



REPUBLICA DOMINICANA
SECRETARIA DE ESTADO DE OBRAS PUBLICAS Y COMUNICACIONES



Piel de Cocodrilo



Levantamiento



Trabajando



Buena carpeta

Identificación, causas y reparaciones
de las fallas en pavimentos asfálticos

SEOPC
1989

INDICE

I. Introducción	3
II. Agrietado	5
A. Grietas de Cocodrilo	5
B. Grietas de Borde	10
C. Grietas de la Junta de Borde	12
D. Grietas de la Junta de Carril	12
E. Grietas de Reflejo	12
F. Grietas de Contracción	15
G. Grietas de Resbalamiento	16
H. Grietas de Ensanche	19
III. Deformación	19
A. Canales (Surcos)	19
B. Corrugaciones y Combas	22
C. Depresiones	24
D. Levantamiento	26
E. Depresiones en Aperturas de Servidumbre	27
IV. Desintegración	27
A. Hoyos (Forma de Olla)	27
B. Desmoronamiento	30
V. Peligro de Patinaje	31
A. Asfalto Exudado o Regado	31
B. Agregado Pulido	34
VI. Tratamiento de Superficie—Problemas Especiales—	34
A. Pérdida del Agregado de Cubierta	34
B. Rayado Longitudinal	35
C. Rayado Transversal	36
VII. Apéndice—Glosario—	37
VIII. Apéndice—Pavimentos sobre Suelos Expansivos—	53
IX. Tablas	57
X. Referencias	64

I INTRODUCCION

A. Propósito

El propósito de esta publicación ha sido el de tratar de crear una herramienta altamente necesaria y útil para uso del personal de Conservación de Carreteras; esperando al mismo tiempo, que esta publicación ayude a crear conciencia de que el mantenimiento de pavimentos asfaltados debe ser una actividad de mayor importancia.

Aspectos tales como planificación, programación, financiamiento y administración de mantenimiento necesariamente están fuera del alcance de este trabajo.

Teniendo en mente que la finalidad de este trabajo se cumple en la medida que sea comprendido, se ha querido presentar este trabajo, en forma sencilla y práctica. De ahí, que se haya incluido un gran número de ilustraciones, un glosario selecto, algunas tablas y hasta una sección especial sobre suelos expansivos, que resume las últimas investigaciones sobre este tópico. Todas estas partes tienen por propósito el de clarificación, particularmente el glosario, el cual, aunque se encuentra después de la discusión de las distintas fallas, se recomienda leerse primero, para que el lector pueda familiarizarse con todos los términos que aparecen en esta publicación.

Se recibirán gustosamente las recomendaciones que tengan a bien hacer las personas que utilicen este manual, para así mejorarlo en sucesivas reimpresiones.

B. Alcance

La parte principal de este manual lo constituye la descripción de algunas de las fallas más comunes que ocurren en un pavimento asfaltado, las causas más comunes de esas fallas y algunos métodos sugeridos para reparar dichas fallas.

Estos métodos sugeridos aquí se presentan en forma general, aunque existen grandes diferencias en los tipos de suelos, clima, terreno, tráfico y otros factores que crean problemas bastante variados aún dentro de áreas pequeñas. No obstante esas diferencias, los métodos de reparación presentados aquí pueden usarse con gran efectividad en todas las regiones.

Este trabajo tiene su aplicación en la clase de pavimentos asfaltados que se construyen en Puerto Rico. Las fallas que se identifican son típicas de esos pavimentos. Por tal motivo se ha procurado que las medidas de reparación y conservación recogidas en este trabajo sean las mejores aplicables como tratamiento a esas fallas comunes en los pavimentos de aquí.

Los tratamientos descritos representan lo más reciente en el arte de la conservación de pavimentos asfaltados y deben constituir la base para un plan efectivo de mantenimiento progresivo.

C. Mantenimiento Progresivo

El plan de conservación, o sea, de mantenimiento, debe comenzar tan pronto como se termina la construcción de un pavimento. Los factores que causan los pequeños defectos iniciales actúan constantemente. Esto hace que *todos* los pavimentos requieran mantenimiento.

Los factores que se señalan pueden ser: cambios en la temperatura o en el contenido de humedad, efecto del tráfico, o pequeños movimientos en el terreno subyacente (debajo) o adyacente al pavimento. Las grietas, hoyos, depresiones y otros tipos de fallas son la

evidencia palpable del desgaste de un pavimento. Este desgaste constituye un proceso continuo que comienza cuando la construcción termina.

Un buen plan de mantenimiento requiere que los pavimentos se conserven en sus condiciones de máxima utilidad pero con un mínimo de gasto y de molestias para el tráfico. Cuando el costo del mantenimiento se hace mayor que el de substitución, esta última es evidentemente, la solución indicada.

El plan de mantenimiento progresivo funcional y preventivo debe contar con por lo menos los siguientes elementos:

1. Una brigada de mantenimiento que debe contar con por lo menos un hombre bien entrenado en la detección, diagnóstico y reparación de las fallas que se producen en los pavimentos asfaltados.
Esta brigada debe tener a su disposición por lo menos el equipo más imprescindible para la reparación de las fallas más comunes. El costo de reunir y entrenar una buena brigada de mantenimiento se compensa con la economía que representa una carretera en buenas condiciones.
2. Un plan de inspección continua, mediante el cual, todas las carreteras, enteramente o en tramos escogidos, se inspeccionen periódicamente. Dichas inspecciones deben *efectuarse a pie* y por personal bien adiestrado, para poder descubrir en sus comienzos, cualquier *falla incipiente* y sus causas. El trabajo de inspección es quizás el trabajo más importante del personal de conservación.
3. Un buen sistema de "records" de las inspecciones, de las reparaciones en los pavimentos y del equipo y su mantenimiento.
4. Un buen sistema de normas de seguridad al inspeccionar las carreteras y al usar equipo y materiales. Es importante el uso de ropas, equipo y señales de colores brillantes; de manera que los conductores se percaten de los trabajos con bastante antelación y que los trabajadores trabajen con menos temor a accidentes.
El equipo de seguridad debe adaptarse al trabajo que el personal está llevando a cabo.
5. La buena práctica de que los trabajos a realizarse, bien por las propias brigadas o bien por contratistas, se efectúen *rápidamente*, una vez que se determina su necesidad, y que esos trabajos sean de la más alta calidad, y de acuerdo a las normas establecidas por el Departamento de Obras Públicas. Los materiales también deben ser de la más alta calidad.
6. Los trabajos deben realizarse bajo condiciones ambientales favorables; esto es, en días soleados y tiempo seco; *nunca en días lluviosos*. Sin embargo las inspecciones pueden efectuarse cuando ha llovido, pues esto ayudaría a percatarse del funcionamiento de los desagües y de las condiciones donde estos se necesitan.
7. Un sistema adecuado de marcar la localización de los desagües, en la carretera y en los mapas de mantenimiento, para que así no se pasen por alto en las inspecciones. Estos desagües deben mantenerse limpios en todo momento.

Como un punto adicional que se considera de gran importancia, se menciona un método para la anotación de las fallas durante la inspección regular de las carreteras.

El método de anotación que se use es importante, porque además de constituir una constancia de que la inspección se efectuó, puede utilizarse para lo siguiente:

1. Establecer prioridades al efectuar las reparaciones necesarias.
2. Estudiar el comportamiento de las carreteras a través del tiempo.
3. Definir un sistema uniforme de fácil interpretación.

La tabla núm. 7, pp. 63, consiste de una forma que se sugiere con el propósito de facilitar la anotación de las diferentes fallas en una carretera. Dicha forma se presta para modificación según sea necesario, de manera que cumple su objetivo en una forma práctica. Por ejemplo, se puede adaptar para reparaciones localizadas o para reparaciones que envuelven largos tramos de carretera y para los cuales se requieren asignaciones especiales de fondos.

En todo caso, la forma que se use debe mantenerse *práctica* y en ningún momento deberá

sobrecargarse con detalles, pues el objetivo es que las Brigadas de Conservación lleguen prontamente a los puntos específicos donde están las fallas llevando consigo material y equipo adecuados para efectuar las reparaciones iniciales.

La idea es mejorar la eficiencia y por ende, mejorar la utilización de los fondos destinados a la conservación de carreteras.

II AGRIETADO

A. Grietas de Cocodrilo

a. Descripción

Grietas entrelazadas que forman una serie de cuadritos parecidos a la piel del cocodrilo o a la tela metálica.

b. Causa

En la mayoría de los casos estas grietas son causadas por el asentamiento de la superficie sobre un sub-suelo o capa interior granular que es inestable debido a su estado de saturación (mojada). Por lo regular las áreas afectadas son pequeñas. Sin embargo, a veces cubren secciones enteras.

En otros casos la grieta aparece por el efecto de cargas repetidas que exceden la capacidad de carga del pavimento para el cual fue diseñado.



Fig. Núm. 1 - Grietas de Cocodrilo.

c. Reparación

La reparación debe incluir: 1ro) Sacar el material mojado e instalar drenaje si es necesario, 2do) Se rellena de toda la profundidad con material mezclado de la planta, formando así un parcho fuerte. También se puede rellenar con material de base compactado en capas de no más de 6". Luego se imprime y se le aplica una capa superior de material mezclado de la planta para reparaciones temporeras, simplemente se le aplica material, formando así un parcho fino, o se le aplica una mano de material sellante que contenga agregado.

En todo caso las reparaciones se deben efectuar lo antes posible, para así evitar mayores daños al pavimento.

Reparación Permanente

Parcho Profundo

1. Saque el material de superficie y de base hasta llegar al terreno firme, y extendiéndose en el pavimento como un pie a ambos lados fuera del área agrietada, se hace

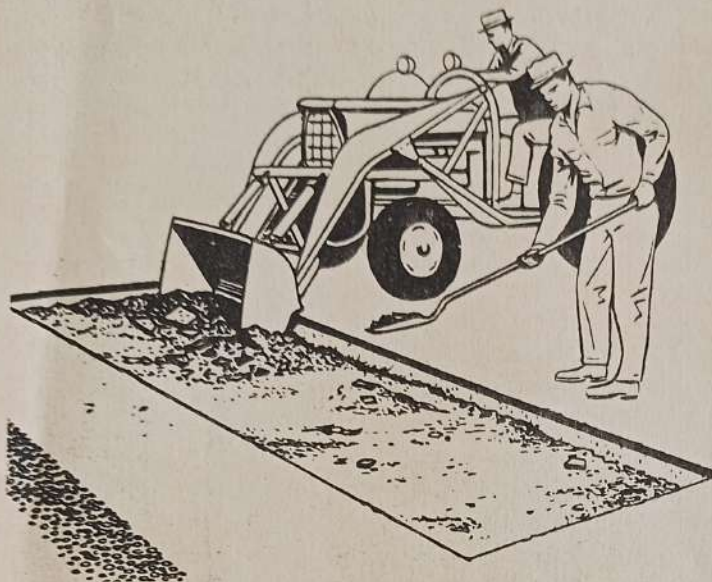
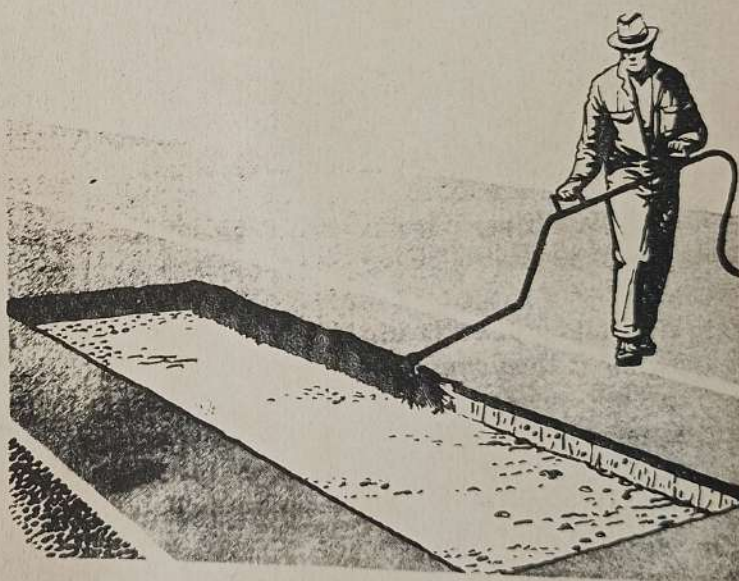


Fig. Núm. 2 - Sacando el Material de Base y de Superficie.

Fig. Núm. 3 - Aplicando Capa Ligante a las Superficies Verticales.



2. un corte cuadrado o rectangular con las caras derechas y verticales. Un par de caras o lados deberá estar a ángulo recto con la dirección del tránsito.
3. Si la causa de la falla lo es el agua, se construye un desague.
4. Se aplica una capa ligante a las caras verticales.
5. Para mejorar resultados, se rellena el hoyo con una mezcla asfáltica de la planta. Esta mezcla deberá ser densa y deberá depositarse caliente, regándose cuidadosamente para evitar la segregación.
6. Si no hay mezcla asfáltica, se hace el relleno con un buen material granular de base. En el fondo del hoyo se puede depositar también el mismo material de base y superficie que se sacara del hoyo, siempre y cuando este se rompa en pequeños pedazos y se mezcle bien.
7. Se compacta en capas, si el hoyo tiene más de 6" de profundidad, y se compacta bien

cada capa de 6". El equipo de compactación debe ser el más adecuado para el trabajo. Un apisonador de plato vibratorio es excelente para parchos pequeños, mientras que una aplanadora es más práctica para áreas grandes.

6. Cuando la mezcla asfáltica se deposita en toda la profundidad del hoyo y encima de la subrasante, no se necesita capa de imprimación.
7. Si se usa base granular se debe imprimir. En este caso se deberá completar el trabajo con material asfáltico de superficie, mezclado en planta y depositado caliente, compactándose hasta el mismo nivel del pavimento adyacente. Si no hay mezcla caliente de superficie, se puede utilizar material mezclado en planta añadiéndole el asfalto líquido.
8. Se usa una regla o hilo para verificar el alisado y alineación del parcho.



Fig. Núm. 4 - Rellenando el Hoyo con Mezcla de la Planta.

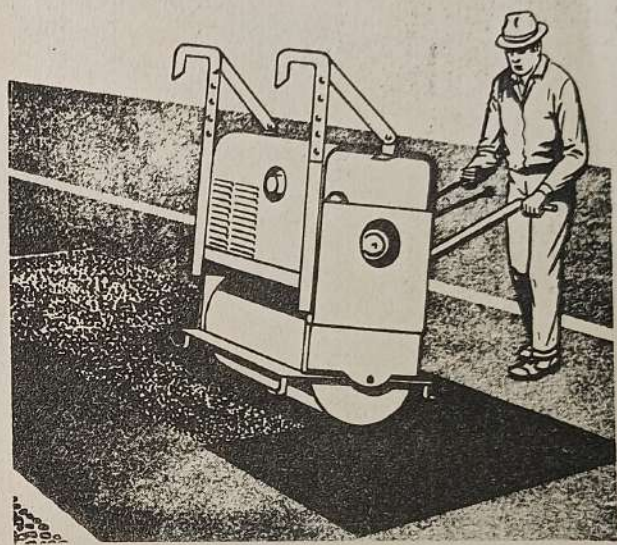


Fig. Núm. 6 - Compactando la Mezcla.



Fig. Núm. 5 - Extendiendo la Mezcla.



Fig. Núm. 7 - Aplicando la Regla al Parcho.

Reparación Temporera

Parcho de Revestimiento para área con grietas de más de 1/8".

1. Se hace una zanja pequeña llana alrededor del área que se va a reparar. Esta zanja provee una cara vertical alrededor del borde.
2. Se limpia el área con cepillos, y si es necesario, con aire comprimido.
3. Usando cepillos, se aplica sobre las grietas material asfáltico fino, mezclado en la planta.

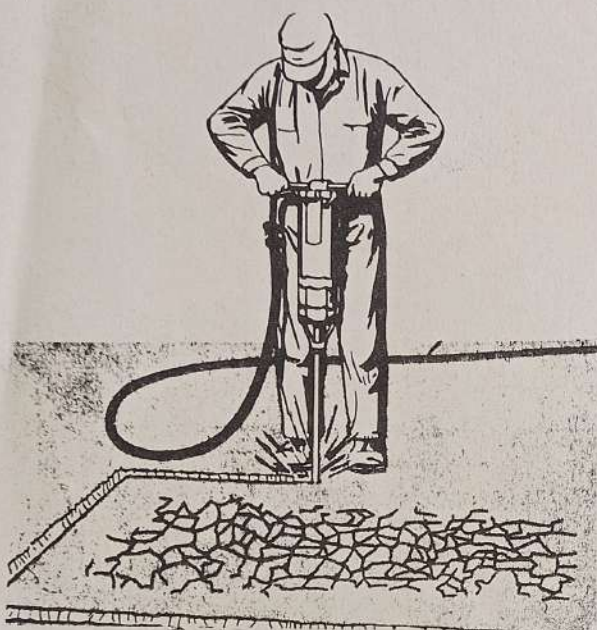


Fig. Núm. 8 - Cortando Cara Vertical Alrededor de la Parte Agrietada.



Fig. Núm. 10 - Compactando con Compactador de Plato Vibratorio.



Fig. Núm. 9 - Barriendo Mezcla de la Planta en las Grietas de Cocodrilo.



Fig. Núm. 11 - Aplicando Capa Ligante.



Fig. Num. 12 - Aplicando Parcho Fino de Mezcla Caliente de la Planta.



Fig. Núm. 14 - Rociando Asfalto en Grietas de Cocodrilo.



Fig. Núm. 13 - Compactando con Compactador de Plato Vibratorio.



Fig. Núm. 15 - Aplicando Agregado de Cubrición.

4. Se compacta con apisonador de plato vibratorio, con aplanadora, o con las ruedas traseras de un camión cargado.
5. Se aplica una capa ligante.
6. Se aplica un parcho de revestimiento con material asfáltico caliente, mezclado en la planta. Si no se dispone de este material, se usa mezcla de la planta, añadiéndole asfalto líquido.
Se biselan los bordes cuidadosamente y se remueven las partículas gruesas con un rastrillo.
7. Se compacta el parcho con un apisonado de plato vibratorio o aplanadora. Si no se dispone de este equipo, se puede utilizar las ruedas del camión que trae la mezcla.

Parcho de capa sellante con agregado para áreas con grietas de menos de 1/8".

1. Se limpia el área agrietada con cepillos, y si es necesario, con aire comprimido.
2. Se rocía la cantidad necesaria de asfalto líquido (emulsión de curado rápido o mediano) en la superficie limpia. Por lo regular, de 0.15 o 0.25 galón por cada yarda cuadrada, es suficiente para la capa sellante, pero se puede aplicar un poco más de la cantidad señalada de asfalto, si se pierde demasiado asfalto en las grietas.

3. Se aplica el agregado de superficie inmediatamente después de regar el asfalto. Para este tipo de parcho se recomienda una gravilla de 1/4" a Núm. 10.
4. La capa sellante se aplanando usando equipo de ruedas de goma. Si no hay aplanadora se puede usar el mismo camión que lleve el agregado de superficie.
5. Si es necesario rellenar el área del parcho hasta nivelarlo con el resto del pavimento, se puede aplicar una segunda capa sellante.
6. Se deja secar bien el área reparada antes de abrirla al tráfico.

Parcho con Lechada Sellante para Areas Agrietadas por Sobrecarga.

1. Se limpia el área agrietada con cepillos y si es necesario, con aire comprimido.
2. Se aplica lechada de emulsión asfáltica.

b. Grietas de Borde

a. Descripción

Grietas longitudinales que ocurren como a un pie del borde del pavimento, con o sin grietas transversales, y que se ramifican hacia el paseo.

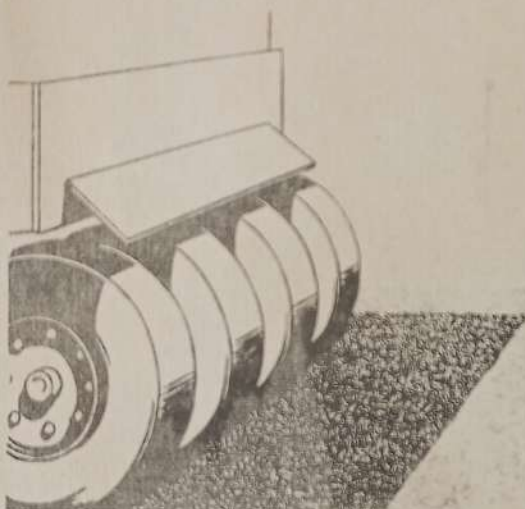


Fig. Núm. 16 Pasando Rolo sobre Capa de Sellado con Equipo de Llantas de Goma.



Fig. Núm. 17 - Grieta de Borde.

b. Causa

Por lo regular estas grietas se deben a la falla del soporte lateral que proporciona el paseo. Estas grietas también pueden ser causadas porque el material debajo del área agrietada ha sufrido asentamiento o ha cedido debido a un drenaje pobre, a encojimiento del terreno circundante, o a vegetación existente cerca del borde del pavimento.

c. Reparación

Para reparaciones temporeras, llene las grietas como se indica para Grietas de Reflejo (Parte II, E).

Para reparaciones más permanentes, llene las grietas con lechada emulsificada de asfalto o con asfalto líquido mezclado con arena. Si el borde del pavimento se ha asentado, se trae al nivel correcto usando material para parchos (mezcla asfáltica caliente de la planta).

1. Se mejora el drenaje y se instalan desagües inferiores si es necesario.
2. Se limpia el pavimento y las grietas con cepillo y aire comprimido.
3. Se llenan las grietas con lechada emulsificada de asfalto líquido (SS-1, SS-1h o SM-K) mezclado con arena. El exceso se limpia con enjugador de goma.
4. Se aplica una capa ligante.

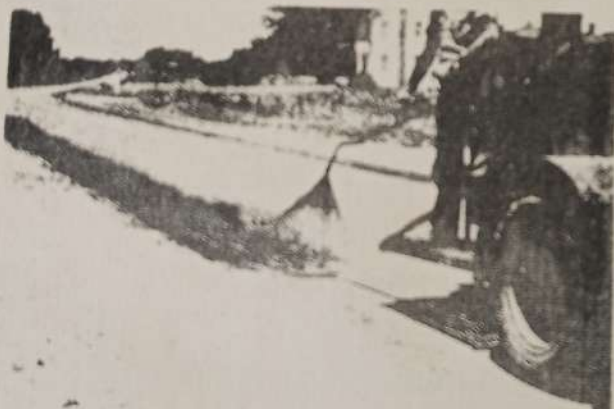


Fig. Núm. 18 - Aplicando Capa Caliente.



Fig. Núm. 20 - Compactador con Rolo.



Fig. Núm. 19 - Regando Material Asfáltico Mezclado en Planta en el Borde Asentado.



Fig. Núm. 21 - Grieta de Junta de Borde.

5. Se rellena la parte asentada del borde, regando material asfáltico caliente, mezclado en la planta. Se verifica el alisado usando regla o hilo. Luego se compacta usando apisonador de plato vibratorio o aplanadora, asegurándose de que los bordes del parcho queden derechos y limpios.
6. Se eliminan los árboles, arbustos y cualquier otra vetación que haya cerca del borde del pavimento, excepto la yerba o grama.

C. Grietas de la Junta del Borde

a. Descripción

Esta grieta es la separación de la junta entre el pavimento y el paseo.

b. Causa

Una causa muy común de este tipo de grieta es el que alternadamente se mojen y se sequen las capas debajo de la superficie del paseo. Esta condición puede resultar de varios factores tales como, drenaje pobre debido al paseo estar más alto que el pavimento, lomo de yerba o tierra, asentamiento de paseo, encojimiento de la mezcla asfáltica o el paso de camiones con las gomas a lo largo de la junta, todo lo cual acumula agua que se filtra a lo largo de la junta.

C. Reparación

Si el agua es causante, se mejora el drenaje, eliminando así la condición que atrapa al agua. Entonces, se repara la grieta como se indica para Grietas de Reflejo (Parte II, E.)

D. Grietas de Junta de Carril

a. Descripción

Estas son separaciones longitudinales a lo largo de la costura que separa dos carriles.

b. Causa

Este tipo de grieta se debe a la debilidad de la costura entre las capas adyacentes de dos carriles del pavimento.

C. Reparación

Se repara como se indica en Grietas de Reflejo (Parte II, E.)

E. Grietas de Reflejo

a. Descripción

Llamadas así porque "reflejan" en las capas superpuestas de asfalto, el mismo patrón de agrietado que ocurre en las capas inmediatamente debajo. La forma de la grieta puede ser longitudinal, transversal, diagonal o en forma de bloque. Ocurren principalmente cuando la grieta que se ha tratado de cubrir no ha sido bien reparada.

b. Causa

Las grietas de "reflejo" son causadas por el movimiento debajo de la capa superpuesta. Estos movimientos a su vez son ocasionados por la expansión o contracción que causan los cambios de humedad o temperatura. Estas grietas también las causan los movimientos del tráfico o del terreno, y también, la pérdida de humedad en las rasantes que tienen mucho burro.

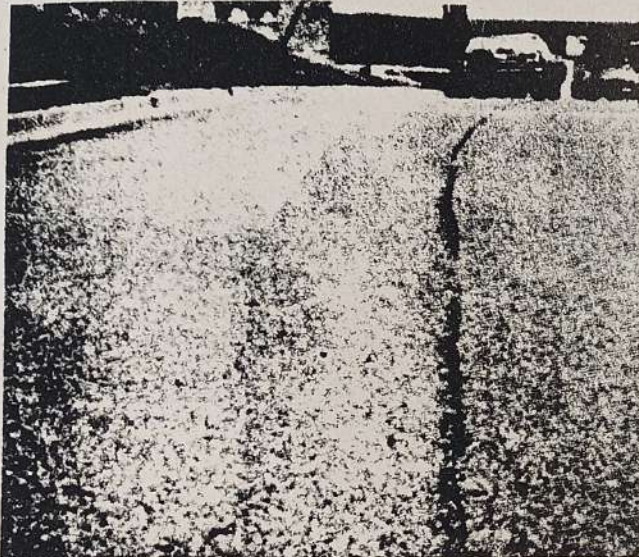


Fig. Núm. 22 - Grieta de Junta de Carril.



Fig. Núm. 23 - Grieta de Reflejo.

c. Reparación

La reparación ofrecida aquí se refiere a grietas de más de 1/8" de ancho, ya que las grietas de menos de 1/8" de ancho, difícilmente se pueden sellar efectivamente.

Se llenan las grietas con una lechada de emulsión asfáltica o con asfalto líquido liviano, mezclado con arena fina.

También se pueden utilizar compuestos especiales de asfalto o asfalto líquido más pesado, para llenar las grietas más grandes.



Fig. Núm. 24 - Limpiando la Grieta con Cepillo y Aire Comprimido.



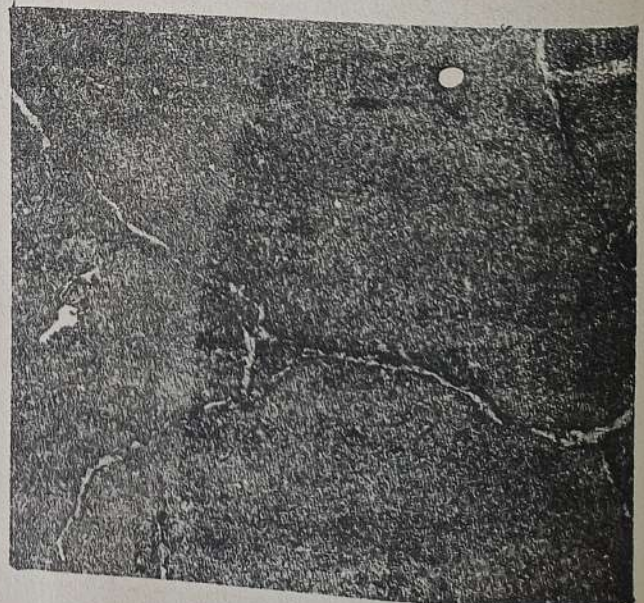
Fig. Núm. 26 - Regando la Superficie con Arena Seca.

1. Se limpia la grieta con un cepillo duro y con aire comprimido.
2. Las grietas grandes se llenan (sin exceso) con lechada emulsificada o con asfalto líquido (SS-1, SS-1h o SM-K) mezclado con arena, usando un cubo especial de vaciar y un enjugador de goma.
3. La superficie del relleno de la grieta se rocía con arena seca, evitando así que las ruedas de los automóviles se lleven el material de relleno.

Fig. Núm. 25 - Sellando la Grieta con Cubo Especial de Vaciar y Enjugador de Goma.



Fig. Núm. 27 Grietas de Contracción.



F. Grietas de Contracción

a. Descripción

Grietas entrelazadas que forman una serie de cuadros grandes, y que tienen por lo general, esquinas o ángulos agudos.

b. Causa

Estas grietas pueden ser causadas por el cambio de volumen en la mezcla asfáltica o en la capa de base, o en la subrasante. Es difícil determinar en cual de ellos ocurre el cambio de volumen. Sin embargo, frecuentemente estas grietas son causadas por el cambio en volumen del agregado fino, en mezclas asfálticas que contienen un alto porcentaje de asfalto de penetración baja. Luego, la falta de tráfico acelera el agrietado por encojimiento en estos pavimentos.

c. Reparación

Estas grietas se reparan llenándolas con una lechada de emulsión de asfalto, seguida de un tratamiento de la superficie, o de la aplicación de una lechada sellante aplicada sobre toda la superficie.

1. Se limpia bien las grietas y la superficie del pavimento con cepillos y aire comprimido.
2. Se moja con agua las grietas y el pavimento.
3. Cuando toda la superficie está uniformemente húmeda, pero sin agua suelta, se aplica una capa ligante de emulsión asfáltica diluída con agua, por partes iguales.

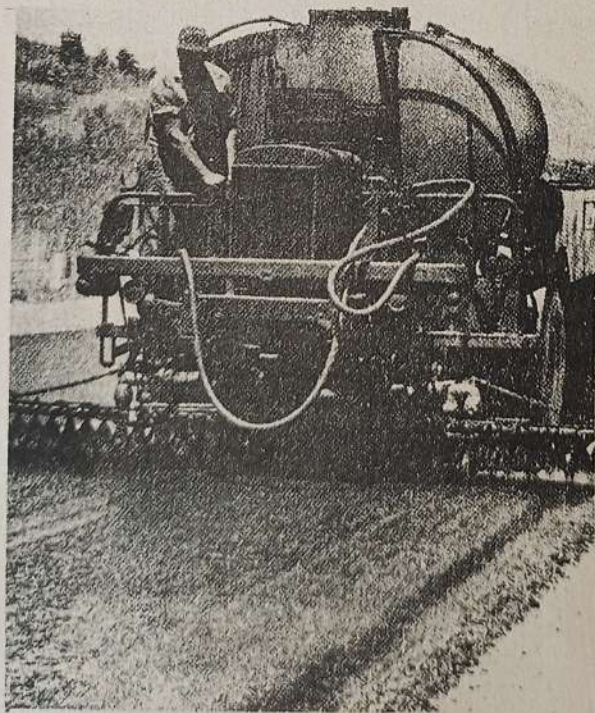


Fig. Núm. 29 - Aplicando Capa Ligante.

Fig. Núm. 28 - Limpiando Grietas de Contracción con Aire Comprimido.





Fig. Núm. 30 - Llenando Grietas de Contracción con Sello de Lechada.

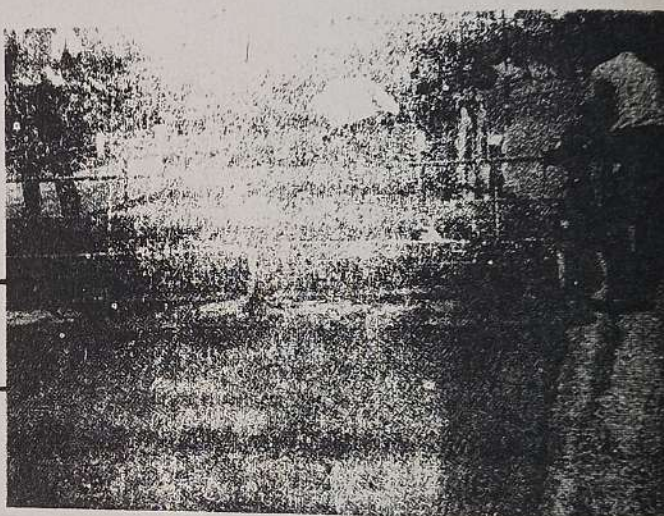


Fig. Núm. 31 - Sellando la Superficie con Lechada.

4. Se prepara la mezcla de la lechada de emulsión asfáltica.
5. Se aplica la mezcla de lechada en las grietas y se empareja con un enjugador de goma.
6. Cuando la lechada está curada hasta estar firme, se aplica a toda el área, un tratamiento de superficie o una lechada sellante con el equipo apropiado.
7. Se permite el curado hasta que esté lo suficientemente firme, de manera que no se lo lleve el tráfico de vehículos.

G. Grietas de Resbalamiento

a. Descripción

Estas grietas tienen forma de media luna y casi siempre se forman en dirección del empuje de las ruedas sobre la superficie del pavimento, aunque también pueden formarse en dirección contraria.

b. Causa

Estas grietas se forman debido a la falta de una buena adhesión entre la capa de superficie y la capa que queda inmediatamente debajo. La falta de adhesión se puede de-



Fig. Núm. 32 - Grietas de Resbalamiento.

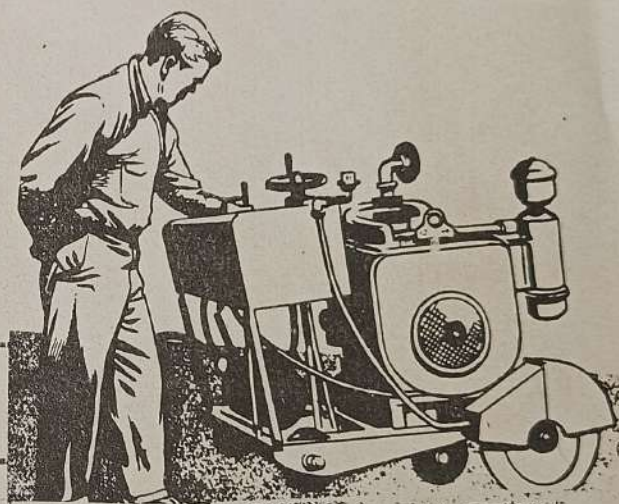


Fig. Núm. 33 - Cortando con Sierra de Pavimento.

ber a falta de una capa ligante o a la presencia de algún contaminante, como polvo, aceite, goma, sucio, agua o cualquier otro material no adheriente entre las dos capas. Las grietas de resbalamiento también pueden ser causadas por haberse usado una mezcla asfáltica que contenía demasiado arena o por no haber compactado bien el material, durante la construcción.

c. Reparación

El único método apropiado para reparar una de estas grietas es, sacando la capa de superficie de alrededor de donde se encuentra la grieta y hasta el punto que permita efectuar una buena unión entre las capas. Entonces, se remienda con material asfáltico mezclado en la planta.

1. Quite el material agrietado hasta por lo menos un pie dentro de la parte que está en buenas condiciones. Los cortes se hacen rectos y verticales.
2. Limpie bien la parte expuesta, con cepillos y aire comprimido.
3. Aplique una capa ligante, fina.
4. Deposite en el hueco suficiente material asfáltico mezclado en la planta, de manera que luego de compactado quede al mismo nivel que el pavimento alrededor.
5. Nivele el material cuidadosamente, para evitar segregación.
6. Verifique con una regla recta, la calidad de rodaje del remiendo.
7. Compacte bien el área reparada, utilizando un compactador vibrador de plancha o un rolo cilíndrico de acero.

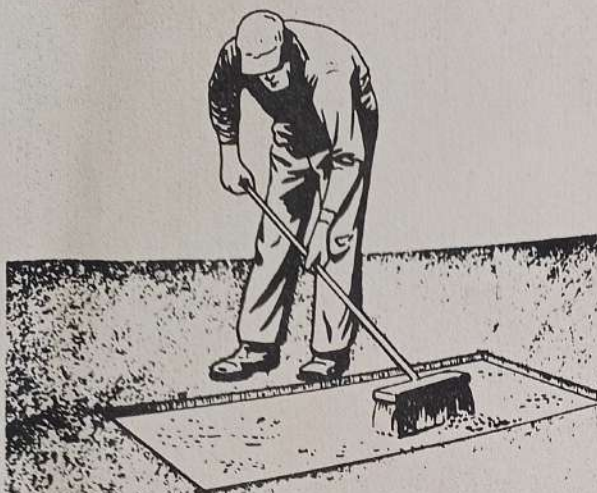


Fig. Núm. 34 - Limpiando la Superficie del Area Descubierta.



Fig. Núm. 35 - Aplicando Cupa Ligante.



Fig. Núm. 36 - Depositando Mezcla de la Planta en el Espacio Cortado.



Fig. Núm. 37 - Emparejando la Mezcla del Parcho.

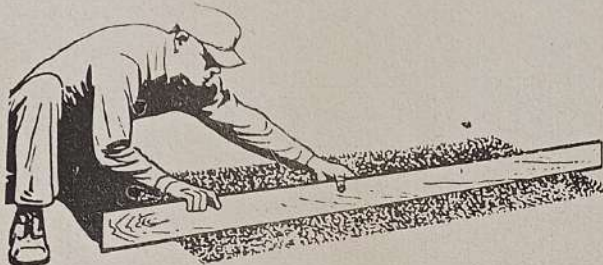


Fig. Núm. 38 - Verificando con la Regla.

Fig. Núm. 39 0-Compactando con Apisonador.



H. Grietas de Ensanche

a. Descripción

Grietas longitudinales de reflejo, que se manifiestan en la capa asfáltica superpuesta, sobre la junta, entre el pavimento viejo y la sección nueva de ensanche.

b. Causa

Vea Grietas de Reflejo, Parte II E.

c. Reparación

Vea Grietas de Reflejo, Parte II E.

III DEFORMACION

A. Canales (Surcos)

a. Descripción

Estas son depresiones en forma de canales o surcos que se forman en un pavimento asfáltico, debido a las huellas de las ruedas.

b. Causa

Los canales pueden ser causados cuando a consecuencia del tráfico, se desplaza la capa asfáltica o se mueven lateralmente las capas interiores del pavimento. Se repone específicamente a cuando no ha habido suficiente compactación en un pavimento asfáltico nuevo, o cuando hay movimiento plástico en una mezcla asfáltica que no presenta suficiente estabilidad bajo el tráfico.

c. Reparación

Se repara, llenando los canales con material asfáltico caliente mezclado en la planta. Luego se aplica una capa fina superpuesta, de material asfáltico de la planta.

1. Se determinan los límites de los canales usando una regla y se marcan con creyón las áreas a rellenarse.
2. Se aplica una capa ligante, (0.05 a 0.15 galón por cada yarda cuadrada de SS-1 o de emulsión asfáltica SS-1h diluida con agua por partes iguales).

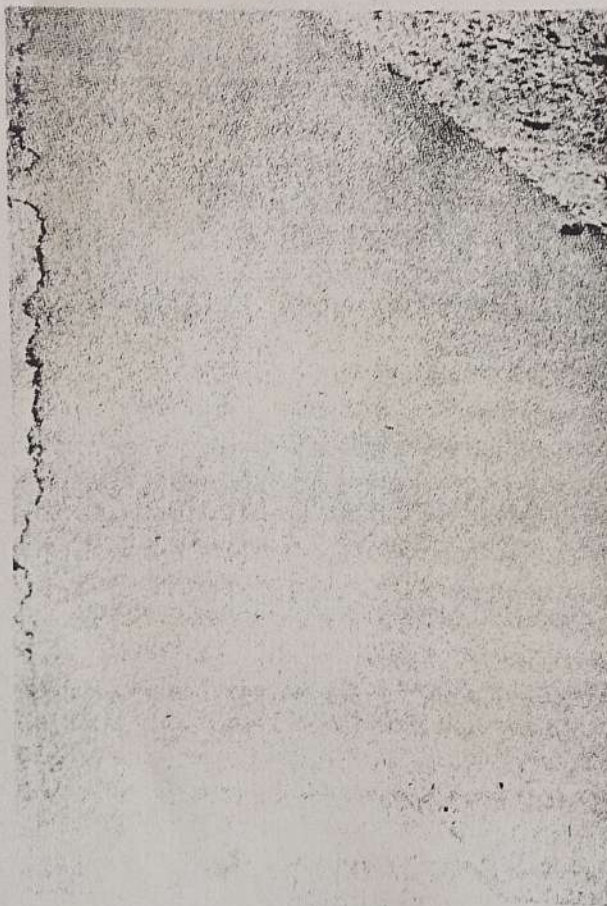


Fig. Núm. 40 - Grieta de El-sanche.

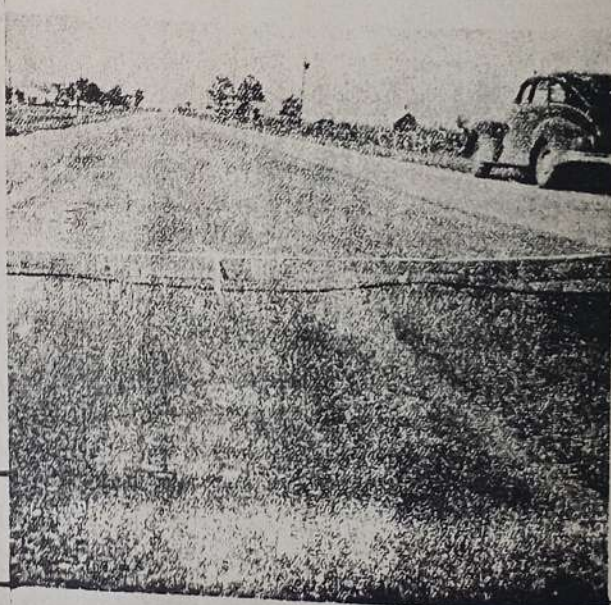


Fig. Núm. 41 - Canales (Surcos).

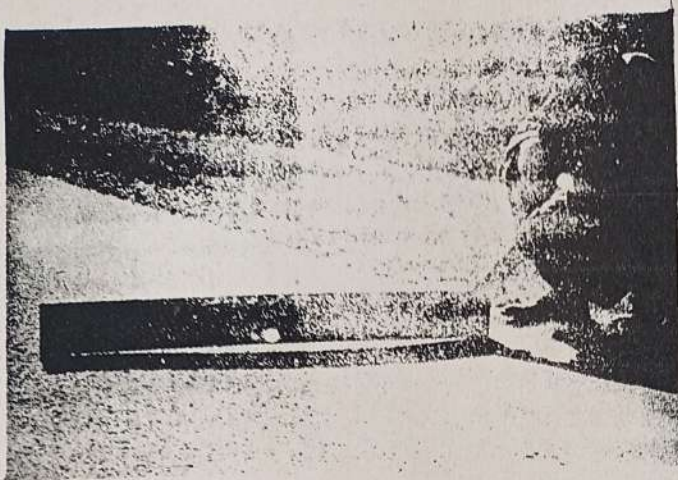


Fig. Núm. 42 - Verificando con la Regla y Delineando el Canal.

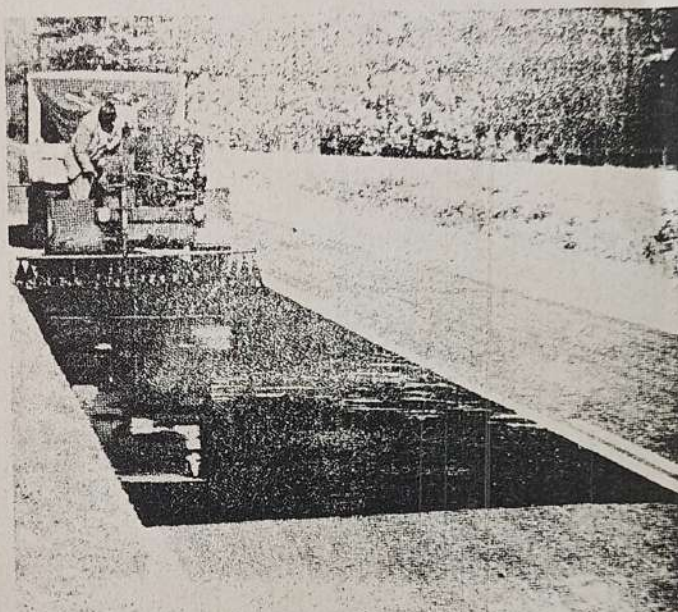
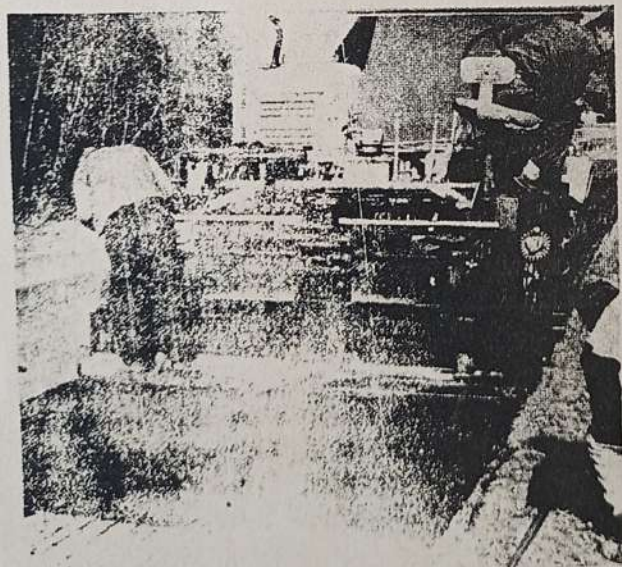


Fig. Núm. 43 - Aplicando Capa Ligante.



*Fig. Núm. 44 - Extendiendo Mezcla de la Planta, de Grada-
ción Densa.*

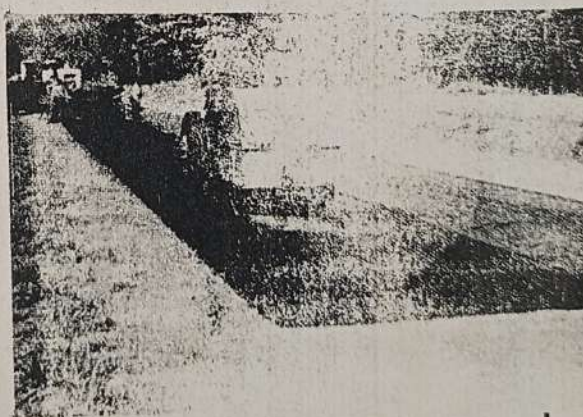


Fig. Núm. 45 - Compactando con Rolo.

3. Usando pavimentación, se riega una capa de concreto asfáltico denso (Mezcla Tipo IV-a o IV-b). Los bordes deberán quedar en forma de cuña.
4. Se compacta con una aplanadora.
5. Se aplica una capa fina superpuesta, de material caliente mezclado en la planta.
6. Si no se aplica la capa superpuesta, se sella con mezcla de arena y asfalto, para evitar la entrada de agua teniendo muy en cuenta el no utilizar demasiado asfalto.

B. Corrugaciones y Combas

a. Descripción

Las corrugaciones consisten típicamente del movimiento plástico de la superficie asfaltada en forma de ondulaciones o rizos. Mientras que las combas son una forma de movimiento plástico de la superficie asfaltada pero en forma de combaduras localizadas.

Estas combas ocurren principalmente en puntos del pavimento donde el tráfico para y sigue intermitentemente, donde hay protuberancias y los carros rebotan, en curvas cerradas, o en cuestas donde los automóviles frenan bajando.

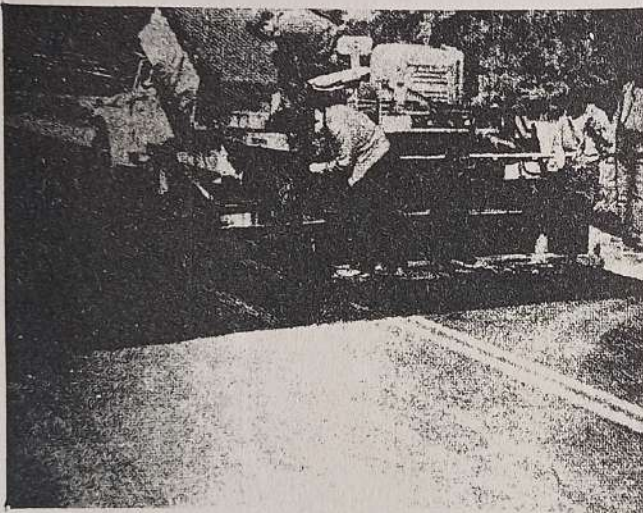


Fig. Núm. 46 - Depositando una Capa Superpuesta Fina de Material Caliente Mezclado en Planta.

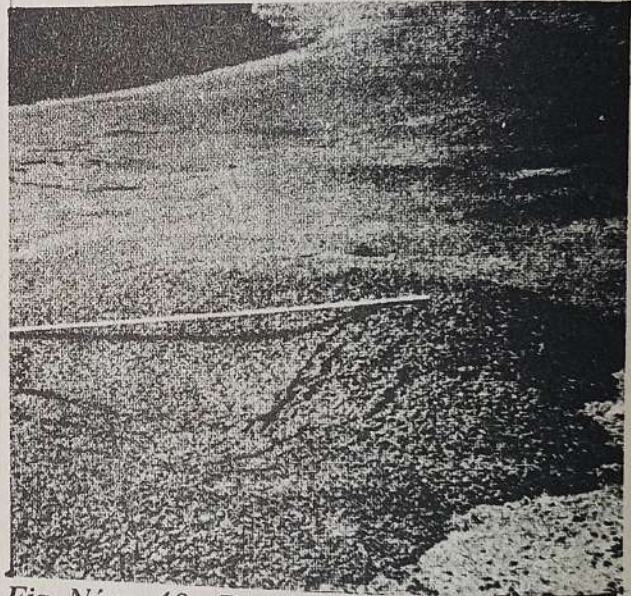


Fig. Núm. 48 - Desplazamiento.

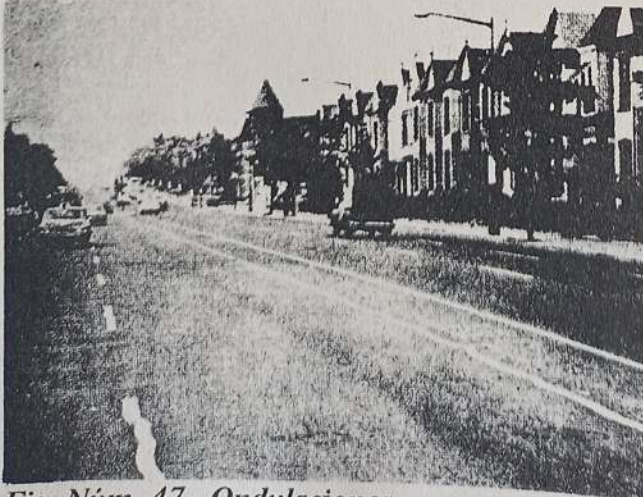


Fig. Núm. 47 - Ondulaciones.

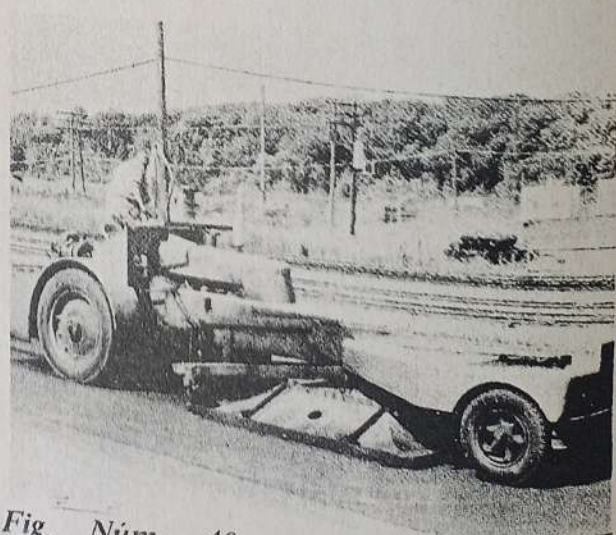


Fig. Núm. 49 - Aplanando con Aplanadora-Calentador.

b. Causa

Estas fallas (corrugaciones y combas) ocurren por lo regular en capas asfálticas con baja estabilidad. Y la baja estabilidad a su vez se puede deber a que la mezcla tiene: demasiado agregado fino, agregado (fino o grueso) con demasiadas partículas redondas y pulidas; o cemento asfáltico demasiado blanco. También se puede deber a demasiada humedad, a contaminación debido a derrame de aceite, o a falta de aireación al depositar las mezclas que contienen asfalto líquido.

c. Reparación

La reparación de este tipo de falla (corrugaciones) se divide en dos clases:

Tratamiento de Superficie (capa delgada, 2" o menos)

1. Se escarifica y rompe la superficie.
2. Este material partido se mezcla con el material de base hasta una proximidad de 4".
3. Se compacta y se le da forma a la base.
4. Se imprime la base.
5. Se aplica una capa nueva de tratamiento de superficie.



Fig. Núm. 50 - Depresión (Area Deprimida se denota por el Agua en el Pavimento).

Fig. Núm. 51- Usando Regla para Delinar la Depresión.



Reparación de una capa Asfáltica Gruesa (2" o más)

1. Se suaviza la superficie de la parte afectada.
2. Se cubre la parte suavizada con material sellante mezclado de emulsión asfáltica. Si es necesario se puede aplicar una capa superpuesta de concreto asfáltico.

Reparación de Areas Pandeadas (Combas)

Véase Grietas de Cocodrilo-Parcho Profundo
(Parte II A-c)

C. Depresiones

a. Descripción

Estas son áreas bajas localizadas, y de tamaño limitado; que pueden o no tener grietas. En algunos casos estas depresiones bajan una pulgada o más bajo la línea original del área de rodaje, de manera que en ellas se acumula el agua. Estos charcos no solo

deterioran el pavimento, sino que también representan un peligro para los conductores.

b. Causa

Las depresiones pueden ser causadas por un tráfico más pesado que el tráfico para el cual se diseñó el pavimento. Las depresiones también pueden ser causadas por el asentamiento de las capas interiores del pavimento o por métodos de construcción inadecuados.



Fig. Núm. 53 - Limpiando el Area Afectada.

Fig. Núm. 52 - Formando los Bordes.





Fig. Núm. 54—Aplicando una Capa Ligante.

Fig. Núm. 55—Esparciendo Mezcla de la Planta.



c. Reparación

Las depresiones se deben llenar con material asfáltico de la planta. Este material se compacta y el parcho debe guardar el mismo nivel de pavimento adyacente.

1. Usando una regla se determina los límites de la depresión, y estos se marcan con un creyón.
2. Si hay disponible una esmeriladora, se rebaja el área ya marcada, para así proveer una cara vertical en el contorno marcado. Si no hay equipo de esmerilar, este paso se omite.
3. Se limpia bien el área y hasta un pie fuera de los límites marcados.
4. Se aplica en el área ya preparada una capa fina de material ligante (0.05 a 0.15 galón por yarda cuadrada de SS-1 o emulsión asfáltica SS1h diluída con agua por partes iguales).
5. Se deja curar la capa ligante.
6. Se riega suficiente material asfáltico caliente mezclado en la planta de manera que después de compactado el parcho quede al nivel original antes de formarse la depresión. Si no hay mezcla caliente, se puede usar mezcla con asfalto líquido, en cuyo caso la mezcla se debe aerar bien antes de depositarse. Esto es necesario, para eliminar solventes y agua que podrían producir un parcho inestable.
7. Si no se rebaja el área marcada, los contornos del parcho se biselan, rastrillando y



Fig. Núm. 56 - Verificando el Nivel con la Regla.



Fig. Núm. 58 - Depositando Sello de Arena.



Fig. Núm. 57 - Compactando el Parcho.



Fig. Núm. 59 - Levantamiento.

manipulando el material cuidadosamente. No obstante, al rastrillar se debe tener cuidado de que no haya segregación de partículas gruesas y finas del agregado.

8. Se chequea el nivel del parcho con una regla o con un hilo.
9. Se compacta bien el parcho con un apisonador vibratorio manual o con una aplanadora.
10. Se aplica sello de arena para evitar la entrada de agua, teniendo cuidado de no depositar demasiado asfalto.

D. Levantamiento

a. Descripción

Este es el desplazamiento localizado y hacia arriba de un pavimento cuando se hincha la subrasante o alguna otra parte del pavimento.

b. Causa

Las causas más común de esta falla es el efecto de hinchazón o esponjamiento que produce la humedad en los suelos expansivos.

c. Reparación

Véase Grietas de Cocodrilo-Parcho Profundo, Parte II A-c.

E. Depresiones en Aperturas de Servidumbre

a. Descripción

Estas son depresiones que se producen donde se ha cortado el pavimento para hacer algún trabajo de excavación.

b. Causa

Comúnmente este tipo de depresiones se produce cuando no se ha compactado bien el relleno.

c. Reparación

Véase Depresiones, Parte III C-c

IV DESINTEGRACION

Esta falla consiste, en la rotura del pavimento en pequeños fragmentos sueltos, incluyendo también las partículas del agregado que se desalojan. Este tipo de falla debe corregirse en sus comienzos para evitar que su progreso requiera la reconstrucción completa del pavimento.

A. Hoyos (Forma o Olla)

a. Descripción

Estos hoyos en forma de olla, se forman de diferentes tamaños en el pavimento, a consecuencia de la desintegración localizada del asfalto.

b. Causa

La causa más común de estos hoyos es la debilidad en el pavimento, que bien puede resultar de: poco asfalto, superficie asfáltica muy delgada, demasiado o poco agregado fino, o drenaje pobre.

c. Reparación

Debido a que los hoyos frecuentemente aparecen cuando es difícil el efectuar reparaciones permanentes, se tienen que tomar medidas de emergencia. Estas reparaciones temporeras por lo regular incluyen, el limpiar el hoyo y rellenarlo con material asfál-

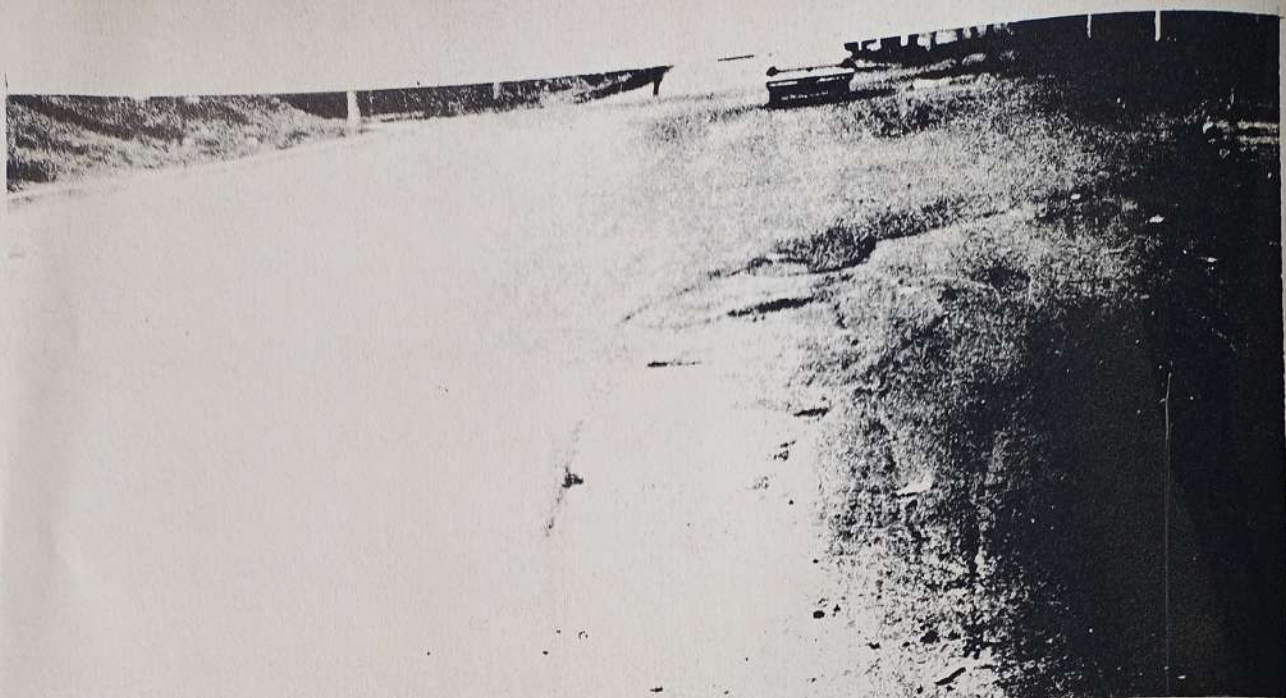


Fig. Núm. 60 - Depresión en Apertura de Servidumbre.

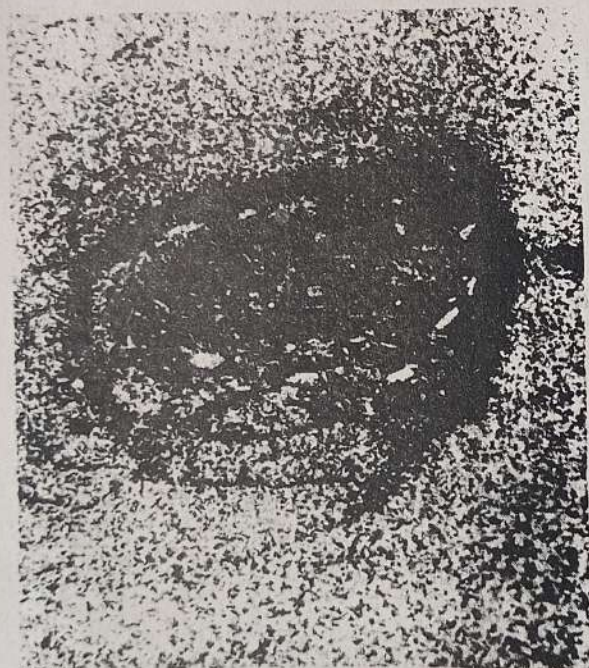
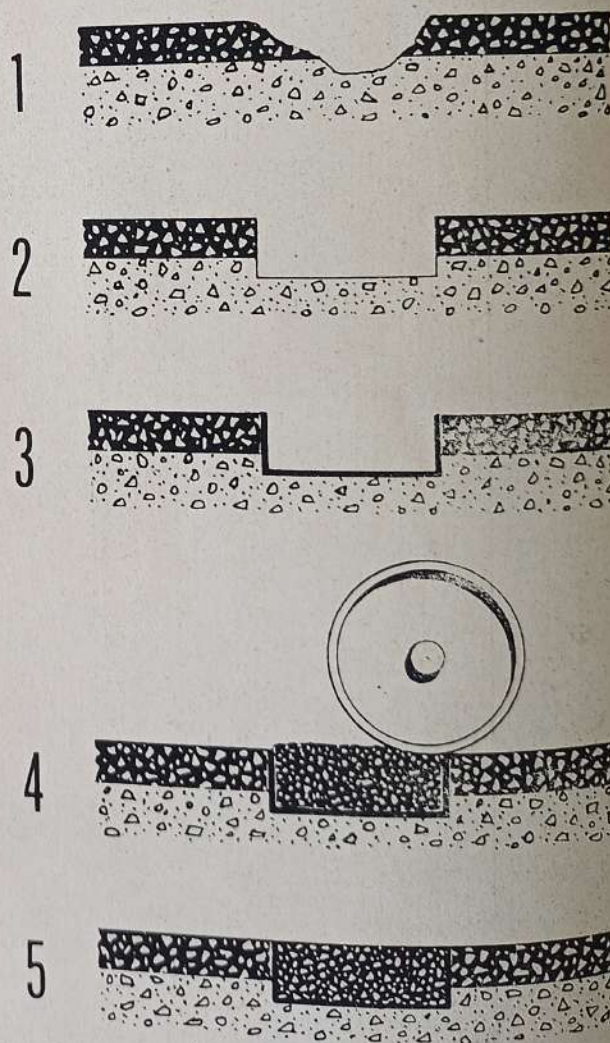


Fig. Núm. 61 - Hoyo (Forma de Olla).

Fig. Núm. 62- Reparación Permanente de un Hoyo. (1) El hoyo todavía sin tratamiento, (2) Eliminación de material de superficie y base, (3) Capa ligante ya aplicada, (4) Compactación de la mezcla asfáltica depositada en toda la profundidad del hoyo, (5) Parcho terminado y compactado al nivel del pavimento adyacente.



tico para parchos. La reparación permanente envuelve el cortar el hoyo en los lados y el fondo hasta llegar a material sólido, y luego llenarlo con material nuevo de base y de superficie.

Reparación de Emergencia

1. Limpiar bien el hoyo de todo el material suelto, y de la mayor cantidad de agua que sea posible.
2. Usar un calentador infra-rojo para calentar y ablandar el asfalto que rodea el hoyo.
3. Llenar el hoyo con mezcla de emulsión asfáltica tomada del montón de acopio. Pasar el rastrillo hasta emparejar el material.
4. Compactar con un apisonador vibratorio o manual, o con una aplanadora.
5. Una vez compactado el parcho, se seca con el calentador infra-rojo.



Fig. Núm. 63 - Limpiando el Hoyo de todo Material Suelto.



Fig. Núm. 65 - Llenando el Hoyo con Material del Montón de Acopio.



Fig. Núm. 64 - Usando el Calentador Infra-Rojo.

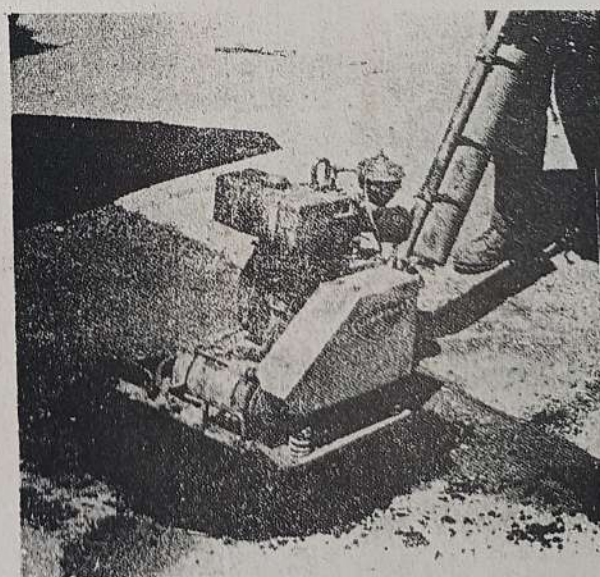


Fig. Núm. 66 - Compactando con Apisonador de Plato Vibratorio.

Reparación Permanente

Véase Grietas de Cocodrilo
Parcho Profundo, Parte II A-c

B. Desmoronamiento

a. Descripción

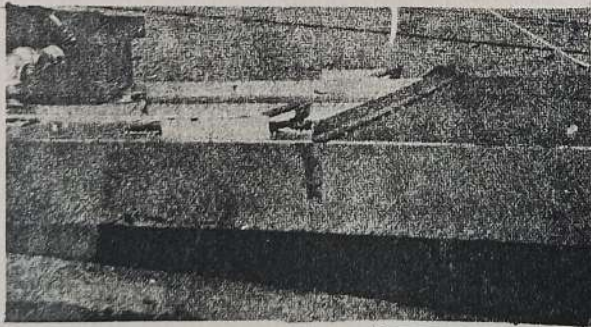
Es la separación progresiva de las partículas del agregado en un pavimento. Esto ocurre desde la superficie hacia abajo o desde los bordes hacia dentro. Por lo regular el agregado fino se separa primero dejando pequeños hoyuelos de "viruela" en la superficie del pavimento. Según progresa la erosión, se siguen separando partículas cada vez más grandes y el pavimento pronto adquiere la apariencia áspera y aserrada que deja la erosión en una superficie.

b. Causa

Esta falla la causa la falta de compactación durante la construcción del pavimento; construcción en tiempo húmedo o frío; poco asfalto en la mezcla; o sobrecalentamiento de la mezcla.

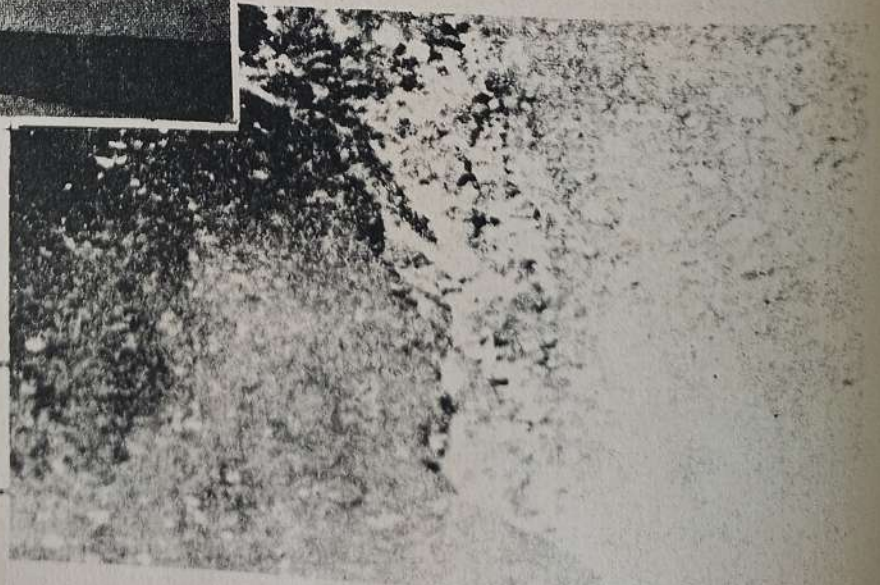
Reparación

Las superficies que han sufrido desmoronamiento, que están resacas, que han sufrido desgaste a la interperie, o que están porosas, por lo regular requieren tratamiento de superficie. Estos tratamientos se pueden identificar, bien como mantenimiento correctivo o bien como mantenimiento preventivo. El primero se utiliza para corregir una condición ya existente, mientras que el segundo se utiliza en un esfuerzo para evitar que ocurra una condición que podría ocurrir.



*Fig. Núm. 67 - Secando el
Parcho con el Calentador In-
fra-Rojo.*

*Fig. Núm. 68 -
Desmoronamiento.*



Reparación de Emergencia

1. Se barre bien la superficie eliminando todo el sucio y el material de agregado que haya suelto.
2. Se aplica una capa fina de asfalto fluído (de 0.1 a 0.2 galón por yarda cuadrada, dependiendo de la textura y porosidad del pavimento, de una emulsión asfáltica de SS-1h o SS-kh diluída con agua por partes iguales.
3. Se cierra el tránsito hasta que el sello cure.

Reparación Permanente

1. Igual que 1,2 y 3 en Reparación de Emergencia arriba descrita.
2. Se aplica un tratamiento de superficie (lechada sellante, capa sellante de arena o agregado grueso, o mezcla asfáltica de la planta) dependiendo de la condición de la superficie afectada y del tráfico.

VI PELIGRO DE PATINAJE

Los pavimentos secos pocas veces son resbaladizos. Sin embargo hay un número de factores que pueden contribuir a que un pavimento mojado sea resbaladizo. Entre las causas más frecuentes de pavimentos asfálticos resbaladizos tenemos la formación de una capa fina de agua sobre un pavimento liso y también la formación de una capa gruesa de agua, la cual ocasiona que las gomas del automóvil rocen con el agua como si fuera un hidropiano. La condición lisa de un pavimento por lo regular se debe a una capa fina de asfalto en la superficie del pavimento, o a partículas lisas del agregado de la capa de superficie. Una condición resbaladiza en un pavimento se puede deber también a la contaminación de la superficie con aceite o con ciertos tipos de barro. El objetivo en la corrección del peligro de patinaje, es restaurar la superficie del pavimento a una condición en que el agua fluya, alrededor de la mayor parte de las partículas del agregado de la superficie, permitiendo así el contacto entre las gomas y el agregado.

El tratamiento fluctúa desde el limpiar todo contaminante depositado en el pavimento, hasta el eliminar el exceso de asfalto y el mejorar el declive de la superficie de manera que se mejore el desague.

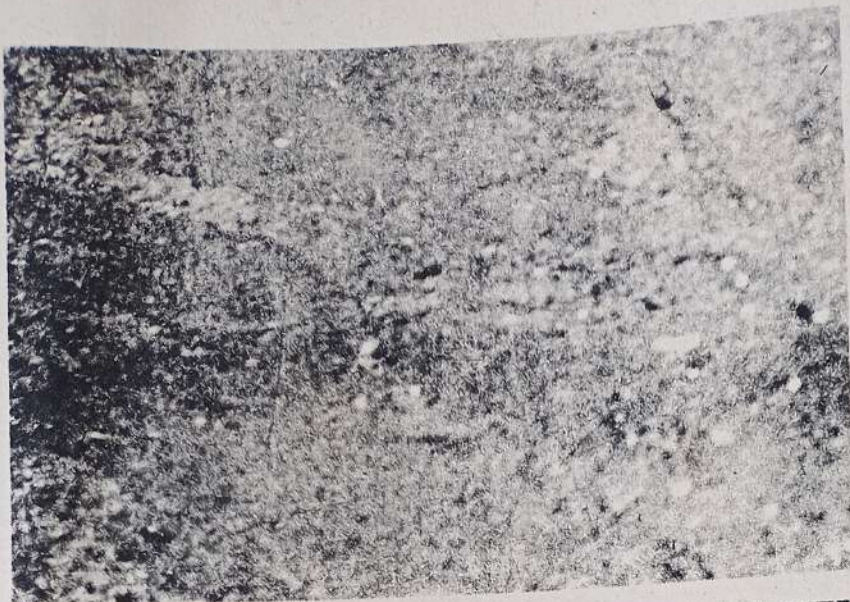
A. Asfalto Exudado o Regado

a. Descripción

Se refiere al movimiento hacia arriba del asfalto de un pavimento, lo cual resulta en la formación de una película de asfalto en la superficie.

b. Causa

Esta falla ocurre corrientemente en tiempo caluroso, y su causa más común lo es el haber demasiado asfalto en una o más de las capas del pavimento. Esto a su vez puede ocurrir de una mezcla demasiado rica, de una capa sellante depositada incorrectamen-



*Fig. Núm. 69 -
Asfalto Exudado.*

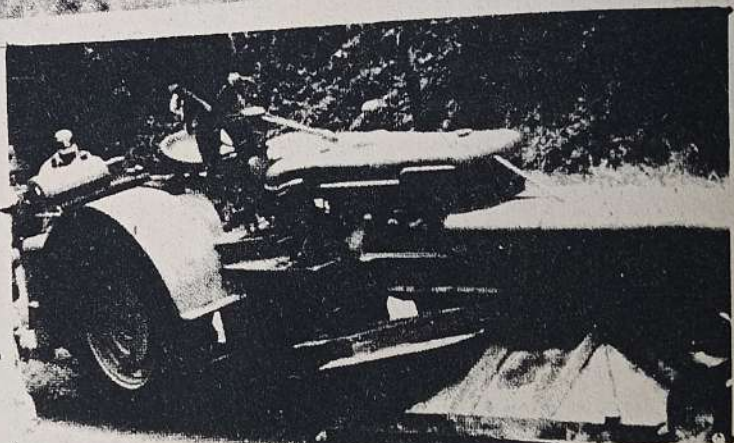


Fig. Núm. 70 - Quitando el exceso de Asfalto con Aplanadora-Calentador.

te, de una capa de imprimir demasiado gruesa, o de que el solvente lleve asfalto a la superficie. También, el sobrepeso del tráfico puede ejercer presión adicional sobre el pavimento que contiene demasiado asfalto forzándolo hacia la superficie.

c. Reparación

En muchos casos la exudación de asfalto se puede corregir con aplicaciones repetidas de arena caliente, gravilla de escoria, o gravilla de roca caliente para secar el exceso de asfalto. Algunas veces cuando la capa de asfalto exudado es fina, el único tratamiento necesario es la aplicación de una capa superficie usando mezcla de la planta, o la aplicación de una capa sellante usando agregado absorbente. Una capa cliente de emparejamiento que tenga un contenido bajo de asfalto, puede ser muy efectiva en absorber el exceso de asfalto. Sin embargo, este tratamiento requiere la aplicación de un tratamiento de superficie para evitar el desmoronamiento.

También una máquina aplanadora puede quitar el exceso de asfalto. En algunos casos raros donde la superficie está cubierta por una capa gruesa de asfalto, estas superficies deberán eliminarse por completo.

Reparación con Agregado Caliente

1. Aplicar arena, gravilla de escoria, o gravilla de roca (3/8 . . tamaño máximo). Este agregado deberá precalentarse a por lo menos 300°F y deberá regarse a razón de 10 a 15 lbs. por yarda cuadrada.

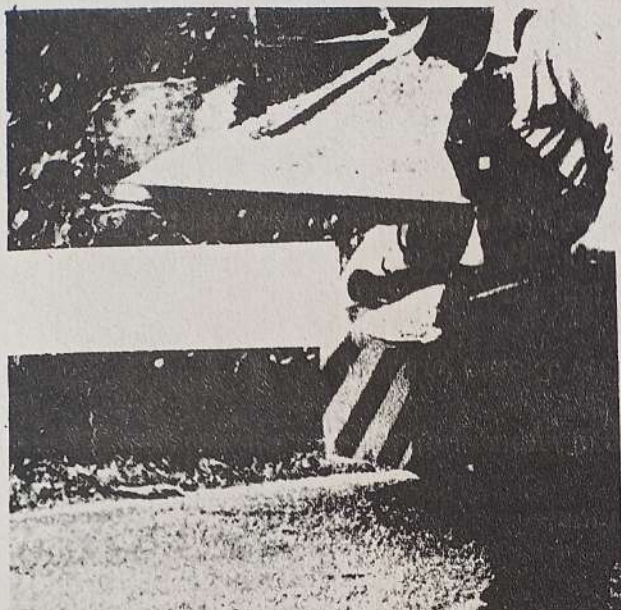


Fig. N-um. 71 - Aplicando Tratamiento Superficial con Gravi-lla.

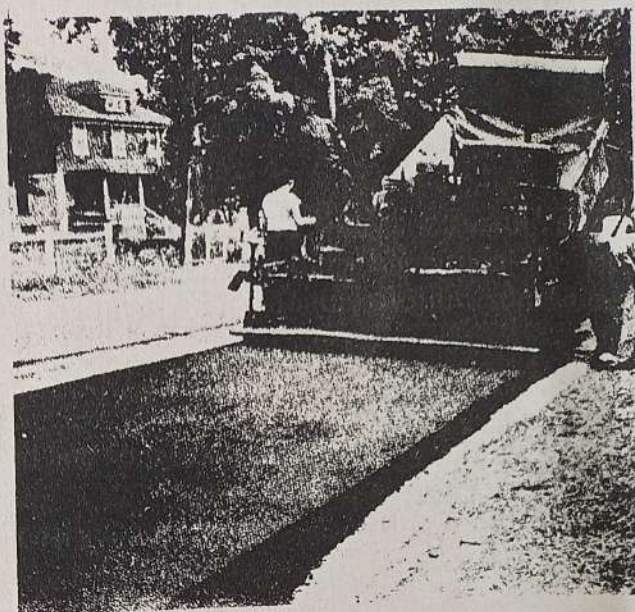


Fig. Núm. 73 - Extendiendo Mezcla Caliente de la Planta.

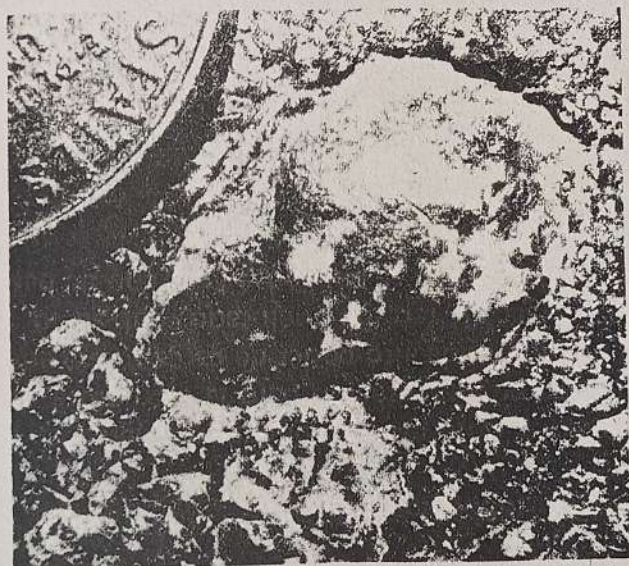


Fig. Núm. 72 - Agregado Pulido en la Superficie del Pavimento.

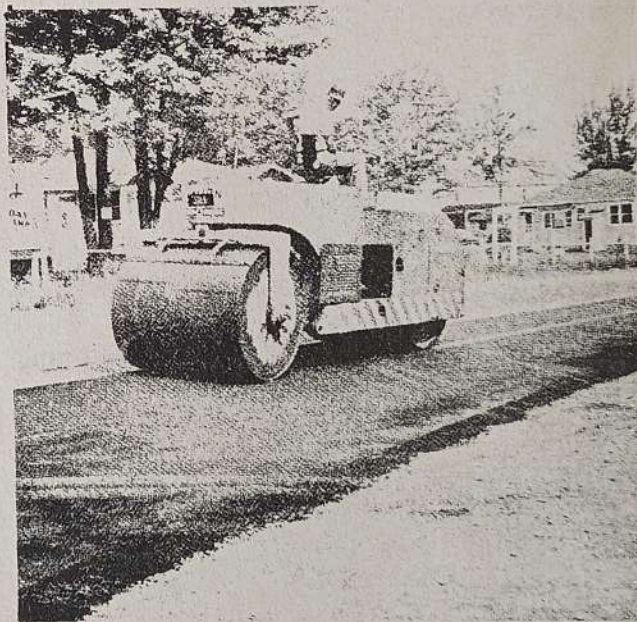


Fig. Núm. 74 - Compactando con Rolo de Ruedas de Acero.

2. Inmediatamente después de agregarse el material, se aplanar con aplanadora de ruedas de goma.
3. Al enfriarse el agregado, se barren las partículas sueltas.
4. Repetir el proceso.

Reparación Usando Aplanadora con Calentador

1. Se quita la película de asfalto usando la aplanadora.
2. Se deja la superficie tal como queda después de pasar la aplanadora, o
3. Se aplica tratamiento de superficie con material mezclado en planta o se aplica una capa sellante.

B. Agregado Pulido

a. Descripción

Esta falla consiste en que las partículas de agregado en la superficie del pavimento, se han pulido. Esto incluye las gravas no trituradas, que por naturaleza son lisas, y también incluye las rocas trituradas que se desgastan rápidamente bajo la acción del tráfico.

b. Causa

Algunos agregados, particularmente *ciertos tipos de caliza, se pulen rápidamente bajo el efecto del tráfico*. Otros como lo son *ciertos tipos de grava, son pulidos por naturaleza*, y si son usados sin triturar en una superficie de pavimento, representarán un peligro de patinaje. Estos agregados son bien resbaladizos cuando están mojados.

c. Reparación

La única forma efectiva de reparar un pavimento que tiene agregado pulido, es el cubrir la superficie con un *tratamiento resistente al patinaje*. Se deberá aplicar un tratamiento de superficie de mezcla caliente de la planta, o un tratamiento con un sellante de arena o agregado. El agregado deberá ser duro y angular, como lo es la arena silícea de escorias o cualquier otro material al cual se le haya probado su resistencia al pulimento.

1. Aplicar una capa ligante, fina (de 0.05 a 0.15 galón por yarda cuadrada de emulsión asfáltica SS-1 o SS-1h diluída con agua por partes iguales).
2. Regar material caliente de la planta (mezcla Tipo IIa o IIb del Instituto del Asfalto) que contenga algún agregado, como escorias trituradas o arena silícea. Si no se dispone del material de la planta, se puede utilizar un sellante de arena o agregado.
3. Aplicar con aplanadora de rodillos de goma.

VI TRATAMIENTO DE SUPERFICIE - Problemas Especiales

A. Pérdida del Agregado de Cubierta

a. Descripción

Esta falla se manifiesta cuando los efectos del tráfico causan en un pavimento con tratamiento de superficie el desprendimiento súbito del agregado, quedando solo el asfalto.

b. Causa

Esta falla es causada por varios factores. Si el *agregado no se riega inmediatamente* (no más de 1 minuto) después que se ha aplicado el asfalto a la superficie del pavimento, el asfalto puede haberse enfriado demasiado para poder agarrar bien el agregado bajo el tráfico. Si el agregado está muy polvoriento o mojado, el asfalto no podría retenerlo no se afirma suficientemente bien en el asfalto, para mantenerse bajo el tráfico.

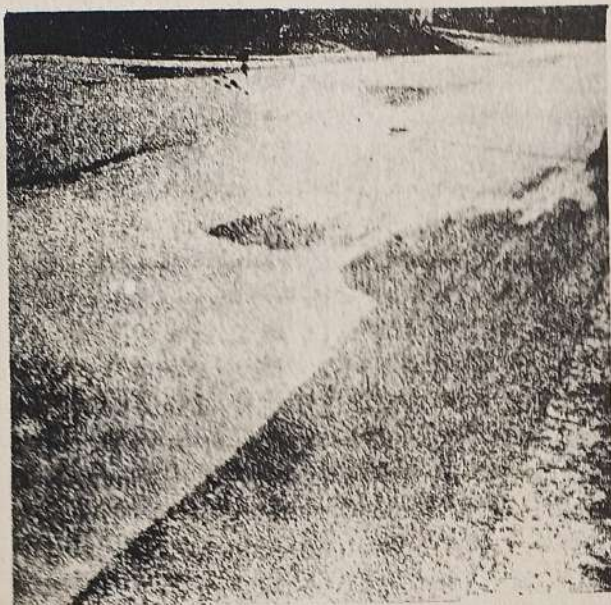


Fig. Núm. 75 - Pérdida de Agregado de Cubierta o de Cubrición.

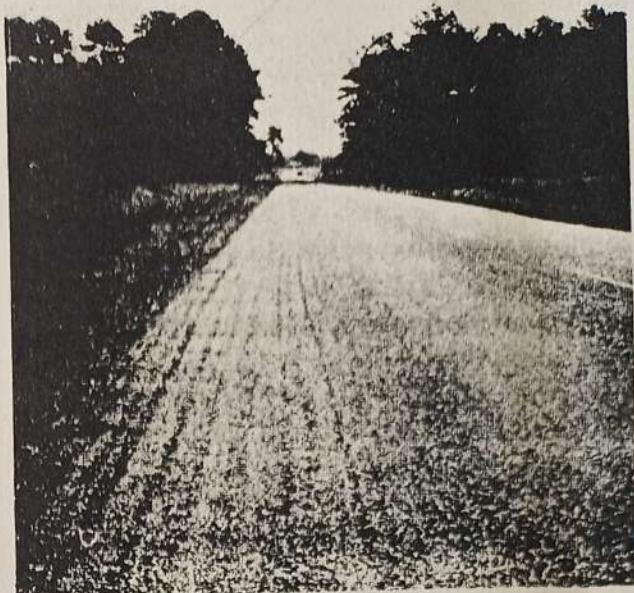


Fig. Núm. 76 - Rayado Longitudinal.

También, si para compactar solo se usa una aplanadora de rodillos de acero, se pierde el agregado que queda en los puntos bajos y que no son alcanzados por el rodillo. Otras razones son: hacer un tiempo demasiado frío al aplicar el tratamiento, permitir tráfico rápido muy pronto, después del nuevo tratamiento de superficie; y una super-

ficie que absorbe parte del asfalto, dejando así muy poco asfalto para retener el agregado.

c. Reparación

Se puede regar arena gruesa caliente, para reponer el agregado perdido. Después de regada la arena se debe aplnar inmediatamente (sando aplanadora de rodillos de goma) y así afirmarla en el asfalto.

Si el agregado se ha desprendido solo parcialmente. Un sello de agregado absorbente podría ser el tratamiento más práctico.

1. En día caluroso se riega arena gruesa (calentada a por lo menos 300°F) sobre el área que ha perdido el agregado de cubierta.
2. Inmediatamente, o sea antes de que la arena enfríe siguiera unos grados, se aplana con aplanadora de neumáticos, para así asentar el agregado en el asfalto.

B. Rayado Longitudinal

a. Descripción

Estas son líneas en el asfalto, que son alternadamente finas y gruesas, y que ocurren paralelas a la línea de centro de la carretera.

b. Causa

El rayado longitudinal se puede deber a varios motivos-

1. La barra rociadora en el camión distribuidor de asfalto no esté ajustada a la altura correcta que permite el recubrimiento que debe dar el rociado.
 2. La barra rociadora se levante a medida que se aligera la carga en el camión distribuidor.
 3. Las boquillas en la barra rociadora, no estén colocadas al ángulo correcto, no estén todas al mismo ángulo, son del tamaño incorrecto, defieren en tamaño, algunas estén tapadas con asfalto frío, o tengan imperfecciones.
 4. La bomba de asfalto se haya usado a una velocidad incorrecta.
 5. El asfalto se haya usado estando muy frío.
 6. La bomba se haya usado a una presión demasiado baja.
- Un solo rayado en el centro del pavimento puede ser causado por haber usado poco asfalto o asfalto muy frío en la junta de unión entre dos aplicaciones.

c. Reparación

Casi la única reparación satisfactoria para el rayado longitudinal lo es el alisar la superficie rayada y aplicar un nuevo tratamiento de superficie. Resulta más fácil el evitar el rayado longitudinal, que el tener que corregirlo. Es por esto que para evitar el rayado se debe seguir estrictamente las recomendaciones del fabricante en cuando al distribuir del asfalto, antes de empezarlo a usar durante su uso.

El Instituto de Asfalto, también recomienda una serie de pruebas para asegurar el funcionamiento adecuado del distribuidor de asfalto.

C. Rayado Transversal

a. Descripción

Estas son líneas en el asfalto, alternadamente finas y gruesas, que se forman a través de la carretera y que pueden resultar en la formación de ondulaciones en la superficie del pavimento.

b. Causa

El rayado transversal es causado cuando en una rociada, la barra rociadora del distribuidor emite chorros de asfalto. Estos chorros son debidos generalmente a pulsaciones en la bomba de asfalto.

c. Reparación

Véase Ondulaciones (Parte II B-c) y Rayado Longitudinal (Parte VI B-c).

VII APENDICE A - Glosario

A. PAVIMENTOS
B. MATERIALES
C. OPERACIONES
D. EQUIPO

A. Pavimentos

BASE ASFALTICA (Asphalt Base Course)-

Capa de cimentación compuesta de agregados minerales aglomerados con **material asfáltico**.

CAPA DE ADHERENCIA ASFALTICA (Asphalt Tack Coat)-

Una aplicación muy fina de **asfalto líquido** a una superficie existente de **asfalto o de hormigón hidráulico**. Se usa para asegurar una perfecta unión entre la antigua **superficie** y las nuevas capas aplicadas.

CAPA ASFALTICA INTERMEDIA (Asphalt Intermediate Course)-

Capa intermedia entre una capa de base y una capa asfáltica superficial.

CAPA ASFALTICA DE NIVELACION (Asphalt leveling Course)-

Capa de espesor variable empleada para eliminar las irregularidades de una **superficie existente**, antes de cubrirla con un nuevo tratamiento o capa.

CAPA ASFALTICA DE SELLADO (Asphalt Seal Coat)-

Capa fina usada como tratamiento asfáltico superficial para impermeabilizar y mejorar la textura de la superficie asfáltica de desgaste o de rodaje.

CAPA ASFALTICA DE SUPERFICIE (Asphalt Surface Course)-

Capa superior de un pavimento asfáltico, llamada también a veces, **capa asfáltica de desgaste**.

CAPA DE BASE (Base Course)-

Capa de material situada inmediatamente bajo la capa intermedia. Puede componerse de **piedras triturada, escoria triturada, grava triturada o no, y arena, o combinaciones de estos materiales**.

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ASFALTICO (Asphalt Pavement Structure)-

Capas de mezclas de **asfalto y agregados**, conjuntamente con cualquier **capa no rígida comprendidas entre las capas asfálticas y la cimentación o terreno natural**.

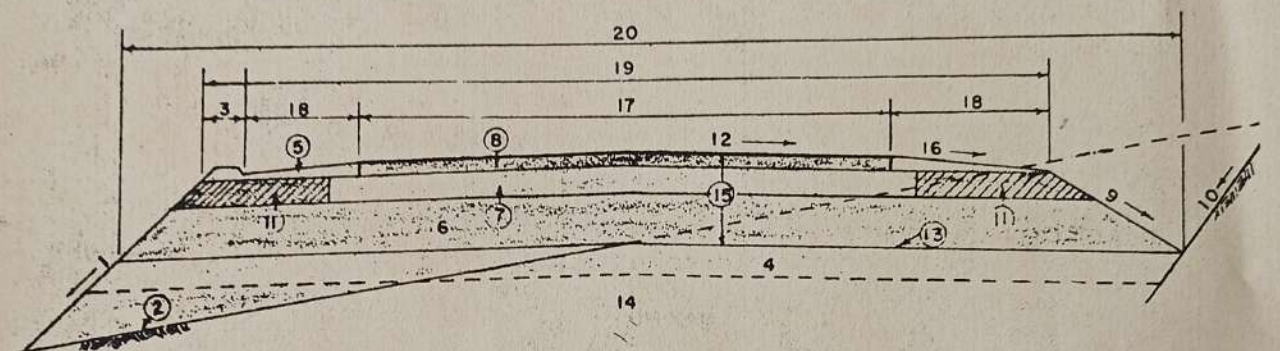
COMPUESTO (Combination or Composite-Type)-

Un pavimento asfáltico aplicado sobre un antiguo pavimento de **hormigón hidráulico**, sobre una base de **hormigón hidráulico** o sobre otra capa de base de tipo rígido.

FLEXIBLE (Flexible)-

Se le llama así a la estructura del pavimento asfáltico y se refiere a la posibilidad de estas estructuras de adaptarse a los asentamientos de la cimentación.

Fig. Núm. 77- Sección Típica de Pavimento.



- | | |
|-------------------------|---|
| 1. Talud del Relleno | 11. Base del Paseo |
| 2. Terreno Original | 12. Pendiente de la Corona |
| 3. Dique | 13. Rasante |
| 4. Material Selecto | 14. Terreno de la Explanación |
| 5. Superficie del Paseo | 15. Espesor Diseñado (Estructura del Pavimento) |
| 6. Subbase | 16. Pendiente del Paseo |
| 7. Capa de Base | 17. Vías de Tránsito |
| 8. Capa de Superficie | 18. Paseo |
| 9. Talud de Zanja | 19. Calzada |
| 10. Talud del Corte | 20. Explanación |

PARCOS SUPERFICIALES (Skin Patches)-

Remiendo superficial en una porción del pavimento en donde se ha reparado algún hoyo o grieta o cualquier otra falla, tuilizando alguna forma de los Tratamientos Superficiales.

RECARGO ASFALTICO (Asphalt Overlay)-

Capa o capas asfálticas aplicadas o superpuestas sobre un pavimento existente. El recargo asfáltico incluye generalmente una capa de nivelación, para corregir la sección transversal del pavimento antiguo, seguida de una o varias capas de espesor uniforme, hasta obtener el espesor total necesario. cuando el recargo se aplica sobre pavimentos de tipo rígido, el espesor no debe ser inferior a 4'', para reducir al mínimo la transmisión (o el reflejo) de grietas y juntas a través de las capas asfálticas. Las condiciones en que se encuentra el pavimento antiguo y el tráfico que tenga que soportar, determinan en cada caso el espesor necesario.

SUB-BASE (Subbase)-

Capa de la estructura del pavimento asfáltico situada inmediatamente bajo la capa de base. Si el terreno de base es de calidad adecuada puede servir como sub-base.

TERRENO DE SUBRASANTE (Subgrade Soil)-

Capa superior de material colocado en los terraplenes, o no movido de las trincheras, en la normal preparación de la explanación. Se emplea como cimentación para la estructura del pavimento asfáltico. Sin embargo, si el terreno de base es de alto poder de carga y está adecuadamente compactado, puede sustituir a las capas de terreno mejorado, sub-suelo o incluso de base de la estructura del pavimento asfáltico, según su calidad. El terreno de base se indica también a veces con la expresión "terreno de cimentación".

TERRENO MEJORADO (Subgrade Improved)-

Cualquier capa o capas, de material seleccionado o mejorado situadas entre el terreno de base y la sub-base. El terreno mejorado puede componerse de dos o más capas de material de diferente calidad.

B. Materiales

AGREGADOS (Aggregates)-

FINOS (Fine)-

Agregados que pasan el tamiz núm. 8

GRADUCION CERRADA (Closed Graded)-

Agregados uniformemente graduados desde el tamaño máximo hasta el de polvo mineral, del que contienen cantidad suficiente para reducir los huecos de los agregados compactados a dimensiones muy pequeñas que se aproximan al tamaño de los huecos del polvo.

GRADUADOS FINOS (Fine Graded)-

Agregados con graduación continua, desde los tamaños gruesos a los finos y predominando los finos.

GRADUADOS GRUESOS (Coarse Graded)-

Agregados con graduación continua, desde los tamaños gruesos a los finos y predominando los gruesos.

GRUESOS (Coarse)-

Agregados retenidos en el tamiz núm. 8

ASFALTO (Asphalt)-

Material aglomerante sólido o semisólido, cuyo color varía de negro a pardo oscuro y se licúa gradualmente al calentarse; sus constituyentes predominantes son betunes que se dan en la naturaleza en forma sólida o semisólida o se obtienen de la destilación del petróleo, o combinaciones de estos entre si o con el petróleo o productos derivados de estas combinaciones.

ASFALTO DE IMPRIMACION (Asphalt Primer)-

Asfalto líquido de baja viscosidad que penetra en una superficie no bituminosa, cuando se aplica sobre ella.

ASFALTO EMULSIFICADO (Emulsified Asphalt)-

Emulsión de betún asfáltico en agua que contiene pequeñas cantidades de agentes emulsificantes; es un sistema heterogéneo que contiene dos fases normalmente inmiscibles (asfalto y agua), en el que el agua forma la fase continua de la emulsión, y la fase discontinua está constituida por pequeños glóbulos de asfalto. Los asfaltos emulsificados pueden ser de tipo aniónico o catiónico, según el tipo de agente emulsificante empleado.

La emulsión asfáltica inversa, es una emulsión cuya fase continua lo es el asfalto, usualmente de tipo líquido, y la fase discontinua está constituida por diminutos glóbulos de agua, en proporción relativamente pequeña. Este tipo de emulsión puede ser también aniónica o catiónica.

ASFALTO LIQUIDO (Liquid Asphalt)-

Material asfáltico cuya consistencia blanda o fluída hace que se salga del campo en el que normalmente se aplica la prueba de penetración, cuyo límite máximo es de 300. Son asfaltos líquidos los siguientes productos:

DE CURADO LENTO (Slow Curing; SC)-

Asfalto líquido compuesto de betún asfáltico y aceites relativamente poco volátiles.

DE CURADO MEDIO (Medium Curing; MC)-

Asfalto líquido compuesto de betún asfáltico y un solvente de tipo keroseno, de volatilidad media.

DE CURADO RAPIDO (Rapid Curing; RC)-

Asfalto líquido compuesto de betún asfáltico y un solvente de tipo nafta o gasolina.

REBAJADO (Cutback)-

Betún asfáltico que ha sido fluidificado mezclándolo con solventes de petróleo, como por ejemplo, los asfaltos líquidos de tipos RC y MC. Al exponer estos productos a los agentes atmosféricos, los solventes se evaporan, dejando solamente el betún asfáltico en condiciones de cumplir su cometido.

BETUN (Bitumen)-

Mezcla de hidrocarburos de origen natural o pirogénico, o de ambos tipos, frecuentemente acompañados por sus derivados no metálicos, que pueden ser: gaseosos, líquidos, semisólidos o sólidos, y que son completamente solubles en sulfuro de carbono.

BETUN ASFALTICO (Asphalt Cement)-

Asfalto refinado para satisfacer las especificaciones establecidas para los materiales empleados en pavimentación. Las penetraciones para los materiales empleados en pavimentación. Las penetraciones normales de los betunes asfálticos están comprendidos entre 40 y 300.

"FILLER" MINERAL

Producto mineral finamente dividido del que por lo menos el 65o/o pasa al tamiz núm. 200. La piedra caliza pulverizada es el "Filler" más frecuentemente empleado, aunque pueden utilizarse también otros polvos de piedra, sílice, cal apagada, cemento Portland y algunas sustancias minerales naturales muy finas.

HORMIGON ASFALTIC (Asphalt Concrete)-

Mezcla caliente, de alta calidad y perfectamente controlada, de betún asfáltico y agregados de alta calidad bien graduados, que se compactan perfectamente hasta formar una masa densa y uniforme.

LECHADA ASFALTICA (Emulsion Slurry)-

La lechada asfáltica con emulsión es una mezcla de emulsión asfáltica de rotura lenta, SS-1 o SS-1h, agregados finos, filler mineral y el agua necesaria para lograr una consistencia de lechada.

MEZCLA APLICADA CALIENTE (Hot Laid Mixture)-

Mezcla de la planta mezcladora que debe extenderse y compactarse mientras aún está caliente. Los pavimentos asfálticos de mejor calidad se contruyen empleando este tipo de mezcla.

MEZCLA APLICADA EN FRIO (Cold Laid Mixture)-

Mezcla de la planta mezcladora que puede extenderse y compactarse a temperatura ambiente.

MEZCLA DEL MONTON DE ACOPIO (Stockpile Mixtue)-

Mezcla preparada que se tiene en pilas de existencia en los terrenos de algunas plantas mezcladoras.

MEZCLA DE LA PLANTA MEZCLADOA (Plant Mix)-

Mezcla producto de una planta mezcladora mecánica central (o ambulante) de agregados y betún asfáltico o asfalto líquido que se aplica después sobre la carretera. La dosificación

de las diversas fracciones de los agregados y del aglomerante asfáltico se fiscaliza e inspecciona cuidadosamente, y usualmente los agregados se secan y calientan antes del mezclado.

RELLENO (Backfill)-

Material granular cuya graduación se ajusta a las especificaciones pertinentes y que se usa para rellenar excavaciones en áreas de pavimentos en construcción o reparación.

C. Operaciones

ADHERIR (Tack)-

Aplicar un material asfáltico adhiriente o ligante a una superficie existente para asegurar una perfecta unión entre la antigua superficie y las nuevas capas aplicadas.

BISELAR (Feather)-

Dar forma sesgada al material asfáltico en el borde de un remiendo. El sesgado puede hacerse rastrillando, pero sin que se segregue el agregado.

COMPACTAR (Compact)-

Apisonar en capas el material extendido en un pavimento, de manera que aumente la resistencia del material.

ESCARIFICAR (Scarify)-

En conservación y reconstrucción es frecuentemente deseable destruir la superficie antigua, regularizarla y añadir nuevo material. Esta operación de romper la superficie existente se llama escarificar.

IMPRIMACION ASFALTICA (Asphalt Prime Coat)-

Aplicación a una superficie absorbente de un material asfáltico líquido de baja viscosidad como preparación para cualquier tratamiento o construcción, posterior. El objeto de la imprimación es; saturar de asfalto la superficie existente llenando sus huecos; revestir y unir entre sí el polvo y las partículas minerales sueltas, y endurecer la superficie, favoreciendo la adherencia entre ella y el tratamiento o construcción posterior.

NIVEL (Level)-

Acción de nivelar, allanar o emparejar el material depositado sobre el pavimento utilizando la maquinaria apropiada.

RIEGO DE ADHERENCIA (Tack Coat)-

Se llama riego de adherencia, a una aplicación muy ligera de asfalto líquido a un pavimento existente, para obtener buena adherencia entre la superficie y las nuevas capas que se le van a superponer. El asfalto puede ser emulsión asfáltica diluido con agua. La aplicación debe ser muy delgada y cubrir uniformemente toda la superficie.

RIEGO EN NEGRO (Fog Seal)-

Se llama riego en negro a una aplicación muy ligera de emulsión diluída de rotura lenta, de tipo SS-1h, fabricada con un betún asfáltico de penetración 40-90, o SS-1 si no se dispone de SS-1h. La emulsión se diluye con agua en proporciones iguales, y se aplica a razón de 0.1 a 0.2 galón (de material diluído) por yarda cuadrada, dependiendo del estado del pavimento antiguo. No es necesario agregado de cubierta, y en condiciones normales la rotura es rápida, permitiendo el tráfico una hora o dos después de aplicado el tratamiento.

SELLADO ASFALTICO (Seal Coat)-

Se llama sellado, un tratamiento superficial aplicado a la superficie de un pavimento existente de cualquier tipo, o a una capa de base asfáltica. Puede ser:

- a. Un riego en negro
- b. Un sellado con lechada asfáltica
- c. Un tratamiento superficial con extensión de asfalto y agregado de cubierta.
- d. Una capa de aglomerante asfáltico.

TRATAMIENTOS ASFALTICOS SUPERFICIALES (Asphalt Surface Treatment)-

El término "tratamiento superficial" cubre en general todas las aplicaciones de asfalto, con o sin agregados, por lo regular de menos de 1" de espesor, a cualquier tipo de carretera o superficie de pavimento. Los tipos de tratamiento superficial incluyen desde una sola aplicación ligera de asfalto líquido, hasta capas múltiples de superficie formadas por aplicaciones alternadas de asfalto y agregado. Un tratamiento superficial, por sí mismo, no es un pavimento, si no más bien una capa impermeable que cubre el pavimento existente, aumentando resistencia al desgaste del tráfico. Siendo su espesor usualmente 1", su finalidad no es aumentar la resistencia de la base.

D. Equipo

APISONADOR DE GOLPE (Impact Compactor)-

Apisonador mecánico que funciona con movimientos de impacto y que generalmente se utiliza en pequeñas áreas. Puede ser de tipo neumático u operado por máquina de gasolina.

APISONADOR DE MANO (Hand Tamp)- Apisonador manual, operado en trabajos pequeños.

APISONADOR O PLANCHA CALENTADOR Y ALISADORA (Planing Machine or Heater-Planer)-

Consiste en una combinación de calentador de superficie y aplanadora que se utiliza para calentar la superficie del pavimento asfáltico y regularizar la superficie de la mezcla caliente de agregados y asfalto.

AAPLICADOR CON ROCIADOR (Applicator with Nozzle)-

Accesorio tubular al extremo de la manguera utilizada para regar asfalto en áreas pequeñas. El aplicador debe tener una buena llave de control y debe estar debidamente cubierto para proteger de quemaduras al operador.

BANDERAS Y BARRERAS (Flags and Barricades)-

Este es equipo accesorio de seguridad, empleado para control del tránsito mientras se trabaja en el pavimento.

CALDERA DE CALOR CON ROCIADOR MANUAL (Heating Kettle with Hand Spray)-

Equipo utilizado para calentar asfalto. Este equipo es de suma utilidad y se puede trasladar de un punto a otro con relativa facilidad.

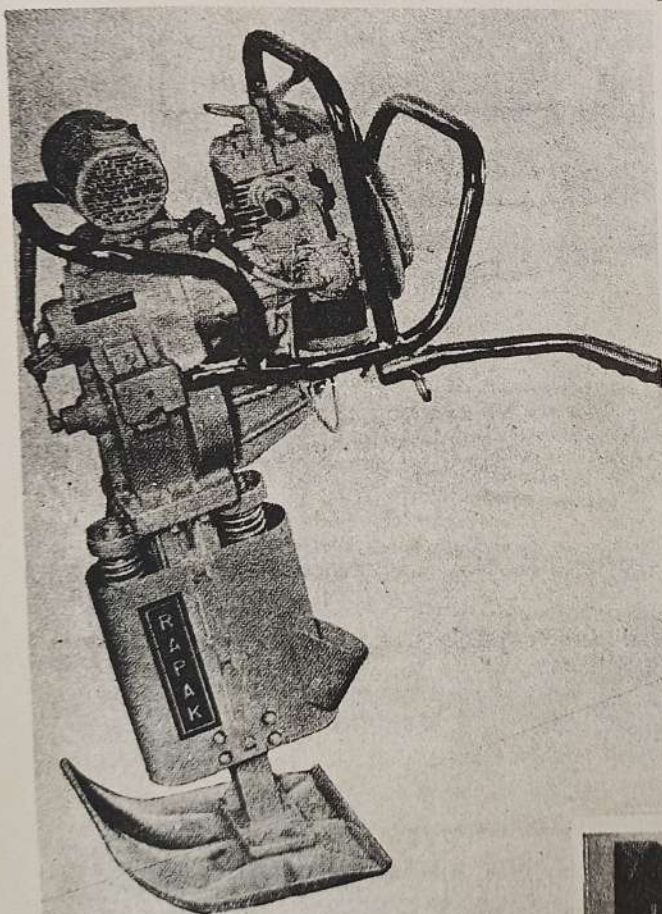
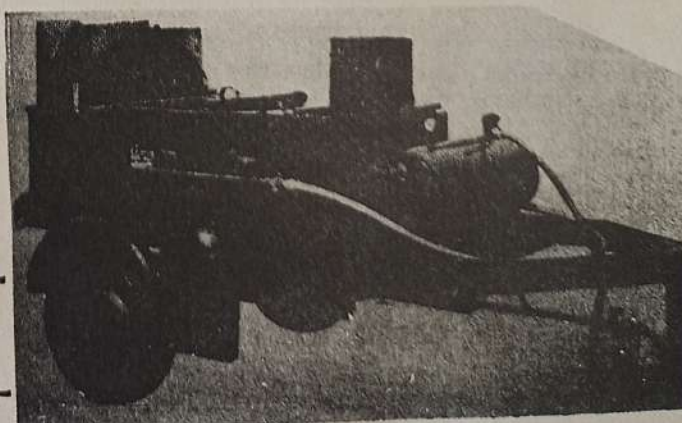
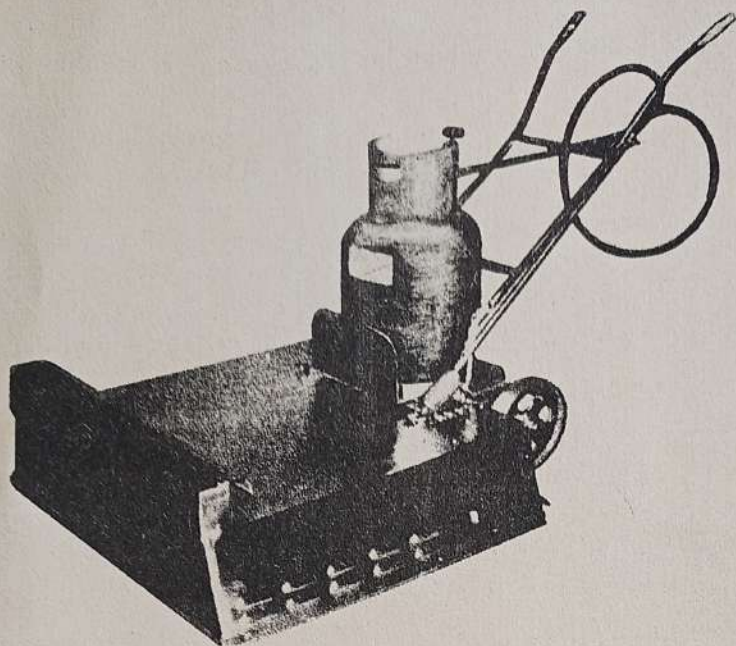


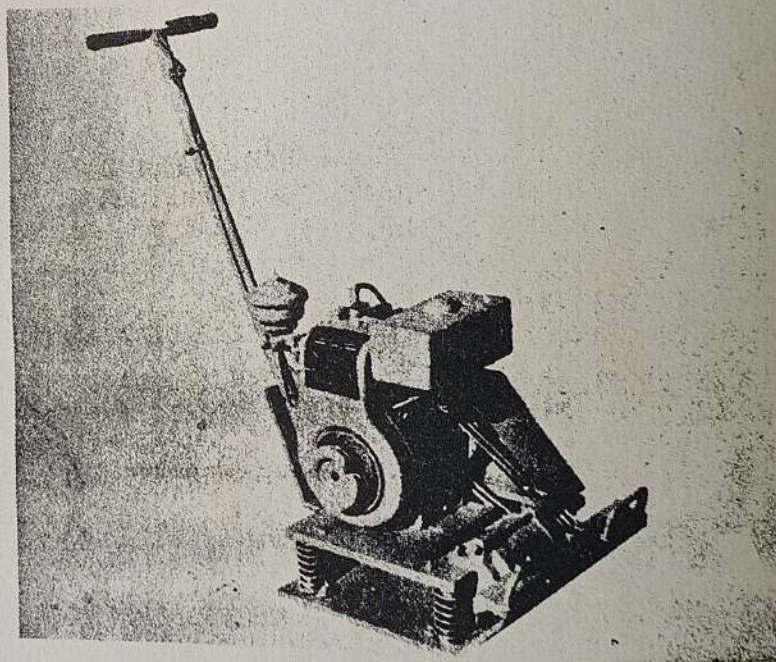
Fig. Núm. 78 - Apisonador de Golpe.

Fig. Núm. 79 - Caldera de Calor con Rociador Manual.





*Fig. Núm. 80 - Calentador
Infra-Rojo.*



*Fig. Núm. 81 - Compactador de
Plato Vibratorio.*

CALENTADOR INFRA-ROJO (Infr Red Heater)-

Calentador adaptado a un camión o tractor y que se utiliza para calentar pequeñas secciones de pavimento donde se va a efectuar alguna reparación.

CAMION AUXILIAR (Service Truck)-

Camión que tiene múltiples usos, pues además de cargar equipo y accesorios pequeños se puede utilizar en el apisonado y para adaptársele distintos arfactos tales como calentadores.

CAMION PARA MEZCLA (Mix Truck)-

Camión que se utiliza para llevar mezcla o agregados del montón de acopio o de la planta,

al sitio de trabajo. Este camión también se puede utilizar en el apisonado y también para adaptársele artefactos tales como extendedores.

COMPACTOR DE NEUMATICOS (Pneumatic - Tired Roller)-

Este equipo puede ser de tres tipos: autopropulsado, de remolque o de tipo carro. Se utiliza este equipo especialmente en la construcción de tratamientos de superficie donde es esencial que se hunda firmemente los agregados en las zonas bajas o de pequeñas deformaciones de la superficie, que normalmente no son cubiertas por los rodillos de llante rígida.

COMPACTADOR DE PATA DE CABRA (Sheeps - Foot Roller)-

Este es el equipo más frecuentemente utilizado en trabajos de terreno. Consta de un tambor del que surgen pies o brazos que son los que compactan el terreno. Varían en tamaño y peso, y normalmente son remolcados por un tractor. Se emplean en diversas formas para lograr la compactación adecuada y dan resultados óptimos en suelos ricos en finos.

COMPACTADOR VIBRATORIO (Vibratory Plate Compactor)-

Generalmente es de dos tipos: de placas vibratorias o de rodillos vibratorios. El compactador de placas puede tener desde una placa, utilizado en parchos, zanjas y pequeñas superficies, hasta 6 o más placas, para trabajo normal en compactación de carreteras.

OMPRESOR DE AIRE (Air Compressor)-

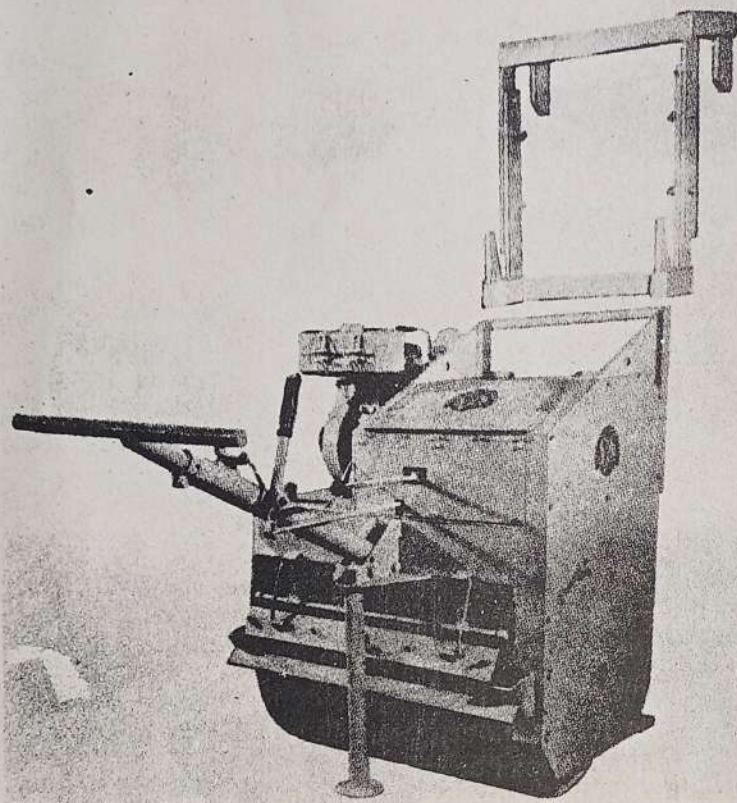
Este equipo provee el aire comprimido utilizado en la limpieza del área que se esté reparando. El compresor puede ser una unidad individual o podría ser parte de los aditamentos del camión auxiliar.

CORTADORA DE PAVIMENTO (Paviment Power Saw)-

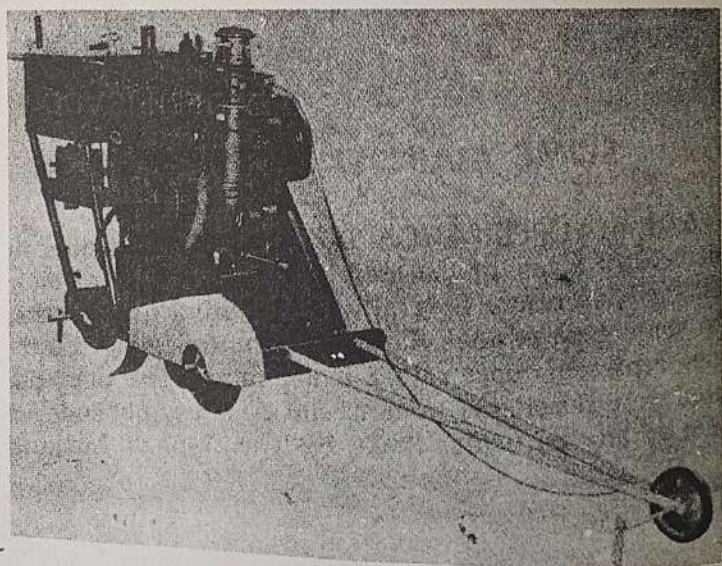
Máquina utilizada para cortar el área afectada en un trabajo de reparación. El uso de esta máquina es necesario ya que provee un corte limpio, recto y rápido.

DISTRIBUIDOR DE ASFALTO (Asphalt Distributor)-

Consiste en un camión o semiremolque sobre el que se monta un tanque aislado provisto de un sistema de calentamiento, generalmente un quemador de "fuel-oil", que calienta el tanque, haciendo pasar los gases a través de tuberías situadas en su interior. Cuenta además con un grupo motobomba útil para manejar productos que varían desde asfaltos líquidos ligeros, que se aplican en frío, a betunes asfálticos muy viscosos, calentados hasta obtener la viscosidad del riego. En el extremo final del tanque existe un sistema de barras de riego y boquillas, a través del cual se riega el asfalto sobre la superficie de la carretera. La barra deberá ser de tal tipo que el asfalto a través de ella cuando no se esté regando. El tanque debe tener un termómetro adecuado para determinar la temperatura del contenido. El tanque debe tener también una conexión para una manguera con barra de riego con boquilla sencilla o doble para regar zonas de la carretera que no pueden alcanzarse con la barra regadora, así como para hacer llegar una corriente de asfalto a cualquier punto que se desee en el sellado inferior de losas de pavimentos rígidos. Se fabrican distribuidores para mantenimiento con capacidad hasta de 400 galones.



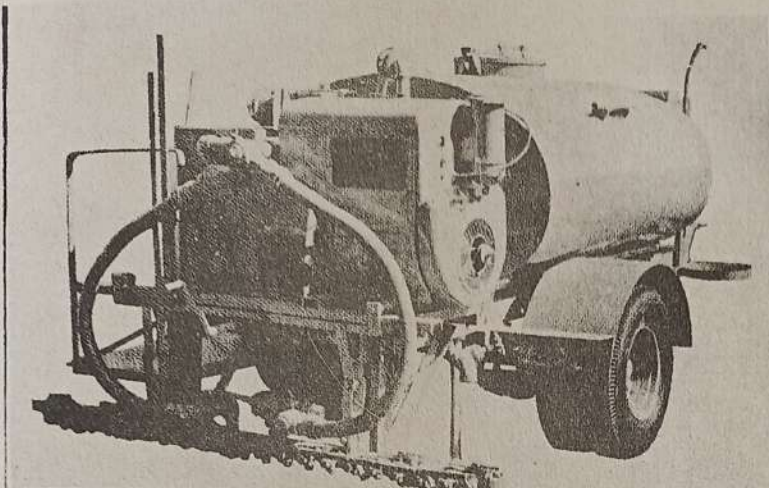
*Fig. Núj. 82 - Compactador Vi-
bratorio (De Rolo).*



*Fig Núm. 83 - Cortadora de
pavimento.*

EQUIPO DE LIMPIEZA (Cleaning Equipment)-

Antes de la aplicación de un tratamiento superficial o de la construcción de una nueva capa de superficie sobre un pavimento viejo es necesario limpiar perfectamente la superficie existente y las grietas. Las escobas para la limpieza de la superficie varían desde pequeños tambores barredores giratorios remolcados, hasta complicados aparatos autopropulsados que combinan barras regadoras y escobas con la aplicación de vacío, y aparatos magnéticos para la eliminación de residuos metálicos. La maquinaria para la limpieza de grietas consta de (1) una máquina impulsada a mano



*Fig. Núm. 84 -
Distribuidor de Asfalto.*

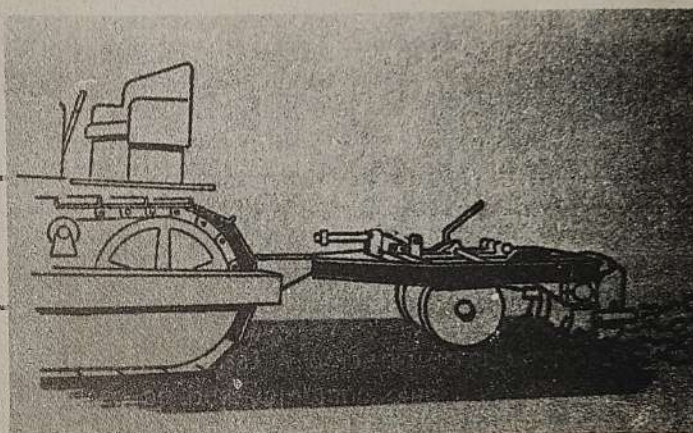


Fig. Núm. 85 - Escarificador.

con un dispositivo vertical de limpieza con motor, mediante el cual, el operario puede seguir las grietas sin aumentar su anchura. Frecuentemente estas máquinas están provistas de un cepillo de alambre de acero para limpiar la grieta y para eliminar por soplado el polvillo resultante de la operación de limpieza; (2) arado unido a un tractor o motoniveladora; (3) muelas para limpiar y recortar grietas para rellenarlas adecuadamente, y (4) chorro de aire comprimido. Las superficies no accesibles a la máquina con motor deben barrerse con escobas de acero, raíces o plástico.

ESCARIFICADOR (Scarifier, Also Rotary Miller)-

En mantenimiento y reconstrucción es frecuentemente deseable destruir la superficie antigua, regularizarla y añadir nuevo material. Esta operación de romper la superficie existente se llama escarificado, y existen máquinas especiales para realizarla. Los escarificadores pueden estar unidos a la estructura portante de la hoja de una motoniveladora o al chasis de un apisonadora. Para escarificado más profundo y difícil se emplean escarificadores remolcados por tractor. Constan de un pesado chasis de acero con grandes dientes curvos de acero. Son muy pesados, es posible regular su profundidad y, al alcanzar el tractor, tienden a hundirse en su totalidad bajo la superficie.

ESMERILADORA DE PAVIMENTO (Pavement Grinder)-

Esta pieza de equipo es operada por un solo hombre y funciona con máquina de gasolina. Se usa mayormente para desgastar el pavimento a lo largo de la delineación de una falla con el propósito de proveer una cara donde el material depositado pueda unir bien.

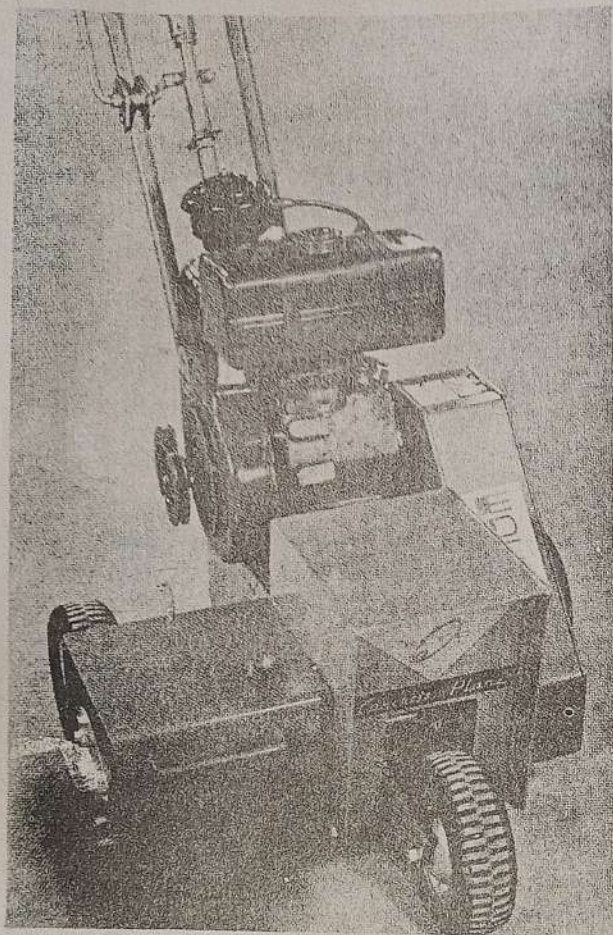


Fig. Núm. 86 - Esmeriladora de Pavimento.



Fig. Núm. 87 - Extendedor de Mezcla Asfáltica.

EXTENDEDOR DE MEZCLA ASFALTICA (Asphalt Mix Spreader)-

Este equipo bien puede ser una motoniveladora o pavimentadora ya que ambas tienen una parte extendidora. También hay las llamadas cajas extendedoras que son remolcadas por camiones volquete (dumping trucks) y que se emplean para trabajos pequeños. Estas cajas extendedoras normalmente se apoyan en sus propias ruedas y tienen una maestra de altura regulable que permite obtener el espesor y sección transversal deseados.

HERRAMIENTAS PEQUEÑAS (Small Tools)-

Forman el grupo de herramientas que son accesorio indispensable en todo trabajo de reparación. Entre estas se encuentran las siguientes:

- a. Carretillas (Wheelbarrows)
- b. Cubos Especiales de Vaciar (Pouring Buckets)
- c. Enjugadores de Goma (Rubber-Edged Squeegees)
- d. Palas (Shovels)
- e. Raederas (Lutes)
- f. Rastrillos (Rakes)
- g. Reglas (Straightedges)
- h. Tapones de Madera (Wooden Plugs)

MOTONIVELDORA (Motor Grader)-

Maquinaria utilizada para extender y nivelar mezclas asfálticas en frío o en caliente. Para la construcción de pavimentos se emplean motoniveladoras de ejes muy separados.

PALA MECANICA (Mechanic Shovel)-

Máquina muy versátil utilizada en distintas operaciones de movimiento de tierras.

PAVIMENTADORA (Paver)-

Por lo general esta máquina consta de dos unidades, una de las cuales se llama tractora y la otra extendidora. La unidad tractora contiene los mandos que regulan el peso de material a la maestra, y también produce la fuerza motriz, no solo para sí misma y para la unidad extendidora, sino para empujar al camión que está descargando en la tolva.

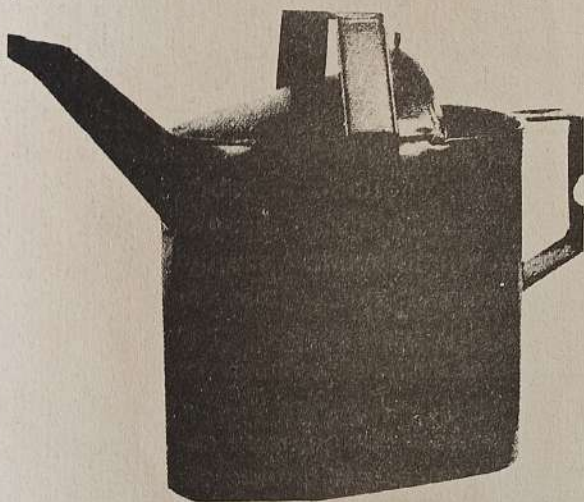
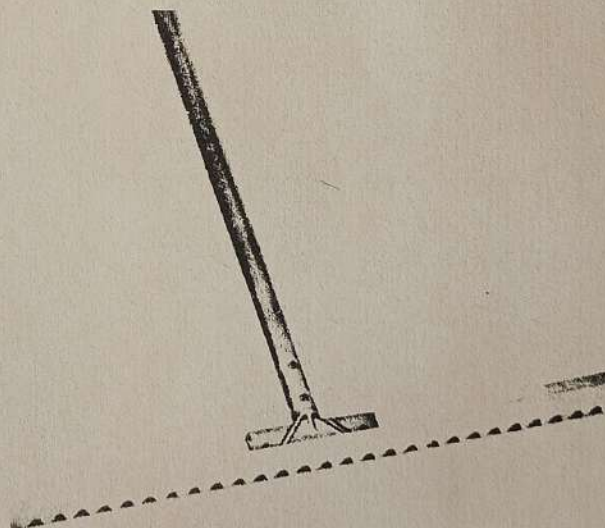


Fig. Núm. 88 - Cubo Especial de Vaciar.

Fig. Núm. 89 - Raedera.



PULVERIZADOR (Pulverizer)-

Con este equipo se disgrega el material después de haber sido escarificado. El pulverizador puede ser de tipo giratorio, apisonador de martillo o de rejilla. Cuando se usan pulverizadores de los dos últimos tipos mencionados el material puede reducirse a partículas tan pequeñas como se quiera, aumentando el número de pasadas de la máquina.

RODILLO DE LLANTA METALICA (Steel Wheeled Roller)-

Es una de las principales máquinas utilizadas en la compactación de terrenos y de las dis-

tintas capas del pavimento. El rolo como también se le llama, puede ser de tres tipos; apisonadora triciclo, apisonadora tandem de dos ejes y apisonadora tandem de tres ejes.

ROPA DE SEGURIDAD (Safety Clothing)-

El aspecto de seguridad es esencial en todo programa de mantenimiento. A tal efecto, la ropa de seguridad constituye una parte básica para la protección del personal y reducir la posibilidad de accidentes. La ropa de seguridad debe usarse de acuerdo a la operación de trabajo que se esté realizando. En el camión de servicio, y listo para usarse, no debe faltar por lo menos lo siguiente:

- Caretas Contra Gases y/o Polvo
(Dust And/or Gas Masks)
- Cascos (Helmets)
- Gafas (Goggles)
- Guantes de Amianto (Asbestos Gloves)
- Zapatos de Seguridad (Safety Shoes)

VIGA BENKELMAN (Benkelman Beam)-

Este instrumento se utiliza para determinar la extensión de un área donde hay deflexión excesiva.

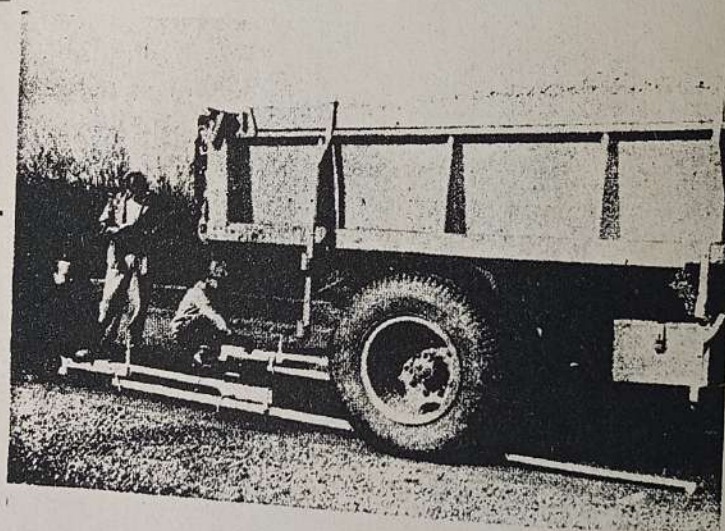


Fig. Núm. 90 - Viga Benkelman.

VIII APENDICE B

Pavimentos sobre Suelos Expansivos

VIII APENDICE B

Pavimentos sobre Suelos Expansivos

INTRODUCCION

El funcionamiento de las carreteras depende en gran parte de la durabilidad del pavimento. El deterioro de un pavimento es causado muchas veces por defectos de la subrasante. Variaciones en el contenido de humedad de la subrasante asociadas a cambios de volumen y pérdida de resistencia son los factores que causan más daños a un pavimento sobre suelos expansivos.

Podemos definir aquí los suelos expansivos como aquellos que cuando son usados en la subrasante, bien en su estado natural o compactados, sufren grandes cambios en su contenido de agua. Estos cambios son de tal magnitud que se requieren técnicas especiales de diseño y construcción para poder mantener relativamente constante el contenido de humedad del suelo, reduciendo así los cambios de volumen y resistencia, asegurando por consiguiente, un funcionamiento adecuado de la carretera.

Cuando no se usan técnicas especiales de diseño y construcción los daños más comunes que pueden ocasionar estos suelos expansivos son: desniveles del pavimento, grietas transversales y longitudinales, y formación de baches. Todo esto resulta en viajes incómodos, alto costo de mantenimiento, y en casos extremos, en la falla total del pavimento.

Métodos para hacer mínimos los efectos causados por la humedad:

El mayor problema en el diseño de pavimentos sobre arcillas expansivas es prevenir la variación de humedad en la subrasante. Los métodos usados para hacer mínimas estas variaciones se pueden agrupar en tres clases:

1. Evitar o alterar el suelo expansivo
 2. Aumentar la sobrecarga de la subrasante arcillosa
 3. Disminuir las variaciones de humedad:
 - a. Mojando primero en la subrasante
 - b. Previniendo que se seque la capa
 - c. Alargando el período de construcción
 - d. Impermeabilizando la capa
 - e. Usando buenos drenajes y paseos
1. Evitar o alterar el suelo expansivo
- Evitar diseñar carreteras sobre suelos expansivos sería la mayor solución, pero podría resultar muy caro en zonas donde predominan estas arcillas.
- Otro método sería el eliminar el material de la subrasante y substituirlo por material más estable. Este método representa un aumento de costo, ya que habría que comprar otro material, acarrearlo y compactarlo, además del costo de acarreo del material que se saca.

El método más usado es alterar la arcilla con aditivos químicos tales como: cal, ceniza de cal fina, cemento y sal.

El mezclado requiere cierto equipo y método especializado, pero resulta económico tratar de 6 a 12 pulgadas del material que corresponde a la parte superior de la subrasante. Aunque existen algunas limitaciones, las ventajas de usar cal son: provee una superficie estable, permite que cierta cantidad de agua penetre y haga que esta capa pierda la capacidad de hincharse, actúa como una barrera contra el secado o humedecido después de pavimentar la capa de rodadura, aumenta la capacidad de soporte del suelo y disminuye por lo tanto el espesor del pavimento. Algunas veces, este tratamiento por sí solo no es solución al problema.

2. Aumentar la sobrecarga a la arcilla de la subrasante.

Resultaría práctico aumentar la sobrecarga usando rellenos o aumentando el espesor del pavimento cuando la tendencia de la subrasante a expandirse no es muy grande. Pues si la sobrecarga sobre la arcilla expansiva es igual o mayor que la presión de expansión desarrollada en la subrasante, el suelo no se hinchará cuando varíe la humedad.

3. Disminuir las variaciones de humedad en la subrasante.

a. Mojar primero no es realmente un método para disminuir las variaciones en humedad, pero permite que todo lo que va a inflarse ocurra antes de que se empiece la construcción. Se hace un corte y se le echa agua a la excavación. Este método aún está en etapa experimental.

b. La práctica de prevenir que se seque el suelo es útil antes y después de construir. Los pasos que se pueden seguir para evitar el secado durante el tiempo de construcción son:

1. Asegurar que no se tarde mucho tiempo entre la excavación, esparcida y compactación de la subrasante, y la construcción del pavimento.

2. Disminuir la evaporación cubriendo la subrasante con capas de material granular.

3. Añadir agua para mantener el contenido de humedad cerca del límite plástico.

c. Otro método de hacer mínimas las variaciones en humedad es, alargar el tiempo de pavimentación. Se construye un pavimento temporero y se espera más o menos un año hasta que no hayan cambios en volumen y se pavimenta finalmente.

d. La capa de arcillas expansivas se puede impermeabilizar con la aplicación de membranas asfálticas. Estas membranas se pueden aplicar por tres métodos diferentes:

1. Una capa de concreto asfáltico debajo de la superficie final de rodamiento.

2. Una membrana aplicada directamente a la subrasante.

3. Una membrana envolvente utilizada en rellenos.

En muchos casos es imposible evitar completamente los movimientos de humedad, pero la reducción en las variaciones de humedad, permiten cambios de volumen más uniformes y tolerables.

e. El sistema de drenaje para pavimentos sobre suelos de arcillas expansivas generalmente se limita a zanjas abiertas a lo largo del borde del paseo. Para drenajes y paseos se recomienda que:

1. El paseo debe tener un ancho por lo menos igual a la profundidad de la zona activa.

2. El paseo debe tener el mismo espesor que el pavimento y estar hecho en material que no se vuelva esponjoso.

3. El drenaje en la superficie debe estar localizado lo más lejos posible del borde del pavimento.
4. Secciones cortadas son preferibles a aquellas que son rellenadas.
5. Si las membranas se usan encima de la subrasante deben extenderse a todo lo ancho del paseo y hasta el desagüe.
6. E, drenaje bajo la superficie debe estar en el borde fuera del paseo y lo más hondo posible. La cuneta que vaya al desagüe se debe rellenar con arena fina, la cual servirá para interceptar el flujo lateral de agua y como fuente de humedad en temporadas secas.

RECOMENDACIONES

- 1' Carreteras sobre suelos expansivos funcionan mejor cuando están construídas con capas de bases flexibles impermeables o semi-impermeables. Los materiales flexibles e impermeables como lo son la arena-asfalto caliente y la base de asfalto negro; y los materiales flexibles y semi-impermeables como lo son los agregados estabilizados, se comportan bien bajo cualquier tipo de pavimentos: flexibles o rígidos. Estos materiales reducen la infiltración y resisten agrietamiento mejor que las capas de base rígidas y/o permeables.
2. Aumentar el ancho del paseo reduce la infiltración. Un ancho de 8 a 10 pies es recomendable.
3. Si es posible se debe usar una capa de base que sea continua, flexible e impermeable.
4. La subbase debe ser preparada para usarse con pavimentos flexibles o rígidos.

IX TABLAS

Tabla I

Tipos de Asfalto Usados para Tratamientos de Superficie

Tipos de Construcción	Cementos Asfálticos		Asfaltos Líquidos																				
	120/150 (AP-1)	200/300 (AP-00)	Curado Rápido (RC)				Curado Mediano (MC)					Curado Lento (SC)				Emulsión (Aniónica)				Emulsión (Catiónica)			
			70	250	800	3000	30	70	250	800	3000	70	250	800	3000	RS-1	RS-2	SS-1	SS-1h	RS-2K	RS-3K	SS-K	SS-Kh
Tratamiento con Agregado de Cubierta	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x		x		x	x				x			
Capas Sellantes	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x		x		x	x	x ¹	x ¹	x	x	x ¹	x ¹	
Sello de Lechada																		x	x				
Riego en Negro																		x ²					
Capa Ligante			x															x ²	x ²			x ²	x ²
Imprimación			x	x				x	x														
Polvoreado																							x ²

Notas: 1. Grados SS pueden usarse cuando el Agregado de Cubierta es Arena.
2. Diluida con Agua.

Algunos Materiales Usados en Tratamientos de Superficie

Tratamientos de Superficie	Propósito	Material	Aplicación
Capa Ligante	Provee Unión entre dos capas. Debe ser fina.	1. Emulsiones Asfálticas SS-1; SS-lh; SS-K o SS-Kh diluidas con agua por partes iguales. 2. RC-70 o RS-1	Se aplica a razón de 0.05 a 0.15 gal/yd. ² de emulsión asfáltica diluida. Para uniformidad, se pasa rolo de neumáticos
Capa Sellante	Riego en Negro	Emulsiones Asfálticas SS-1; SS-lh; SS-K o SS-Kh diluida con agua por partes iguales.	Se aplica a razón de 0.1 a 0.2 gal/yd. ²
	Sello de Lechada	Mezcla de: Emulsión Asfáltica de rotura lenta; agregado fino; "Filler" mineral y agua mezclada en varias formas que dé consistencia de lechada.	Aplicada con un esponsor promedio de 1/16" a 1/8".

Tabla 3

Tipo, Número y Uso Recomendado de las Mezclas
Asfálticas Caliente de la Planta

Tipo de la Mezcla	Núm. de la Mezcla	Uso Recomendado
Macadam	I a	Base
Gradación Abierta	II a	Mezcla Sellante
	II b	Mezcla Sellante Superficie
	II c	Superficie
	II d	Base
	II e	Base
Gradación Gruesa	III a	Superficie
	III b	Superficie Nivelación
	III c	Base
	III d	Base
Gradación Densa	IV a	Superficie
	IV b	Superficie
	IV c	Superficie
Gradación Fina	V a	Superficie
	V b	Superficie

Tabla 4

Relaciones Aproximadas de Peso y Volumen Para
Varios Tipos de Mezclas Asfálticas Compactadas

Tipo y Núm. de Mezcla	Lbs. por Pie Cúbico	Lbs. por yd. Cúbica	Lbs. por Yd. ² por Pulg. de Profundidad	
				Usado en esti- mados prelimi- nares
Macadam Tipo I	110-135	2970-3645	82-101	95
Gradación Abierta Tipo II	115-140	3105-3780	86-105	100
Gradación Gruesa Tipo III	130-150	3510-4050	97-112	105
Gradación Densa Tipo IV	135-155	3645-4185	101-116	110
Gradación Fina Tipo V	130-150	3510-4050	97-112	105

Tabla 5

Libras/Yarda Cuadrada de Material que se Requiere para Varias Profundidades y Pesos de Material en Libras/Yarda Cúbica.

Lbs. por Yd. Cu.	Profundidad - Pulgadas					
	1	2	3	4		6
100	2.8	5.6	8.3	11.1	13.9	16.6
200	5.6	11.1	16.7	22.2	27.8	33.3
300	8.3	16.7	25.0	33.3	41.7	50.0
400	11.1	22.2	33.3	44.4	55.5	66.6
500	13.9	27.8	41.7	55.5	69.4	83.3
600	16.7	33.3	50.0	66.6	83.3	100.0
700	19.4	38.9	58.3	77.8	97.2	116.6
800	22.2	44.4	66.6	88.9	111.1	133.3
900	25.0	50.0	75.0	100.0	125.0	150.0
1000	27.8	55.5	83.3	111.1	138.8	166.6
2000	55.5	111.1	166.6	222.2	277.7	333.2
3000	83.3	166.6	250.0	333.2	416.6	500.0
4000	111.1	222.2	333.2	444.3	555.4	666.5
5000	138.8	277.7	416.6	555.4	694.2	833.1

Formula Usada para los Cálculos: $q = \frac{D}{36} W = 0.02777DW$

Donde: q = Cantidad de Material, Lbs./Yd.²
 D = Profundidad en Pulgadas
 W = Peso del Material, Lbs./Yd.³

Tabla 6

Yardas Cuadradas de Superficie de la Carretera
Para Varios Anchos de la Carretera

Ancho de la Carretera (Pies)	Por Pie Lineal	Por cada 100 Pies	Por Cada Milla
6	0.67	66.67	3,520
7	0.78	77.78	4,107
8	0.89	88.89	4,693
9	1.00	100.00	5,280
10	1.11	111.11	5,867
11	1.22	122.22	6,453
12	1.33	133.33	7,040
13	1.44	144.44	7,627
14	1.56	155.56	8,213
15	1.67	166.67	8,800
16	1.78	177.78	9,387
17	1.89	188.89	9,973
18	2.00	200.00	10,560
20	2.22	222.22	11,733
22	2.44	244.44	12,907

Tabla Núm. 7

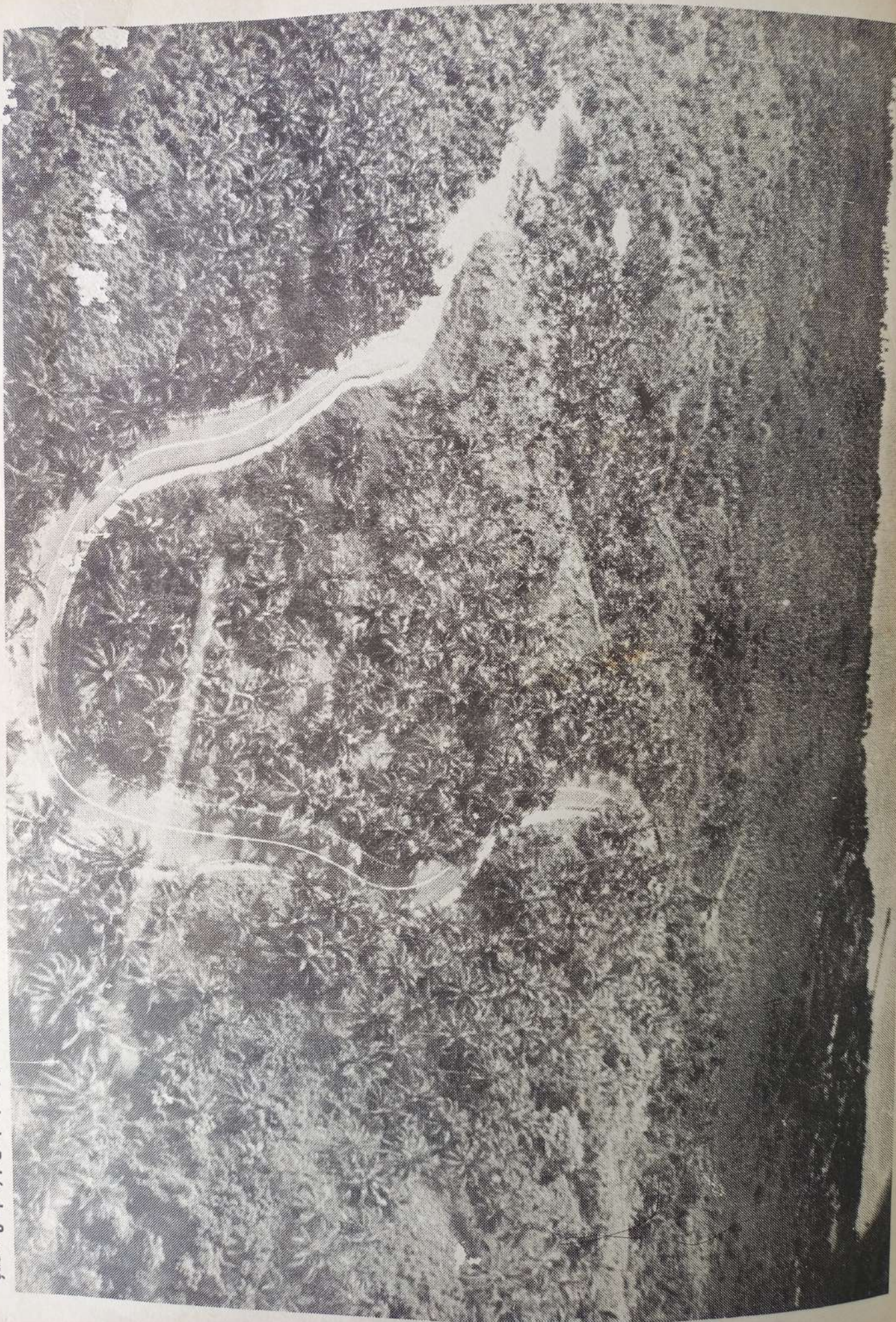
Forma Sugerida para Anotación de Fallas

Carr. DE: A: Fecha:

Método de Reparación	Sitio (Km.)	Falla	Indice de Severidad				
			Ninguno	Menor	Moderado	Mayor	Severo
Tratamiento de Superficie		Asfalto Exudado					
		Agregado Pulido					
		Canales					
		Desmoronamiento					
		Grieta de Contracción					
		Ondulaciones					
		Pérdida Agregado de Cubierta					
		Rayado Longitudinal					
		Rayado Transversal					
		Canales					
Mezcla Caliente de la Planta		Depresiones					
		Depresiones en Aperturas					
		Grietas: Borde					
		Cocodrilo					
		Ensanche					
		Junta de Borde					
		Junta de Carril					
		Reflejo					
		Resbalamiento					
		Hoyos					
Información Adicional		Levantamiento					
		Desague Defectuoso o no Existente					
			Inspección Por:				

X-REFERENCIAS

1. American Public Works Associatio "Street and Urban Road Maintenance"
1313 Fast 60th Street; Chicago, Illinois 60637.
2. Haliburton, Allan T. "Subgrade Moisture Variations-Final Report"; August, 1970
Oklahoma State University
3. Snethen, Donald R. y Haliburton, Allan T. "Subgrade Moisture Variations-Interine
Report IX"; May 1970.
4. The Asphalt Institute "Asphalt in Pavement Maintenance"
Manual Series No. 16 (MS-16); December, 1967
College Park, Maryland
5. The Asphalt Institute "The Asphalt Hand Book"; Manual Series No. 4 (MS-4); May
1968, College Park, Maryland.
6. Highway Research Board, "Design of Overlays and Pavement Rehabilitation",
Highway Research Record No. 300.
7. División Investigaciones, Departamento de Obras Públicas, Puerto Rico, 1971.



Vista aérea de la turística carretera Sánchez-Las Terrenas, reconstruida por disposición del presidente Joaquín Balaguer. Nótese al fondo la Bahía de Samaná.
(Relaciones Públicas SEO PC-1989).