA

PESO VOL. SUELTO Kg./m³ 1246 PESO VOL. MAXIMO Kg./m³ 1692 HUMEDAD OPTIMA 13.8 % QUE PASA MALLA 2" 1 1/2" 100 1" 95 3/4" 89 3/8" 73 No. 4 61 No. 0 46 No. 20 36 No. 40 20 No. 60 13 No. 100 10 No. 200 8 % DESPERDICIO EN LA MUESTRA -- -- V.R.S. (ESTANDAR) % 92 % EXPANSION 0 VALOR CEMENTANTE 3.8Kg/cm2



RUEBAS EN MAT. MAYOR 3/8" ABSORCION 13 DENSIDAD 1.48

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 40 LIMITE LIQUIDO 23 EQUIV. HUMEDAD CAMPO 1.2 LIMITE PLASTICO INDICE PLASTICO

ESO VOL. EN EL LUGAR HUMEDAD EN EL LUGAR RAZO DE COMPACTACION

CLASIFICACION PETROGRAFICO TEZONTLE CLASIFICACION SUCS (SP-SM) ARENA LIMOSA CON GRAVA, MAL GRADUADA.

RECOMENDACIONES OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS DE MATERIAL ANALIZADAS PARA BASE HIDRAULICA, REUNEN CARACTERISTICAS APROPIADAS PARA SU EMPLEO. RECOMENDANDO ELIMINAR POR MEDIO DE PAPEO LOS TAMAÑOS MAYORES DE 1 1/2".

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

EL LABORATORISTA JOSE S. GARCIA REYES EL JEFE DE C. HUMBERTO DE JESUS SARDEDES

LABORATORIO DE MATERIALES

INFORME DE PRUEBAS EN MEZCLA ASFALTICA

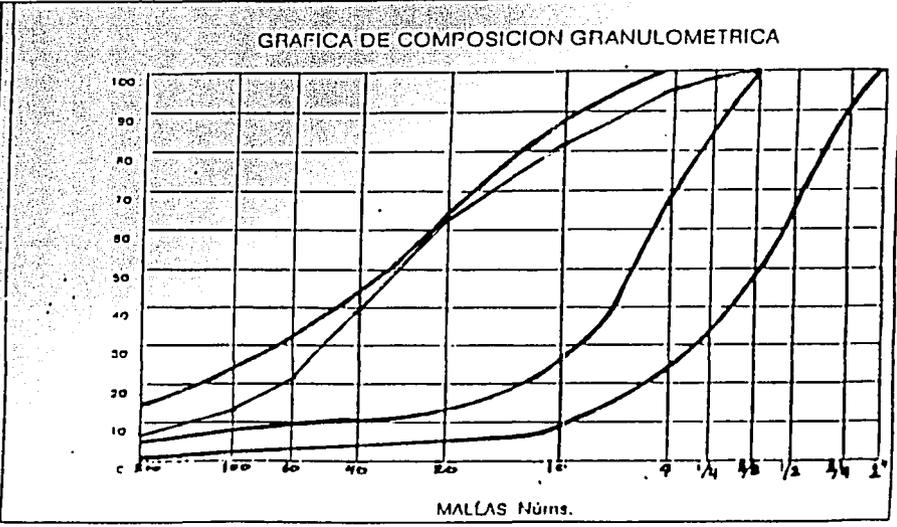
COMPANIA EMULSIONES CONSTRUCCIONES Y ADITIVOS ENBAYE No. _____
LOCALIZACION CAMINO CD. LERDO-INGENIO SAN PEDRO FECHA DE RECIBO _____
(CIUDAD, CAMINO, ITINERARIO, KILOMETRO, ORIGEN DEL CADENAMIENTO, ETC.) FECHA DE INF. 3-Marzo-99

DESCRIPCION DEL MATERIAL ARENA COLOR NEGRO PARA USARSE EN MEZCLA ASFALTICA
CLASE DE DEPOSITO QUE UTILIZADO BANCO
TRATAMIENTO PREVIAS AL MATERIAL _____
UTILIZACION DEL TIPO DE BOMBA QUE SE EMPLEA EL MATERIAL PEIENO BANCO ZINAPAN
TIPO DE M- _____ A Km _____

CARACTERISTICAS DEL MATERIAL PEIENO

P.E. SECO SUELO, kg/m ³	1357
CONT. ARENA, %	70.2
CONTRACCION LINEAL	
DESGASTE, %	
PART. ALARGADAS, %	
PART. LAMEADAS, %	
ADHESIVIDAD	BUENA
(DE 100)	

T. MAXIMO	1/4"
DESPERDICIO %	
MALLA	% QUE PASA
16mm, 1"	
• 3/8	
• 1/2	
• 3/8	100
• 1/4	99
• 4	97
• 10	82
• 20	64
• 40	40
• 80	21
• 100	13
• 200	7



OP. ESPECIFICA, me/m ²	
CINCHADO	2.98
DESORCION, %	
POCE ASFALTICO, kg/m ²	

CARACT. DEL ASFALTO		PRUEBAS EN LA MEZCLA ASFALTICA		
TIPO		OPT. DE ASF. % EN PESO	6.2	P.E. SUELO kg/m ³
DENSIDAD		ASF. EN MEZCLA % EN PESO		P.E. MAX. kg/m ³
RESIDUO ASF. %		CONT. DEL SOLV. (%)		P.E. DEL LUGAR kg/m ³

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

EL LABORANTISTA _____ EL JEFE DEL LABORATORIO _____ Vo. Bo. ✓
ARMANDO MONTERO PEREZ

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



KOCH MATERIALS (MEXICO), S. de R.L. de C.V.

178

EMULSIONES, CONSTRUCCIONES Y ADITIVOS, S.A. DE C.V.

URIBE # 281-2
VERACRUZ, VER

R.F.C.-ECA970219KF5

LABORATORIO DE MATERIALES

INFORME DE PRUEBAS EN MEZCLA ASFALTICA

COMPANIA: EMULSIONES CONSTRUCCIONES Y ADITIVOS ENVASE No. _____
 LOCALIZACION: CAMINO CD. LERDO-INGENIO SAN PEDRO FECHA DE RECIBO _____
 (CIUDAD, CAMINO, TIPO, KILOMETRO, ORIGEN DEL CADENAMIENTO, ETC.) FECHA DE INF. 3-Marzo-99

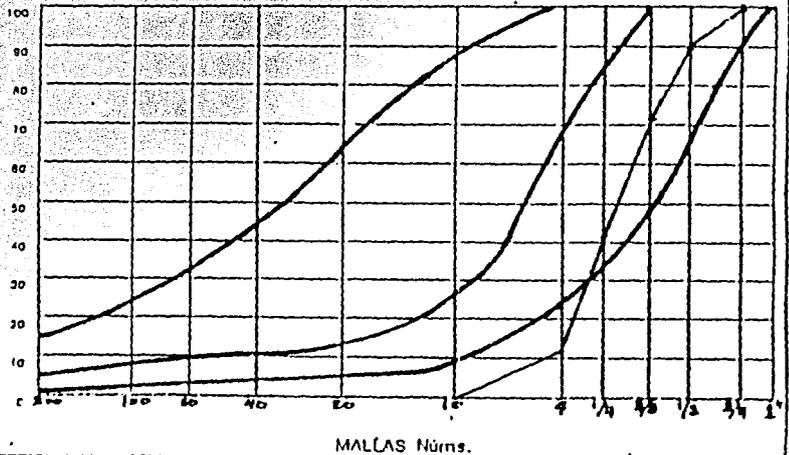
DESCRIPCION DEL MATERIAL: GRAVA COLOR NEGRO PARA USARSE EN: MEZCLA ASFALTICA
 CLASE DE DEPOSITO: BANCO
 TRATAMIENTO PREVIOS AL USO: _____
 UBICACION DEL LUGAR DE DONDE PROCEDE EL MATERIAL: BANCO TECOLAPAN
 TIPO DE ROLLO: _____ A Km _____

CARACTERISTICAS DEL MATERIAL PEIREO

P.E. BUELO, kg/m ³	864
DUM. AREA, %	
CONTRACCION LINEAL	
ABRASIE, %	
ASL. ALARGADAS, %	
ASL. LARGAS, %	
PERMEABILIDAD	
DE HUM.	

T. MAXIMO	1/2"
DESPERDICIO %	
MALLA	% QUE PASA
TAM. #	
• 20	100
• 40	90
• 60	71
• 80	41
• 100	12
• 150	
• 200	

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA



RUP. ESPECIFICA, m ² /g	
EXTENSION	
ABSORCION, %	18.2
ADHESION ASFALTICA, kg/m ²	

CARACT. DEL ASFALTO		PRUEBAS EN LA MEZCLA ASFALTICA	
TIPO		OPT. DE ASF. % EN PESO	P.E. BUELO kg/m ³
DENSIDAD		ASF. EN MEZCLA % EN PESO	P.E. MAX. kg/m ³
RESIDUO ASF. %		CONT. DEL SOLV. (%)	P.E. DEL LUGAR kg/m ³

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

EL LABORATORISTA _____ EL JEFE DEL LABORATORIO ARMANDO MONTERO PEREZ Vo. Bo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

LABORATORIO DE MATERIALES

INFORME DE PRUEBAS EN MEZCLA ASFALTICA

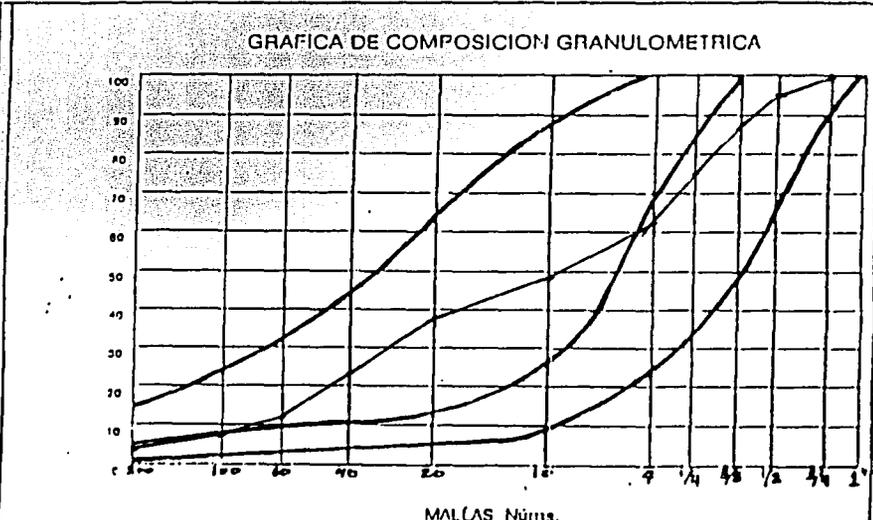
COMPANIA EMULSIONES CONSTRUCCIONES Y ADITIVOS ENBAYE No. _____
 LOCALIZACION CAMINO CD. LERDO-INGENIO SAN PEDRO FECHA DE RECIBO _____
(CIUDAD, CAMINO, TIPO, KILOMETRO, ORIGEN DEL CADENAMIENTO, ETC.) FECHA DE IMP. 3-Marzo-99

DESCRIPCION DEL MATERIAL ARENA GRAVA VOLCANICA PARA USARSE EN MEZCLA ASFALTICA
 CLASE DE DEPOSITO MUESTRADO BANCO
 TRATAMIENTO PRECIBO AL MUESTRADO COMBINACION: 60% ARENA NEGRA = 40% GRAVA NEGRA
 UBICACION DEL PUNTO DE DONDE PROCEDE EL MATERIAL PETNEO _____
 TIPO DE KM _____ A Km _____

CARACTERISTICAS DEL MATERIAL PETNEO

U. BUELO (kg/m ³)	1160
UM. ARENA, %	70.2
CONTRACCION LINEAL	
MOHRE, %	
SI. ALARGADAS, %	
SI. LAJADAS, %	
RESISTENCIA	
DE TR. _____	BUENA

S. MAXIMO		1/2"
DE ESPESORIO %		
MALLA		% QUE PASA
16mm, 5/8"		
" 3/4"	100	
" 1 1/8"	96	
" 1 3/8"	88	
" 1 3/4"	76	
" 2"	63	
" 2 1/2"	49	
" 3"	38	
" 3 1/2"	24	
" 4"	13	
" 4 1/2"	8	
" 5"	4	



P. ESPECIFICA, m ² /g HUMEDAD SORCION, % PCE ASFALTICO, kg/m ²	CARACI. DEL ASFALTO		PRUEBAS EN LA MEZCLA ASFALTICA		
	TIPO		OPT. DE ASF. % EN PESO	6	P.E. BUELO kg/m ³
	DENSIDAD		ASF. EN MEZCLA % EN PESO		P.E. MAX. kg/m ³
	RESIDUO ASF. %		CONF. DEL SOLV. (%)		P.E. DEL LUGAR kg/m ³

SERVICIOS Y RECOMENDACIONES

EL LABORATORISTA _____ EL JEFE DEL LABORATORIO ARMANDO MONTERO PEREZ Vo. Bo.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

A
C
C

ASESORIAS Y CONTROL
DE CALIDAD

RESPONSABLE: Roberto Ballinas D.
R.F.C.: SACR-102118

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

INFORMES DE PRUEBAS EN MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO

OBRA: CAMINO CD. LERDO-INGENIO SAN PEDRO ENSAYE Nº _____
 LOCALIZACION: CD. LERDO, VER. FECHA DE RECIBO _____
 (CIUDAD, CAMINO, TRAMO, KILÓMETRO, ORIGEN DEL CADENAMIENTO ETC.) FECHA DE INF.: 2-Abril-99

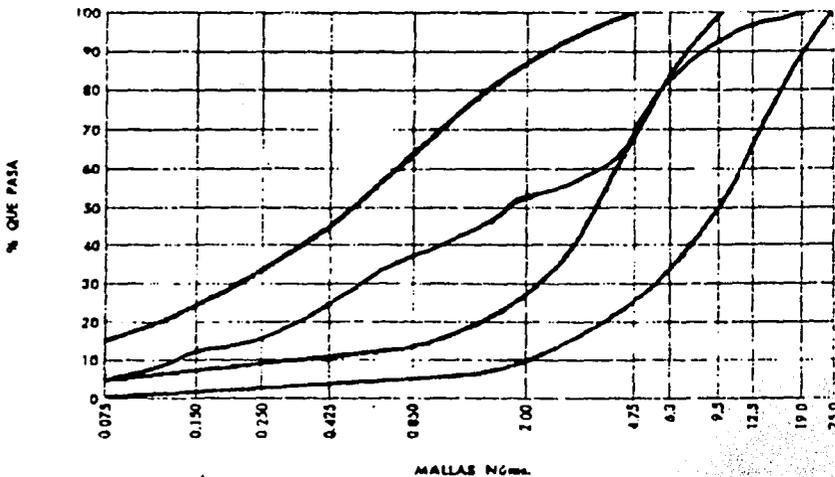
DATOS DEL MUESTREO: DESCRIPCION DEL MATERIAL: TEZONTLE CON ARENA PARA USARSE EN: CAPA DE RENIVELACION
 CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO: ALMACEN EN PLANTA
 TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO: COMBINACION: 60% ARENA NEGRA=40% GRAVA NEGRA
 UBICACION DEL BANCO DE DONDE PROCEDE EL MATERIAL PETREO: _____
 TRAMO DE km: _____ A km: _____

CARACTERISTICAS DEL MATERIAL PETREO

P.E. SECO SUELTO, kg/m ³	1195
EQUIV. ARENA, %	94.9
CONTRACCION LINEAL	0.0
DESOASTE, %	
PART. ALARGADAS, %	
PART. LAJEADAS, %	
ADHERENCIA	
% DE TRIT.	

T. MAXIMO	3/4"
DESPERDICIO %	0
MALLA	% QUE PASA
Núm. 25.0	
" 19.0	100
" 12.5	98
" 9.5	92
" 6.3	83
" 4.75	68
" 2.00	53
" 0.850	38
" 0.425	25
" 0.250	17
" 0.150	13
" 0.075	6

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA



P. ESPECIFICA, m ³ /kg	
UNIDAD	
SORCION %	
ÍNDICE ASFÁLTICO, kg/m ³	

CARACT. DEL ASFALTO	PRUEBAS EN LA MEZCLA ASFÁLTICA	
TIPO	OPT. DE ASF. % EN PESO: 6.2	P.E. SUELTO kg/m ³
DENSIDAD	ASF. EN MEZCLA % EN PESO	P.E. MAX. kg/m ³
RESIDUO ASF. %	CONT. DEL SOLV. (%)	P.E. DEL LUGAR kg/m ³

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

EL LABORATORISTA JUAN C. CASTELLANOS C.	EL JEFE DEL LABORATORIO ROBERTO BALLINAS D.	Ve. So.
--	--	---------

ASESORIAS Y CONTROL DE CALIDAD

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

RESPONSABLE: Roberto Ballinas D.
R.F.C.: SACR-10718

INFORMES DE PRUEBAS EN MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO

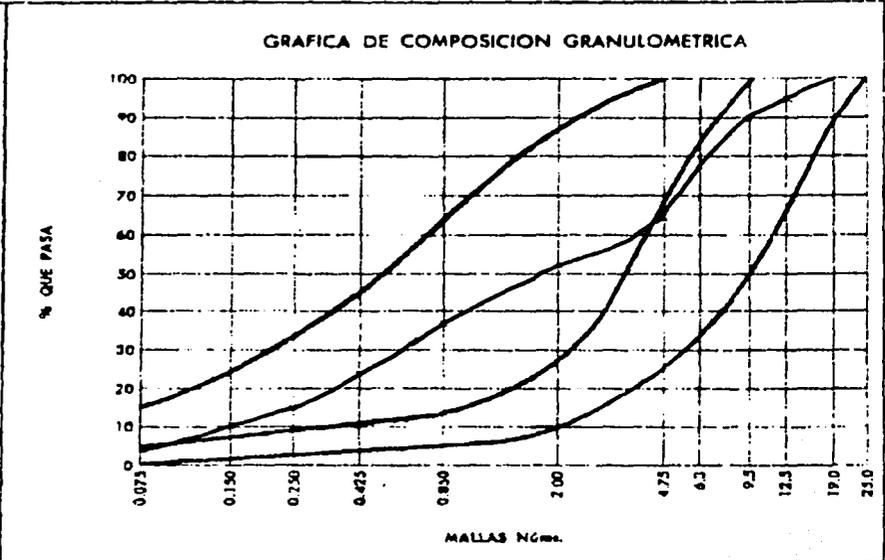
RA. CAMINO CD. LERDC-INGENIO SAN PEDRO ENSAYE N° _____
 CAUZACION CD. LERDC. VER. FECHA DE RECIBO _____
 (CIUDAD, CAMINO, TRAMO, KILOMETRO, ORIGEN DEL CADENAMIENTO, ETC.) FECHA DE INF. 4-Mayo-99

DESCRIPCION DEL MATERIAL TEZONTLE CON ARENA PARA USARSE EN CARPETA ASFALTICA
 CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO ALMACEN EN PLANTA
 TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO COMBINACION: 60% ARENA NEGRA = 40% GEAVA NEGRA
 UBICACION DEL BANCO DE DONDE PROCEDE EL MATERIAL PETREO _____
 TRAMO DE km. _____ A km. _____

CARACTERISTICAS DEL MATERIAL PETREO

SECO SUELTO, kg/m ³	1195
IV. ARENA, %	94
ATRACCION LINEAL	
GASTE, %	
T. ALARGADAS, %	
T. LAJEADAS, %	
ERENCIA	BUENA
DE TRIT.	

T. MAXIMO	3/4"
DESPERDICIO %	
MALLA	% QUE PASA
Núm. 25.0	
" 19.0	100
" 12.5	95
" 9.5	90
" 6.3	78
" 4.75	66
" 2.00	52
" 0.850	37
" 0.425	24
" 0.250	15
" 0.150	10
" 0.075	5



ESPECIFICA, m ³ /kg	
DAD	
ACION %	
ASFALTICO, kg/m ³	

CARACT. DEL ASFALTO		PRUEBAS EN LA MEZCLA ASFALTICA	
TIPO	OPT. DE ASP. % EN PESO	6.2	P.E. SUELTO kg/m ³
DENSIDAD	ASP. EN MEZCLA % EN PESO		P.E. MAX. kg/m ³
RESIDUO ASP. %	CONT. DEL SOLV. (g)		P.E. DEL LUGAR kg/m ³

RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES

EL LABORATORISTA: ROBERTO BALLINAS D.
 EL JEFE DEL LABORATORIO: ROBERTO BALLINAS D.
 V. B. O. ROBERTO BALLINAS D.
 EL LABORATORIO: LAB. C. CASTELLANOS O.

DEPARTAMENTO: TÉCNICO

AREA: LABORATORIO

REPORTE: ESTUDIOS

VERACRUZ, VER. A 5 DE MARZO DE 1999

CIENTE:	ECA S.A. DE C.V.
DOMICILIO:	URIBE No 281 DEPTO 2
TELEFONO:	(229)9-32-20-61
FAX :	(229)9-32-20-61

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN****AT'N. ING. RAMON PERNAS ROSALES
GERENTE GENERAL****I.- ANTECEDENTES:** Materiales Pétreos enviados por el personal de la empresa.**II.- OBJETO DEL ESTUDIO:** Analizar la mezcla de los materiales pétreos(Arena-Grava), formular el tipo de emulsión óptima para esta mezcla y realizar el diseño de la mezcla asfáltica.**III.- DATOS DE OBRA:** (Proporcionados por el cliente)**3.1. - PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.**

Se utilizara el sistema de elaboración de mezcla asfáltica con planta estabilizadora, el tendido y la nivelación se realizara con motoconformadora.

3.2. - DATOS GENERALES.

OBRA: Rehabilitación del Camino CD. Lerdo, ver.

TRAMO: CD. Lerdo - Ingenio San Pedro.

BANCOS: Zinapan - Tecolapan

UBICACIÓN: Zinapan, ver y Tecolapan, ver.

IV.- ENSAYES DE LABORATORIO.
4.1. - MUESTRAS RECIBIDAS.- Muestra Única

4.2. - IDENTIFICACIÓN PETROGRÁFICA DE LA MEZCLA DE MATERIALES.- Arena mal graduada, limosa, con alto contenido de grava de alta absorción, de origen volcánico, color negro y rojizo.

4.3. - PRUEBAS REALIZADAS.

4.3.1. - MATERIAL PETREO	4.3.2. - EMULSION	4.3.3. - MEZCLA ASFÁLTICA
Granulometría	Residuo por destilación	Contenido óptimo teórico de cemento asfáltico
P.V.S.S	Viscosidad saybolt-furol	Contenido óptimo de humedad de mezclado
Absorción	Retenido en la malla 20	Manejabilidad
Equivalente de arena	Asentamiento	Cubrimiento
	PH	Adherencia
	Carga de la partícula	
	Penetración	
	Solubilidad	
	Ductilidad	

V.- REPORTE DE RESULTADOS.

5.1. - Material Pétreo: Anexo 1

5.2. - Emulsión Asfáltica: Anexo 2

5.3. - Mezcla Asfáltica: Anexo 3

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

ANEXO 1

MATERIA PETREO
GRANULOMETRIA : Cumple con especificaciones (S.C.T) para mezclas asfálticas elaboradas con planta y se muestra en la siguiente hoja.
P.V.S.S. = 1,160 kg/m ³
ABSORCION = 18.2 %
DENSIDAD = 2.98
EQUIVALENTE DE ARENA = 70.2 %

ANEXO 2

TIPO DE EMULSIÓN ASFÁLTICA: Catiónica de Rompimiento Lento (RL-3K)		
CARACTERÍSTICAS	VALOR	ESPECIFICACIÓN (S.C.T)
A.- PRUEBAS A LA EMULSIÓN		
Residuo Asfáltico (% en Peso)	60 - 63	57 Mínimo
Viscosidad Saybolt-Furol, a 50°C (seg)	20 - 25	20 - 100
Retenido en la Malla No 20 (%)	0.00 - 0.05	0.10 Máximo
Asentamiento a 5 días (Diferencia en %)	< 5.0	5.0 Máximo
Carga de la Partícula	(+)	(+)
B.- PRUEBAS AL RESIDUO DE LA DESTILACIÓN		
Penetración, 25°C, 100 G, 5seg (dmm)	50 - 90 (Dependiendo del Asfalto Base)	40 - 90
Solubilidad en CCL 4 (%)	> 97	97 Mínimo
Ductibilidad 25°C (cm)	> 100	40 Mínimo

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

ANEXO 3

MEZCLA ASFÁLTICA (PETREO - LIGANTE)		
CARACTERÍSTICAS	VALOR	ESPECIFICACIÓN (S.C.T)
Contenido óptimo teórico de cemento asfáltico (%)	6.2	-----
Contenido óptimo de cemento asfáltico Marshall (%)	N.D.	-----
Estabilidad Marshall (Kg)	N.D.	700 Mínimo
Perdida de estabilidad por inmersión en agua (%)	N.D.	25 Máximo
Flujo (mm)	N.D.	2 - 4
Vacios (%)	N.D.	3 - 8
Vam (%)	N.D.	14 Mínimo
Pvsm (Kg/m ³)	N.D.	-----
Dosificación de emulsión asfáltica (Lts/m ² de material pétreo)	135 - 145	-----
Humedad óptima de mezclado (%)	8 - 10	-----
Humedad óptima de compactación (%)	4 - 6	-----
Manejabilidad	Buena	-----
Cubrimiento	Bueno	-----
Adherencia	Buena	-----

NOTAS IMPORTANTES:

- El contenido de asfalto y las dosificaciones anteriores, son resultado de pruebas de boratorio; las cantidades finales deberán ser determinadas por los encargados de controlar la obra en campo.
- En caso de haber variaciones en las características de los materiales pétreos, se harán los ajustes necesarios, de contenido y dosificaciones.

ATENTAMENTE,
K.M.M

DEPARTAMENTO TÉCNICO.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

ASESORIA Y CONTROL DE CALIDAD

RESPONSABLE: ROBERTO BALLINAS DORANTES
HERON PROAL No 9 Col. EJIDO 1ro DE MAYO BOCA DEL RIO, VER.
RFC: BARD-310118OFH-152-CO REG. ESTATAL 17-12-028-6738
TELEFONO: 21-95-85

FORMA DE REPORTE GENERAL

OBRA: REHABILITACION DEL CAMINO CD. LERDO - ENSAYE No: 2356-2365
INGENIO SAN PEDRO.
LOCALIZACION: CD. LERDO, VER

22-Abril-99

Con el presente me permito enviar a Uds. Reporte de pruebas de compactación de la capa de base, en el tramo Cd. Lerdo - Ingenio San Pedro.

ENSAYE	ESPEJOR	%H	H.OP	PVS.LUGAR	PVS.MAX	%COMP
2356	12cm	6.3	13.5	1960	1980	99
2357	13cm	7.1		1906	1980	96
2358	13cm	7.1		1927	1980	97
2359	7.2cm	5.9		1942	1980	98
2360	7cm	6.1		1896	1980	96
2361	6.5cm	6.7		1900	1980	96
2362	6.5cm	7.2		1900	1980	96
2363	7.2cm	8.1		1932	1980	98
2364	7cm	8.4		1945	1980	98
2365	7cm	9.3		1960	1980	98

NOTA: ENSAYES 2356-2358; km.0+000 a1 km.0+140
2359-2361; km.0+740 a1 km.0+900
2362-2365; km.0+900 a1 km.1+100

LOS GRADOS DE COMPACTACION ALCANZADOS, SON ACEPTABLES.

JEFE DE LA SECCION
JUAN C. CASTELLANOS O.

JEFE DEL LABORATORIO
ROBERTO BALLINAS D.

JEFE DE LA UNIDAD DEL
LABORATORIO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

187

ASESORIA Y CONTROL DE CALIDAD

RESPONSABLE: ROBERTO BALLINAS DORANTES
HERON PROAL No 9 Col. EJIDO 1ro DE MAYO BOCA DEL RIO, VER.
RFC: BARD-3101180FH-152-CO REG. ESTATAL 17-12-028-6738
TELEFONO: 21-95-85

DEPARTAMENTO DE ASFALTOS UNIDAD DE LABORATORIOS

MUESTRA DE: SELLO EXPEDIENTE No: 3-Mayo-99
PROCEDENCIA: BANCO NIXTAMALAPAN ENSAYE No: 2347
LOCALIZACIÓN: CATEMACO, VER.
ENVIADA POR: EMULSIONES CONSTRUCCIONES Y ADITIVOS SA DE CV.

PRUEBA DE DESGASTE EN LA MAQUINA DE LOS ANGELES

DESGASTE TIPO		ESPECIFICACIONES SELLO
% DE DESGASTE	24.3	30% MAXIMO
% DE ABSORCIÓN	3.2	
DENSIDAD	2.48	
P.V.S.S. Kg/m ³	1486	
% DE PARTICULAS EN FORMA DE LAJA	14.5	35% MAXIMO
% DE PARTICULAS DELGADAS	12.8	35% MAXIMO

COMPOSICIÓN GRANULOMETRICA		ESPECIFICACIONES SELLO
MALLAS	% QUE PASA	
1/2"	100	100
3/8"	98	95 MINIMO
No 8	3	5 MAXIMO
No 40	0	0

OBSERVACIONES: RESULTADOS ACEPTABLES.

JEFE DE LA SECCION

JUAN C. CASTELLANOS

JEFE DEL LABORATORIO

ROBERTO BALLINAS D.
P.1.

JEFE DE LA UNIDAD DEL LABORATORIO

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

ASESORIA Y CONTROL DE CALIDAD

RESPONSABLE: ROBERTO BALLINAS DORANTES
HERON PROAL No 9 Col. EJIDO 1ro DE MAYO BOCA DEL RIO, VER.
RFC: BARD-310118OFH-152-CO REG. ESTATAL 17-12-028-6738
TELEFONO: 21-95-85

FORMA DE REPORTE GENERAL

OBRA: REHABILITACION DEL CAMINO CD. LERDO - ENSAYE No: 1848-1866
INGENIO SAN PEDRO.
LOCALIZACION: CD. LERDO, VER.

18-Mayo-99

Informe de espesores obtenidos de los sondeos realizados en la capa de renivelación de el tramo: Cd. Lerdo-Ingenio San Pedro.

ENSAYES:

1848	km.0+040	5cm	L/I
1849	km.0+080	4.5cm	L/C
1850	km.0+120	5cm	L/D
1851	km.0+200	5cm	L/I
1852	km.0+240	6cm	L/C
1853	km.0+280	4.5cm	L/D
1854	km.0+400	5cm	L/I
1855	km.0+440	5.5cm	L/C
1856	km.0+480	5cm	L/D
1857	km.0+800	6cm	L/I
1858	km.0+840	5.5cm	L/C
1859	km.0+880	4.5cm	L/D
1860	km.0+900	5cm	L/I
1861	km.0+940	5cm	L/C
1862	km.0+980	6cm	L/D
1863	km.1+100	5cm	L/I
1864	km.1+300	5cm	L/C
1865	km.1+500	4.5cm	L/D
1866	km.1+650	6cm	L/I

JEFE DE LA SECCION

JUAN C. CASTELLANOS O.

JEFE DEL LABORATORIO

ROBERTO BALLINAS D.

JEFE DE LA UNIDAD DEL
LABORATORIO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ASESORIA Y CONTROL DE CALIDAD

RESPONSABLE: ROBERTO BALLINAS DORANTES
HERON PROAL No 9 Col. EJIDO 1ro DE MAYO BOCA DEL RIO, VER.
RFC: BARD-310118OFH-152-CO REG. ESTATAL 17-12-028-6738
TELEFONO: 21-95-85

FORMA DE REPORTE GENERAL

OBRA: REHABILITACION DEL CAMINO CD. LERDO - INGENIO SAN PEDRO. ENSAYE No: 2245-2251
LOCALIZACION: CD. LERDO, VER.

6-Junio-99

Informe de espesores y % de cemento asfáltico, obtenidos de los sondeos realizados en la carpeta asfáltica del tramo: Cd. Lerdo-Ingenio San Pedro.

ENSAYE	KM	LADO	ESFESOR	% C.A.
2245	0+080	D	11cm	6
2246	0+200	I	10cm	6.3
2247	0+500	D	9.5cm	6
2248	0+800	I	10cm	6
2249	1+100	D	9.5cm	6.2
2250	1+400	I	11cm	6.2
2251	1+640	D	10cm	6.2

NOTA: RESULTADOS ACEPTABLES DEACUERDO AL PROYECTO.

JEFE DE LA SECCION

JUAN C. CASTELLANOS O.

JEFE DEL LABORATORIO

ROBERTO BALLINAS D.

JEFE DE LA UNIDAD DEL
LABORATORIO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

7.5.1.- REPORTE FOTOGRAFICO DEL LABORATORIO

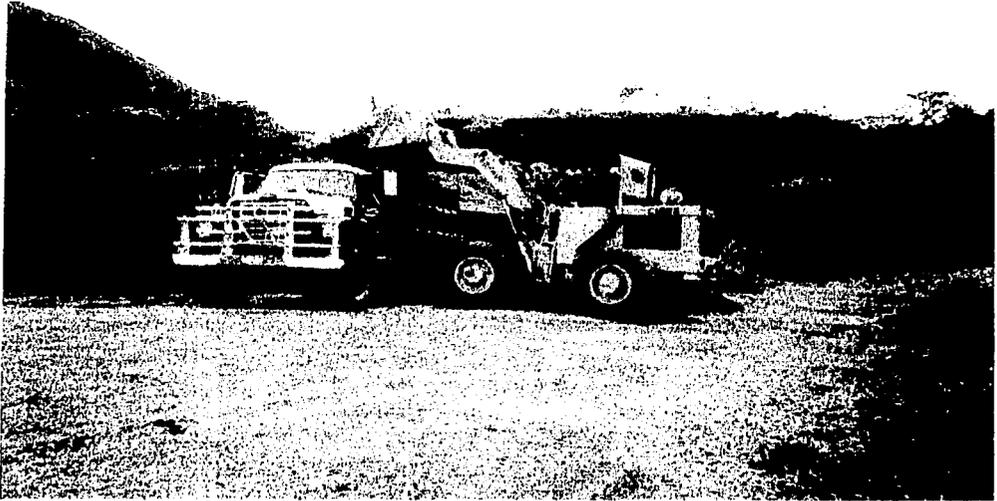


BANCO ZIMAPAN



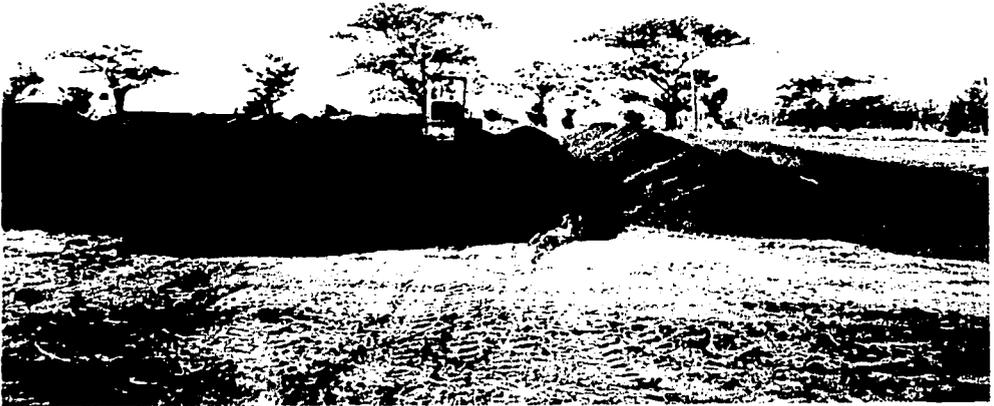
BANCO TECOLAPAN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

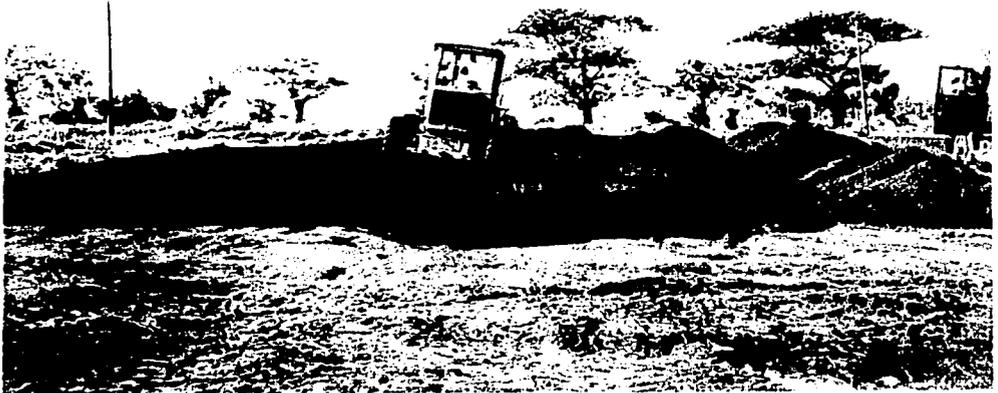


BANCO NIXTAMALAPAN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



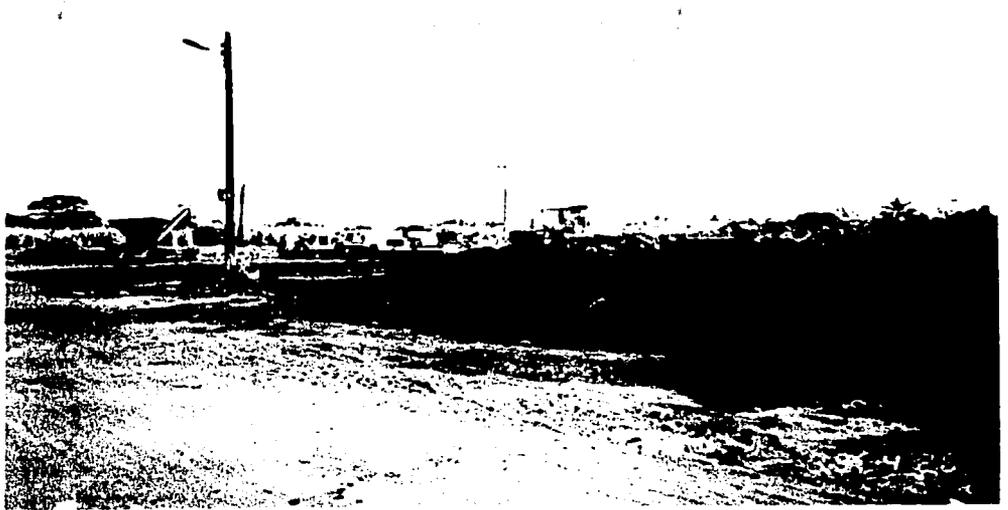
MOTOCONFORMADORA REVOLVIENDO MATERIAL PETREO (ARENA-GRAVA) .



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



MOTOCONFORMADORA REVOLVIENDO MATERIAL PETREO (ARENA-GRAVA) .



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



PERSONAL DE LABORATORIO TOMANDO MUESTRAS DE MATERIAL PETREO REVUELTO (ARENA - GRAVA).



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



MUESTREO DE MATERIAL



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CONDICIONES ACTUALES DEL CAMINO CD. LERDO, VER.
AL INGENIO SAN PEDRO.



CAMINO CD. LERDO - INGENIO SAN PEDRO



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



CAMINO CD. LERDO - INGENIO SAN PEDRO



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- EMULSIONES ASFÁLTICAS
Gustavo Rivera Escalante.
- 2.- LAS EMULSIONES ASFÁLTICAS Y SUS TÉCNICAS DE APLICACIÓN
Sindicato de Fabricantes de Emulsiones Asfálticas para Carretera (FRANCIA)
- 3.- MANUAL DE EMULSIONES ASFÁLTICAS
Instituto del Asfalto (ESTADOS UNIDOS)
- 4.- NORMAS DE CONSTRUCCIÓN S.C.T.
Normas de Materiales (Tomo VIII)
- 5.- NORMAS DE CONSTRUCCIÓN S.C.T.
Muestreo y Pruebas de Materiales. Primera Parte (Tomo IX)