



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

CURSOS INSTITUCIONALES

MANEJO ADECUADO DE MAQUINARIA PESADA

- RECUPERADORA DE ASFALTO -



Del 10 al 26 de octubre de 2005

APUNTES GENERALES

CI - 041

Instructor: Tec. Enrique Sánchez Altamirano
DELEGACIÓN XOCHIMILCO

OCTUBRE 2005

Palacio de Minería, Calle de Tacuba No. 5, Primer piso, Delegación Cuauhtémoc, CP 06000, Centro Histórico, México D.F.,
APDO Postal M-2285 • Tels: 5521.4021 al 24, 5623.2910 y 5623.2971 • Fax: 5510 0573



PALACIO DE MINERÍA



DELEGACION
XOCHIMILCO



**DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNAM**

**MANEJO ADECUADO DE
MAQUINARIA PESADA.**

Módulo II: Manejo Adecuado de Maquinaria Pesada 25 Hrs.

Duración total del Módulo: 25 Hrs.

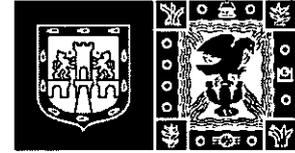
Periodo total de impartición del Módulo:
Del 10 al 26 de Octubre de 2005.



PALACIO DE MINERÍA



DELEGACION
XOCHIMILCO



**DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNAM**

**MANEJO ADECUADO DE
MAQUINARIA PESADA.**

Módulo II: Manejo Adecuado de Maquinaria Pesada 25 Hrs.

Duración del Módulo: 25 Hrs.

1. INTRODUCCIÓN.
2. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.
3. TRABAJOS DE RECUPERACIÓN.
4. MEZCLADO Y TENDIDO DEL MATERIAL RECUPERADO.
5. OBTENCIÓN DE LA HUMEDAD ÓPTIMA.
6. COMPACTACIÓN INICIAL.
7. AFINAMIENTO
8. COMPACTACIÓN SECUNDARIA.
9. RIEGOS DE PROTECCIÓN.
10. RIEGOS DE SELLOS
11. TRABAJOS COMPLEMENTARIOS.
12. RECOMENDACIONES.
13. SEÑALAMIENTO.
14. SEGURIDAD.

Periodo total de impartición del Módulo:

Del 10 al 26 de Octubre de 2005.

Nombre del Capacitador:

Tec. Enrique Sánchez Altamirano

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	2
OBJETIVO GENERAL	3
PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO	4
TRABAJOS DE RECUPERACIÓN	10
MEZCLADO Y TENDIDO DEL MATERIAL RECUPERADO	11
OBTENCIÓN DE LA HUMEDAD ÓPTIMA	11
COMPACTACIÓN INICIAL	12
AFINAMIENTO.....	12
COMPACTACIÓN SECUNDARIA	13
RIEGOS DE PROTECCIÓN	14
RIEGOS DE SELLO.....	14
TRABAJOS COMPLEMENTARIOS	15
RECOMENDACIONES.....	16
SEÑALAMIENTO	18
SEGURIDAD	33
MANTENIMIENTO	34
INTRODUCCIÓN.....	34
IMPORTANCIA DE L MANTENIMIENTO	35
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	36
<i>LIMPIEZA</i>	36
<i>LUBRICACIÓN</i>	36
<i>INSPECCIÓN</i>	36
<i>AJUSTES</i>	37
<i>MANTENIMIENTO DE PRIMER ORDEN O MANTENIMIENTO DIARIO</i>	37
<i>MANTENIMIENTO DE SEGUNDO ORDEN O MANTENIMIENTO PERIÓDICO</i>	40
REVISIÓN DE LA MAQUINARIA POR EL OPERADOR ANTES DE INICIAR SU FUNCIONAMIENTO Y OPERACIÓN.....	41
REGULACIÓN AUTOMÁTICA PARA LA DOSIFICACIÓN	48
CALCULO PRÁCTICO	48
CALCULO PARA EL INICIO DEL PROCESO	48
CONCLUSIONES	50
ANEXOS.....	52

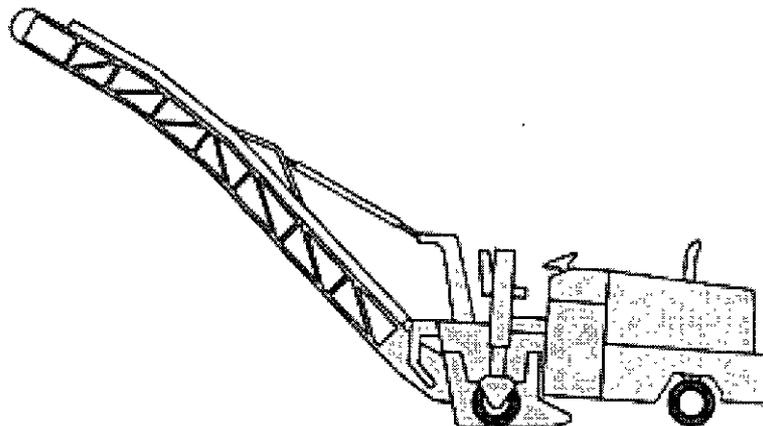
INTRODUCCIÓN

Los trabajos de recuperación del pavimento, consisten en la rehabilitación de pavimentos antiguos, mediante el aprovechamiento casi tota de la capa asfáltica superficial existente. Los deterioros susceptibles de reparar mediante el procedimiento de recuperación del pavimento son principalmente pequeñas deformaciones y agrietamientos que tienen su origen en el endurecimiento del asfalto a través del tiempo.

En los trabajos de recuperación de pavimentos, la realización de estudios previos son necesarios para determinar características de los materiales pétreos, propiedades actuales del cemento asfáltico y contenido del mismo en la mezcla. Estos estudios permiten hacer el diseño del producto asfáltico a utilizar, con la finalidad de obtener una mezcla de características adecuadas.

Así mismo, es necesario realizar previamente estudios de laboratorio que permitan definir con seguridad el tipo más conveniente de la emulsión por usar, a efecto de lograr el mejor comportamiento de las obras que se construyan. En general, la emulsión debe supeditarse al material pétreo que va a utilizarse y a las condiciones especiales del trabajo por ejecutar y no a la inversa. También es necesario tener presente que son productos más delicados que los asfaltos rebajados y que requieren de personal más cuidadoso y de precauciones especiales en su transportación, manejo y aplicación, ya que de otra manera es factible provocarles un rompimiento prematuro, que a la vez puede ser origen de muchos fracasos y problemas en los trabajos de construcción.

De ser necesario y de acuerdo al proyecto, puede construirse una capa asfáltica de refuerzo de pavimento; o en su defecto, muchas veces no es posible la construcción de una capa adicional, por problemas de niveles de banquetas, escalones peligrosos, limitaciones económicas, etc., en cuyo caso la capa recuperadora es suficiente para rehabilitar el pavimento deteriorado.



OBJETIVO GENERAL

Al término del curso, el participante adquirirá los conocimientos necesarios para realizar trabajos de recuperación, compactación, riegos y afinamiento de la carpeta asfáltica entre otros, para optimizar el rendimiento y aprovechamiento de la recuperadora de asfaltos.

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

1. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN.

Localización de los subtramos por procesar, mediante evaluación técnica, determinándose por personal de Servicios Técnicos y la Residencia de Obra responsable de la ejecución de los trabajos.

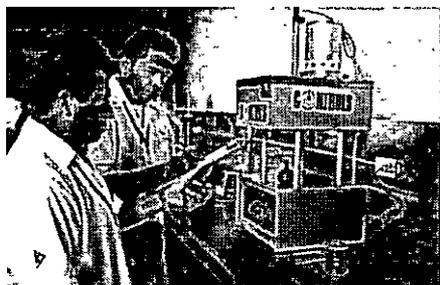
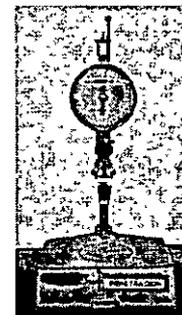
2. ESTUDIOS DE LABORATORIO PREVIOS.

Determinación de espesores, contenidos asfálticos, humedades previas al desarrollo de los trabajos; identificación del uso del material pétreo existente y su peso volumétrico entre otros.

ALGUNAS PRUEBAS DE LABORATORIO

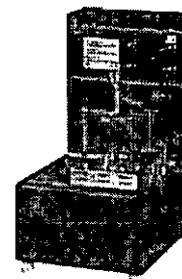
Penetración:

El ensayo de penetración determina la dureza o consistencia relativa, midiendo la distancia que una aguja normalizada penetra verticalmente a una muestra de asfalto en condiciones especificadas de temperatura, carga y tiempo.



Viscosidad:

La finalidad del ensayo de viscosidad es determinar el estado de fluidez de los asfaltos a las temperaturas que se emplean durante su aplicación.

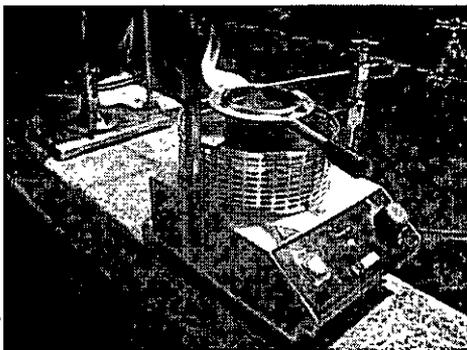
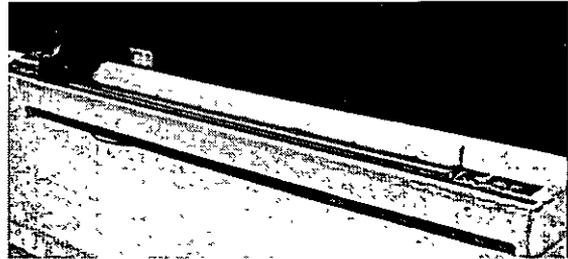


Punto de ablandamiento:

Los asfaltos son materiales termoplásticos, por lo cual no puede hablarse de un punto de fusión en el término estricto de la palabra. Se establece entonces un punto de ablandamiento, determinado por la temperatura a la que alcanza un determinado estado de fluidez.

Ductilidad:

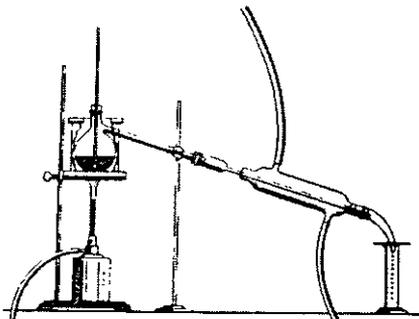
La presencia o ausencia de ductilidad tiene, usualmente, mayor importancia que el grado de ductilidad existentes. Los asfaltos dúctiles tienen normalmente mejores propiedades aglomerantes. Por otra parte, asfaltos con una ductilidad muy elevada son usualmente susceptibles a los cambios de temperatura.

**Punto de inflamación:**

El punto de inflamación o punto de chispa, indica la temperatura a la que puede calentarse el material, sin peligro de inflamación en presencia de llama libre. Esta temperatura, usualmente, es muy inferior a aquella a la que el material ardería o su punto de fuego. Por lo tanto, éste análisis sirve como prueba de seguridad en la operación de las plantas asfálticas en caliente.

Ensayo en horno de película delgada:

Este ensayo se emplea para prever el endurecimiento que puede esperarse se produzca en el asfalto durante las operaciones de mezclado. Esta tendencia al endurecimiento se mide por ensayos de penetración realizados antes y después del tratamiento en el horno.

**Destilación:**

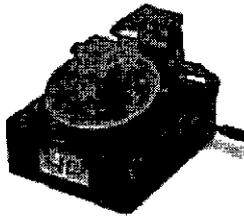
El ensayo de destilación se emplea para determinar las proporciones relativas de asfaltos y disolventes presentes en el cutback. El ensayo se realiza colocando una cantidad específica de cutback en un matraz de destilación conectado a un condensador.

Solubilidad:

El ensayo de solubilidad determina el contenido de betún en el betún asfáltico. La porción de betún asfáltico soluble en sulfuro de carbono está constituida por los elementos aglomerantes activos.

Peso específico:

Aunque normalmente no se especifica, es útil para hacer las correcciones de volumen cuando éste se mide a temperaturas elevadas. Se emplea, también, como uno de los factores para la determinación de los huecos en las mezclas asfálticas para pavimentaciones compactadas. El peso específico es la relación de peso de un volumen determinado del material al peso de igual volumen de agua, estando ambos a temperaturas especificadas.

**Contenido de humedad:**

Se coloca en una retorta de metal un volumen medido de asfalto que se mezcla perfectamente con un disolvente de tipo nafta. La retorta está provista de un condensador de reflujo y que descarga en un colector graduado. Se aplica calor a la retorta y el agua contenida en la muestra se recoge en el colector.

Flotador:

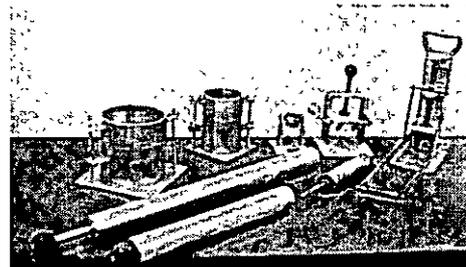
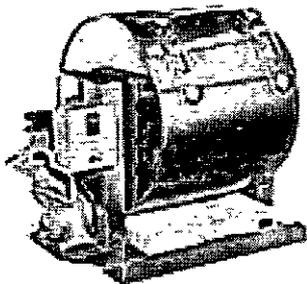
El ensayo del flotador se hace sobre el residuo de destilación de los asfaltos líquidos del tipo de curado lento.

Ensayo de tamizado:

El ensayo de tamizado complementa al de sedimentación. Se emplea para determinar cuantitativamente el porcentaje de asfalto presente en forma de glóbulos relativamente grandes.

Comportamiento del asfalto:

Por su naturaleza visco-elástica, el comportamiento del asfalto depende tanto de la temperatura como de la carga que vaya a soportar.

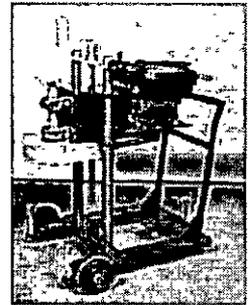


EQUIPOS DE LABORATORIO (EJEMPLOS)**CENTRIFUGA EXTRACTORA DE ASFALTOS**

El extractor centrífugo de asfalto se utiliza para determinar el porcentaje bituminoso en mezclas de pavimentos de asfalto mediante la extracción de bitumen utilizando disolventes específicos. Posee un dispositivo para el inicio de su funcionamiento en forma suave para luego incrementar las revoluciones en forma automática hasta lograr las 3600 rpm. Accionada mediante un motor eléctrico de 220 v 50Hz

MAQUINA EXTRACTORA DE PROBETAS DE PAVIMENTO

Esta máquina está diseñada y construida para extraer testigos en carreteras, puentes, etc. Equipada con motor a explosión de 6hp. con camisa de acero y acelerador. Posee tres ruedas, una de ellas giratoria que facilita su traslado en trayectos cortos. A pedido se construye sobre ruedas neumáticas y enganche vehicular.

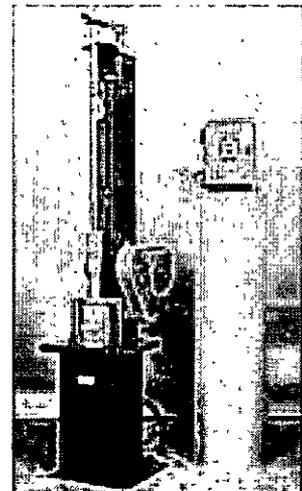
**PENETROMETRO DE ASFALTOS MANUAL - ASTM D-5- IRAM
6576/6667**

El penetrómetro se utiliza para medir la consistencia de muestras bituminosas. Posee un cuadrante de fácil lectura de 380 divisiones que corresponde cada una a 0,1mm. El equipo se provee completo con una pesa de 50gr, una pesa de 100 gr , una aguja de penetración y una cápsula de bronce.

COMPACTADOR AUTOMÁTICO PARA ENSAYOS MARSHALL

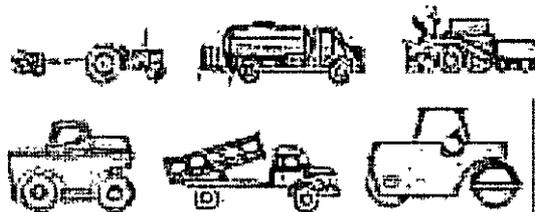
El compactador reproduce automáticamente la compactación manual, asegurando la repetibilidad en los resultados del ensayo. Este equipo está diseñado y construido de forma que la distancia de caída del martillo sea la misma en cada impacto. Un contrapeso ubicado en la parte superior de la máquina evita el efecto de rebote sobre la muestra.

Posee un sistema de lectura de la cantidad de golpes efectuados, con predeterminador de parada automática, todo esto instalado en forma separada del cuerpo principal de la máquina. Incluye un molde de compactación Marshall. Accionado por motor eléctrico de 220v 50Hz.



3. SUMINISTRO DEL PRODUCTO ASFÁLTICO.

Adquisición y transportación de los materiales asfálticos del centro de producción al lugar de la obra



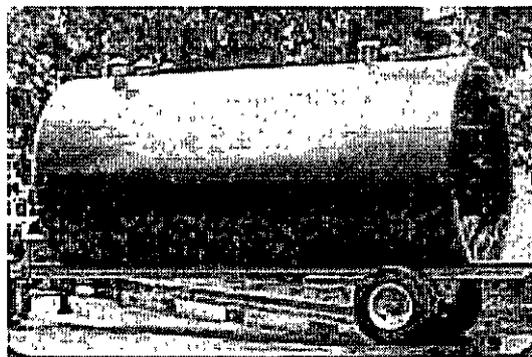
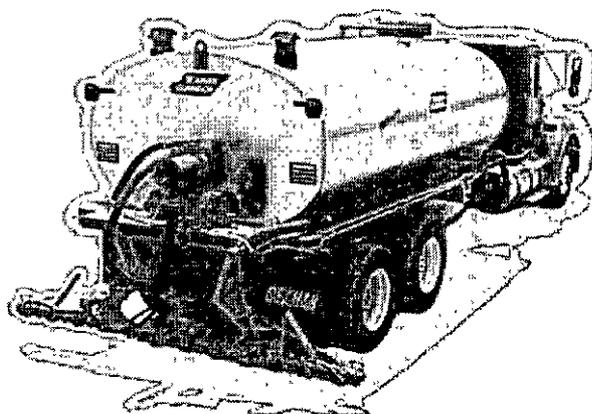
4. CALENTAMIENTO Y BOMBEO DEL PRODUCTO ASFÁLTICO.

Se procede a calentar el asfalto para facilitar su fluidez por el sistema de bombeo e incorporación con el que cuenta el equipo de recuperación, recomendándose el calentamiento de la emulsión asfáltica en un rango comprendido de 30 a 40 grados centígrados, dependiendo de las condiciones climatológicas imperantes.

5. ABASTECIMIENTO AL SISTEMA DE INCORPORACIÓN DIRECTA.

Mediante la utilización de una petrolizadota. Ésta se abastece de producto asfáltico de los autotanques que arriban de la planta de producción; la cual posteriormente reabastece a la nodriza que va acoplada a la máquina recuperadora, lográndose así, la incorporación del producto asfáltico en forma directa al material pétreo disgregado.

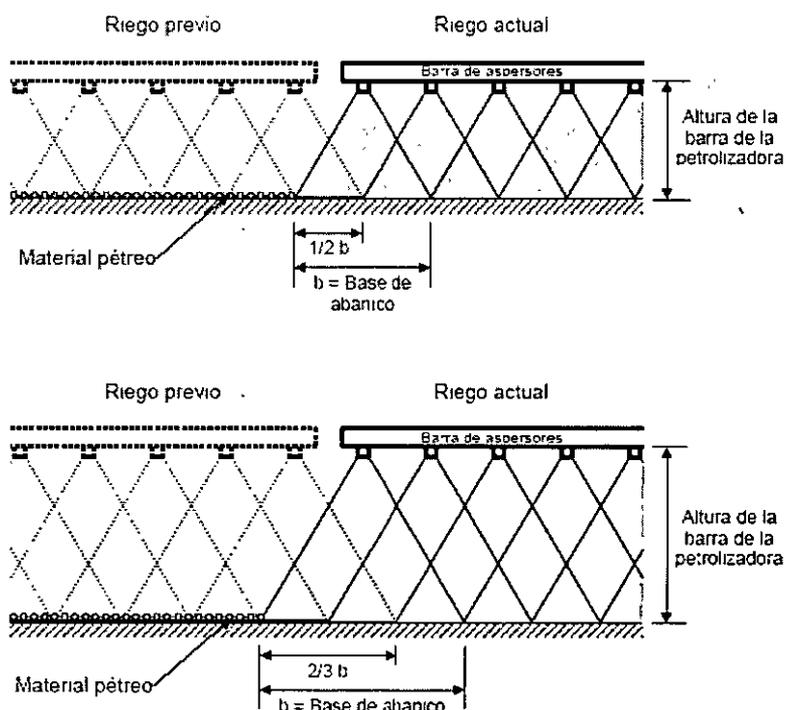
Se definirá en forma opcional de acuerdo a las condiciones de trabajo, la alternativa de efectuar el reabastecimiento sin interrumpir los trabajos de recuperación, lo cual ocasiona interrumpir el tránsito vehicular por espacio de 10 minutos máximo; o si prefiere, ubicar fuera de la superficie de rodamiento a la petrolizadota para efectuar el reabastecimiento, suspendiendo en el mismo lapso los trabajos de recuperación de pavimentos, utilizando éste lapso de tiempo para efectuar la revisión de las puntas de disgregación de la recuperadora.



6. INCORPORACIÓN DIRECTA DEL PRODUCTO ASFÁLTICO.

Para efectuar la incorporación directa del producto asfáltico al material pétreo disgregado, se hace posible mediante el acoplamiento de la nodriza con el equipo de recuperación mediante una manguera de hule conectada a la bomba de impulso de la recuperadora, protegiéndose la manguera con una cadena de acero para evitar el desgaste por fricción con la superficie de rodamiento y la ruptura por tensión debido al desplazamiento de la maquinaria misma.

El producto asfáltico incorporado en forma directa se dosifica utilizando los dispositivos de control Electromecánicos con los que cuenta la maquinaria recuperadora y se aplica a través de la barra de riego al material pétreo disgregado.



7. APLICACIÓN DE HUMEDAD.

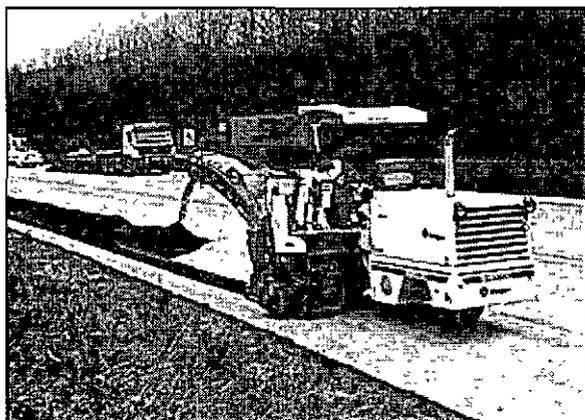
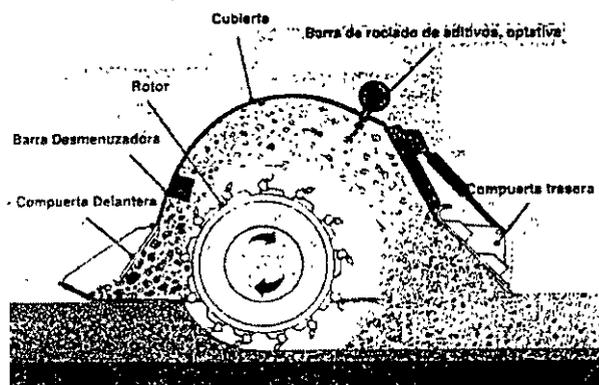
La importancia del contenido de humedad al utilizar emulsiones asfálticas, radica en que el rompimiento químico se produce al poner en contacto la emulsión en presencia de los agregados húmedos.

En regiones donde los contenidos de humedad son mínimos, es recomendable diluir el producto asfáltico con agua para lograr humedecer el material pétreo; los porcentajes serán de acuerdo a los recomendados por el Laboratorio de Campo, en base a estudios realizados previamente. Por el contrario, en regiones donde los contenidos de humedad son significativos, deberá de aplicarse la emulsión sin diluir.

TRABAJOS DE RECUPERACIÓN

Habiéndose determinado el espesor previamente, se procede a regular el equipo para hincar los trabajos de recuperación de pavimentos.

Ya una vez acoplada la nodriza, la dosificación predeterminedada, el sistema de corte regulado, la recuperadora alineada en la franja por procesar y dirigida mediante barra guía, se procede a iniciar los trabajos de recuperación del pavimento existente colapsado.

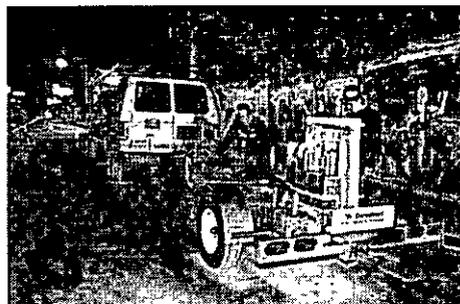
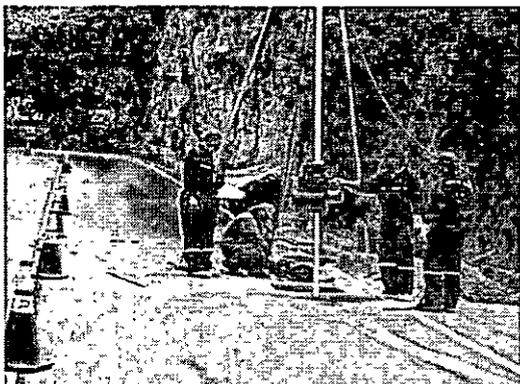


Los trabajos de recuperación consisten en la rehabilitación de pavimentos antiguos, mediante el aprovechamiento casi total de la capa asfáltica superficial existente.

El procedimiento de recuperación consiste básicamente en escarificar la capa existente, disgregarla y gracias al equipo muy avanzado que existe, incorpora y mezcla los materiales para obtener la mezcla de características requeridas.

Control de calidad

El Laboratorio de Campo verifica los espesores de corte y los espesores del material suelto, muestrea y determina los contenidos asfálticos y de humedad; así como también, verifica el grado de compactación, resistencia, etc.



MEZCLADO Y TENDIDO DEL MATERIAL RECUPERADO

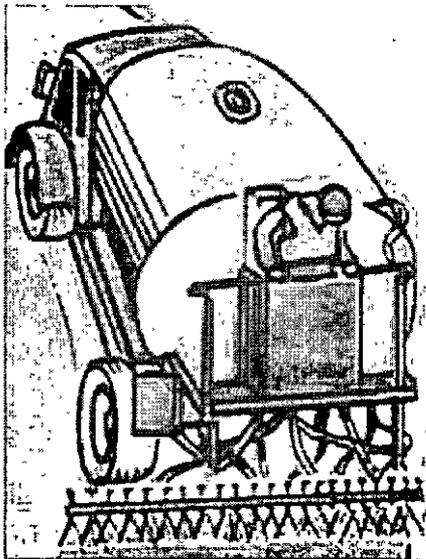
Con la utilización de una motoconformadora, se procede a homogenizar y tender el material del carril recuperado, con la finalidad de lograr una mezcla uniforme de características adecuadas, así mismo, logramos la eliminación de irregularidades superficiales compensando el material recuperado y desde luego, restituimos el bombeo y la sobreelevación a la sección del camino.



En base a las experiencias obtenidas, se recomienda realizar los trabajos de recuperación por carriles, logrando con ello el sostenimiento del tránsito, disminuyendo las molestias al usuario del camino y sobre todo los riesgos de accidente.

Por tal razón, existirá un traslape en las franjas recicladas lo que hace necesario mezclarlas perfectamente.

OBTENCIÓN DE LA HUMEDAD ÓPTIMA



Se logra al aplicar agua mediante riegos en cantidad previamente determinada por el laboratorio; se deberá de utilizar una pipa de agua debidamente equipada con sistema de bombeo y barra de riego. Habiéndose humedecido previamente el carril recuperado, se facilita la compactación inicial.

COMPACTACIÓN INICIAL

Con la utilización de un duopactor se procede a compactar en forma inicial el carril recuperado, para ello deberá determinarse el número de pasadas al equipo a utilizar, el espesor de corte, el tipo de material, etc.



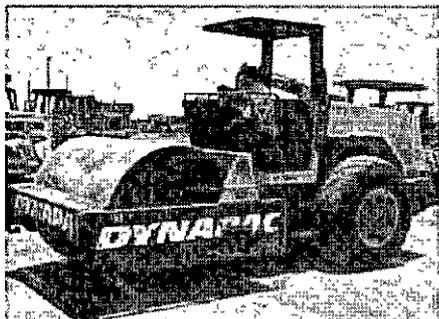
AFINAMIENTO

Una vez acomodado el material mediante la compactación inicial, se procede a afinar el carril recuperado, restituyendo el bombeo con ayuda de la motoconformadora.

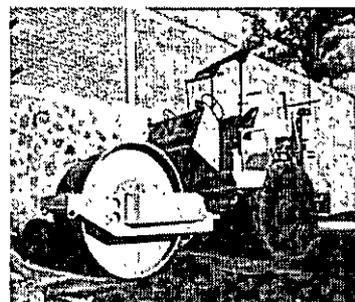
Es necesario el apoyo del personal de cuadrilla para "papear" y detallar pequeñas imperfecciones.



COMPACTACIÓN SECUNDARIA



Ya debidamente afinado y detallado el carril recuperado, se procede con la compactación complementaria utilizando el duopactor y un vibrocompactador para lograr la compactación deseada.

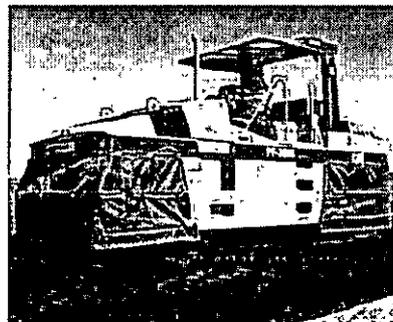


AGUA PARA COMPACTACIÓN

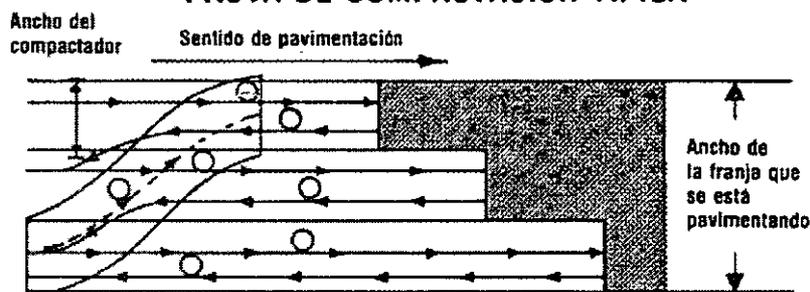
Es recomendable al día siguiente la aplicación de riegos de agua para efectuar la compactación final

RECOMPACTACIÓN O COMPACTACIÓN FINAL

Con la finalidad de lograr la compactación deseada, es recomendable recompactar el carril recuperado al siguiente día de haberse efectuado los trabajos de recuperación de pavimentos. Es importante la utilización del compactador neumático para brindarle una mejor textura a la superficie de rodamiento.

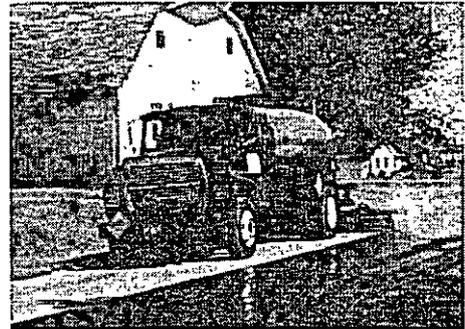
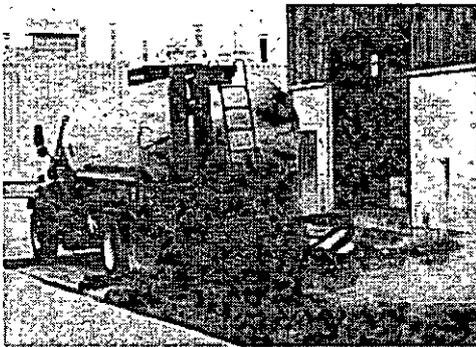


PAUTA DE COMPACTACION TIPICA



RIEGOS DE PROTECCIÓN

En forma opcional se recomienda la aplicación de un riego de taponamiento para evitar posibles desprendimientos debido a la baja dosificación que se utiliza para lograr la estabilización a nivel de base asfáltica.



El objeto de la imprimación es saturar de asfalto la superficie existente llenando huecos, revestir y unir entre sí el polvo y endurecer la superficie.

RIEGOS DE SELLO

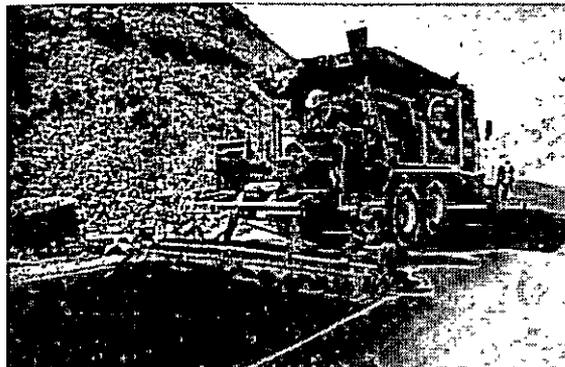


Se sugiere su aplicación como alternativa económica, para impermeabilizar la base estabilizada y así protegerla del desgaste proporcionando una superficie antiderrapante.

La aplicación de carpetas de un riego se realiza conforme lo señalado en las normas para construcción e instalaciones, con la modificación de que al material pétreo se le dará un tratamiento previo de premezclado con emulsión catiónica de rompimiento rápido diluida, como se indica a continuación:

- a) El material pétreo a tratar se colocará en una plataforma de trabajo, fuera de la superficie de rodamiento de la carretera, y deberá estar en condiciones tales que no se contamine con las maniobras de premezclado

- b) El material pétreo será acamellonado de manera similar a como se elabora una mezcla asfáltica por el sistema de mezcla en el lugar
- c) La emulsión catiónica de rompimiento rápido se diluirá con agua en proporción en volumen de 40% de emulsión y 60% de agua, cuidando que sea a la emulsión a la que se le incorpore el agua y no en forma inversa; el agua a utilizar deberá estar exenta de contaminantes. Antes de aplicar al material pétreo la disolución obtenida, deberá tener una consistencia homogénea
- d) Sobre el material pétreo se aplicará la disolución de emulsión-agua, previamente calentada a una temperatura entre 30 y 40°C, en proporción aproximada de 140 l/m³ de material pétreo, cuidando que el residuo asfáltico de la mezcla sea de 2,5% en peso, o el que en su momento sea determinado por el laboratorio; se deberá observar que el mezclado se haga de manera que se obtenga un producto homogéneo
- e) El mezclado deberá realizarse en forma rápida, antes de que ocurra el rompimiento de la emulsión



TRABAJOS COMPLEMENTARIOS

Con el apoyo del personal de cuadrilla, se realizan trabajos de abanderamiento y regulación del tránsito, colocación de señalamiento preventivo de protección de obra "papeo" y resane del carril recuperado, cadenamineto del tramo, muestreo y calentamiento del asfalto.



SERVICIOS DE APOYO

Se debe contar con el apoyo del servicio mecánico, servicio de lubricación, equipo de soldadura, transportación y suministro de combustible y gas butano para el calentamiento del asfalto.

Así mismo deberá existir un riguroso control de calidad a partir de un Laboratorio de Campo de apoyo, el cual trabajará en coordinación con la Unidad General de Servicios Técnicos; no olvidando contar con los medios necesarios para efectuar la transportación del personal, supervisión de obra, apoyo administrativo y personal para la captación y procesamiento de la información.

RECOMENDACIONES

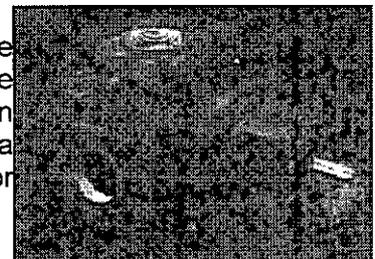
- Calentar la emulsión asfáltica en un rango de 30 a 40 grados centígrados, dependiendo de las condiciones ambientales; con la finalidad de evitar que la bomba de asfalto se “amarre” y las espreas se tapen. No deberá de calentarse la emulsión asfáltica arriba del rango descrito para evitar alterar su estabilidad química.
- El sentido del desplazamiento en el proceso del corte, en caso de pendientes, se realice en forma descendente para evitar el desgaste excesivo del sistema de embrague de las nodrizas y el trabajo en condiciones extremas de las recuperadoras.

- Revisar periódicamente las puntas o púas del sistema de corte, para evitar daños a las bases de las mismas, ó daños mayores al rotor.



- Equipas la maquinaria con torretas y faros; así mismo, al personal con equipo de protección para disminuir en lo posible los riesgos de accidente.

- El acoplamiento de la nodriza con la bomba de asfalto de la recuperadora, deberá de ser con manguera de hule de alta presión de 3 pulgadas de diámetro y protegida con una cadena anclada al chasis de la nodriza ya la recuperadora, para evitar el desgaste por fricción y por tensión de la manguera.

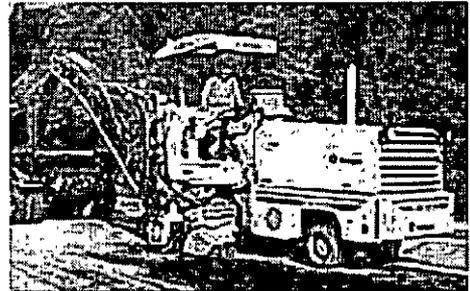


- Para disminuir el tiempo en la extracción de púas o puntas, es recomendable utilizar el extractor diseñado en éste frente de trabajo, con el cual facilitamos la extracción y abatimos tiempos ociosos, remarcando su facilidad de fabricación.
- Instalar purgador en la bomba de asfalto para facilitar su funcionamiento, se logra mediante la instalación de una llave de paso, codos y nicles galvanizados.
- En zonas frías es recomendable calentar la bomba de asfalto utilizando el calor que emite el escape de la máquina recuperadora; transmitiendo el calor, utilizando un tubo flexible de acero de 4” de diámetro, conectado del escape y colocando la salida junto a la bomba de impulso de la máquina recuperadora.
- Efectuar el lavado de la bomba de asfalto, incluyendo las mangueras de conducción y la barra de riego, es imprescindible para mantener en perfectas condiciones el sistema de incorporación directa, para ello es recomendable la utilización de 200 litros de

diesel para efectuar el lavado adecuado de la recuperadora; debiéndose realizar inmediatamente al finalizar los trabajos de recuperación de pavimentos.

- Ante de iniciar los trabajos de recuperación de pavimentos deberá de efectuarse el purgado del sistema de incorporación directa, para ello deberá de colocarse fuera de la superficie de rodamiento la recuperadora y la nodriza debidamente acoplada, verificándose que la emulsión circule por el sistema, simulándose el trabajo de recuperación, el sistema de corte deberá de estar levantado.

- Se recomienda la utilización de aditivos químicos para mejorar permanentemente la calidad de la capa recuperada.



FALLAS MÁS COMUNES EN EL EQUIPO DE RECUPERACIÓN

- Fallas en el dosificador, el cual nos sirve para cuantificar el producto asfáltico incorporado; consistente en un roto-switch electromecánico. Elemento sujeto a las vibraciones de la maquina recuperadora, desoldándose comúnmente las partes electrónicas que lo constituyen.
- Tapa de la bomba de asfalto construida con material no apropiado para las condiciones de trabajo prevalecientes, por tal razón se optó por sustituirla por una tapa de acero de fundición que resista las vibraciones y las exigencias de trabajo de la bomba de asfalto (Error de diseño).
- El sistema hidráulico está controlado a través de reelevadores electromecánicos, que debido a las condiciones de humedad y el proceso de oxidación del material componente, interrumpe o aísla sus señales eléctricas.
- El sistema de embrague que regula el movimiento del rodillo de corte, es muy susceptible al trabajar en condiciones extremas. Se presenta generalmente cuando el motor de la recuperadora opera con las revoluciones inferiores a las recomendadas.
- Las tuercas que acoplan al diferencial con el tándem, también funcionan como retenes; y cuando éstas se aflojan pasa el aceite de transmisión al tándem, lo que ocasiona que el diferencial se vacíe y ocasione desgaste en la corona y el piñón.
- Los birlos de las llantas delanteras presentan errores de diseño (diámetro pequeño y de poca resistencia; por lo que al realizar constantemente maniobras de giro, éstos se rompen provocando que las llantas se salgan del rotor.

SEÑALAMIENTO

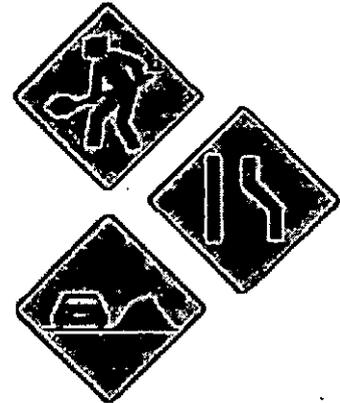
Señales Preventivas para Protección de Obra DPP

Se utilizarán para prevenir a los usuarios sobre la existencia de una situación peligrosa y la naturaleza de ésta, motivada por la construcción o conservación de una calle o carretera, así como proteger a peatones, trabajadores y equipo de posibles accidentes.

El tablero de las señales preventivas será de forma cuadrada con las esquinas redondeadas y se fijarán con una diagonal vertical en poste, o bien caballetes desmontables.

Las señales que requieran una explicación complementaria, además del símbolo, llevarán un tablero adicional de forma rectangular para formar un conjunto.

Las señales preventivas se colocarán antes del riesgo que se trate de señalar, a una distancia que depende de la velocidad establecida por las autoridades correspondientes.



Señal Informativa de Protección de Obra DPI

Tendrán por objeto guiar a los conductores en forma ordenada y segura, de acuerdo con los cambios temporales necesarios durante la construcción o conservación de calles y carreteras.

En calles y carreteras, las señales informativas para protección de obras se colocarán dentro del área de influencia de la obra o construcción de que se trate.

De acuerdo a su ubicación longitudinal, estas señales se clasifican en previas, decisivas y confirmativas.

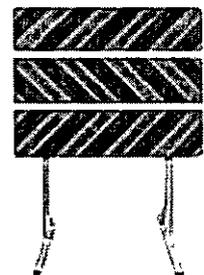
Las señales se montarán sobre postes, como en el caso de las permanentes, o bien sobre soportes desmontables.



Señales Canalizadoras para Protección de Obra DPC

Son elementos que se usan para encauzar al tránsito de vehículos y peatones a lo largo de un tramo en construcción o conservación, tanto en calles como en carreteras, para indicar cierres, estrechamientos y cambios de dirección de la ruta con motivo de la obra.

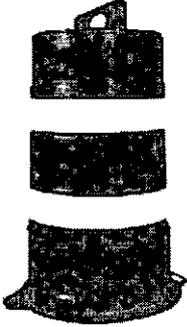
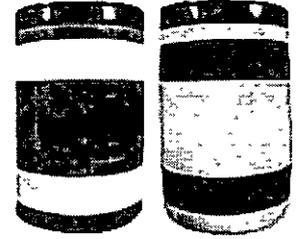
Las barreras consisten en dos tableros horizontales de 30 cms. de altura y 1.22 ó 2.44 mts. de longitud montados en postes, firmemente instalados cuando sean fijas y sobre postes móviles cuando sean portátiles.



Las barreras se podrán colocar en forma perpendicular, diagonal o paralelamente al sentido de tránsito de acuerdo a las necesidades de su uso y se podrán colocar aisladas o en serie en los límites y dentro de la zona de obras con el objeto de prevenir al conductor de vehículos de un cierre o estrechamiento próximo de la calle o carretera.

Tambos

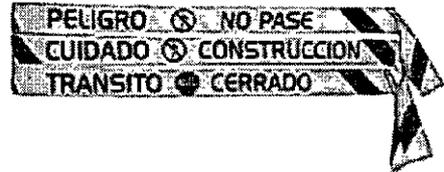
Estos dispositivos se utilizarán para delimitar las zonas de alto riesgo o peligro, incluyen dos tapones de presión y podrán ser llenados con agua o arena para contra peso y amortiguamiento en posibles accidentes, podrán ser de color amarillo con franjas en material reflejante color rojo o en color naranja con franjas reflejantes blancas y naranjas.

**Trafitambos**

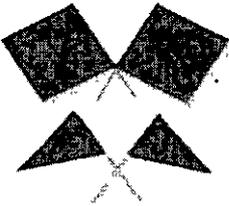
Estos dispositivos son de color naranja con 2 ó 4 franjas reflejantes en color blanco y naranja y su utilización será para delimitar las zonas de trabajo y encauzar al tránsito hacia el carril adecuado, su número y ubicación dependerá del tipo de vía y de obra que se esté realizando.

Banda Preventiva

Fabricada en poliestireno cal. 40 color amarillo con impresión en color negro de 8 cms. de ancho y 250 mts. de largo, aproximadamente, con las siguientes leyendas: Peligro no Pase, Cuidado Construcción, Tránsito Cerrado.

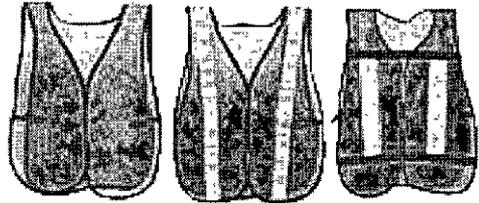
**Banderas**

Las banderas se utilizarán por el personal encargado de operar los dispositivos, controlar el tráfico de vehículos y peatones en las zonas de trabajo durante el día, son elementos de tela plástica en color naranja fluorescente de 45x45 cms. sujetas a un mango de madera. Las banderas triangulares son dispositivos que se colocan en la parte delantera y trasera de los camiones de carga que transitan por las carreteras. Están fabricadas en material plástico rígido color naranja fluorescente y tienen un mango metálico para fijarse en las defensas de dichas unidades.

**Chalecos de Malla**

Los chalecos serán utilizados para la protección del personal encargado de operar los dispositivos para controlar el tránsito de vehículos y peatones en las zonas de trabajo.

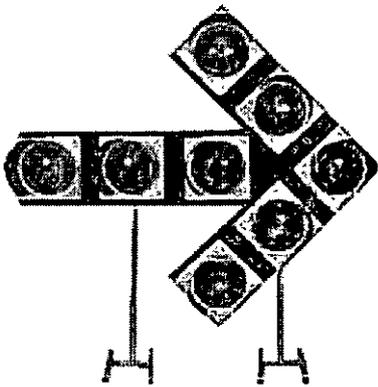
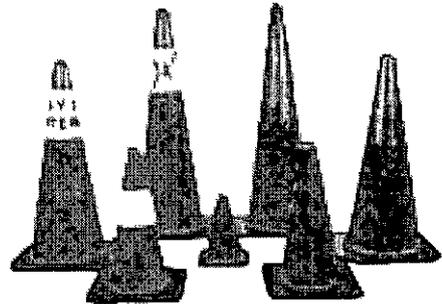
Los chalecos son fabricados en malla color naranja fluorescente y podrán ser sencillos para trabajos diurnos o para mayor visibilidad en trabajos nocturnos con 2 franjas en material reflejante de la parte frontal hasta la parte trasera y se surten como unitalla.



Conos

Son dispositivos en forma de cono truncado con la base de sustentación cuadrada en color negro, fabricados en material plástico resistente al impacto, en color naranja fluorescente con interior en color blanco para protección de los rayos ultravioleta. Para mayor visibilidad se puede colocar una franja en material reflejante de 10 cms. de ancho a 5 cms. del extremo superior.

Las medidas de los conos son: de 25 cms. de altura, 45 cms. de altura, 71 cms. de altura y 91 cms. de altura.

**Flecha Electrónica de Desviación**

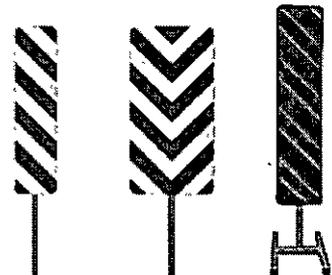
Son dispositivos luminosos portátiles que se colocarán en zonas de obras y ayudan a canalizar el tránsito hacia el carril o carriles adecuados.

Está fabricada en lámina de acero cal. 18 con estructura de PTR para mejor resistencia, incluye: secciones de semáforo de 30 cms. de diámetro color ambar y focos especiales para semáforo de 69 W, control electrónico destellador modelo Sey De2, cableado necesario y 2 postes soportes móviles en PTR.

INDICADORES**Indicadores de Obstáculos OD-5**

Se emplearán para evitar en lo posible, que los vehículos salgan del camino o invadan el carril contrario. Pueden ser en lámina galvanizada o en lámina negra pintada apoyadas en postes adecuados.

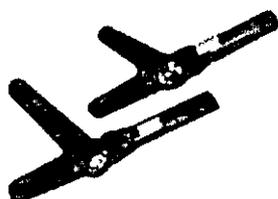
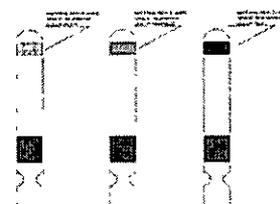
Su forma será aquella que permita un adecuado encausamiento de los vehículos fuera de control, pueden ser defensas laterales o defensas centrales.

**Indicadores de Alineamiento OD-6**

Se emplearán para delinear la orilla de una vía de circulación, en cambios de alineamiento horizontal para señalar los extremos de muros de cabeza de alcantarillas y para marcar estrechamiento de una vía de circulación.

Consistirá en señales de color de 13 cm. y 1.00 m. de longitud, sobresaliendo 75 cm. del hombro del camino, con una franja reflejante cerca de su extremo superior.

Estos dispositivos deberán situarse de manera que su orilla interior coincida con el hombro del camino.



Lámparas de mano con Insignia

Las lámparas tienen en la punta un aditamento (insignia) de plástico color naranja fluorescente que se puede acoplar a diferentes lámparas de mano.

Estos dispositivos son usados como complemento de otros dispositivos de canalización y para delinear o hacer destacar las obstrucciones o peligros.

Lámpara de Destello

Son elementos portátiles con luz intermitente de color ambar que emiten destellos de corta duración. Sirven para prevenir al usuario de la existencia de un peligro y deberán colocarse anticipadamente al mismo.

Estos dispositivos se colocarán a una altura mínima de 1.20 mts. sobre la superficie de rodamiento, lográndose colocar en las barreras de protección o sobre los trafitambos, cuentan con fotocelda para el encendido y apagado, y funciona con 2 pilas secas cuadradas de 6 volts.



Defensas Metálicas OD-4

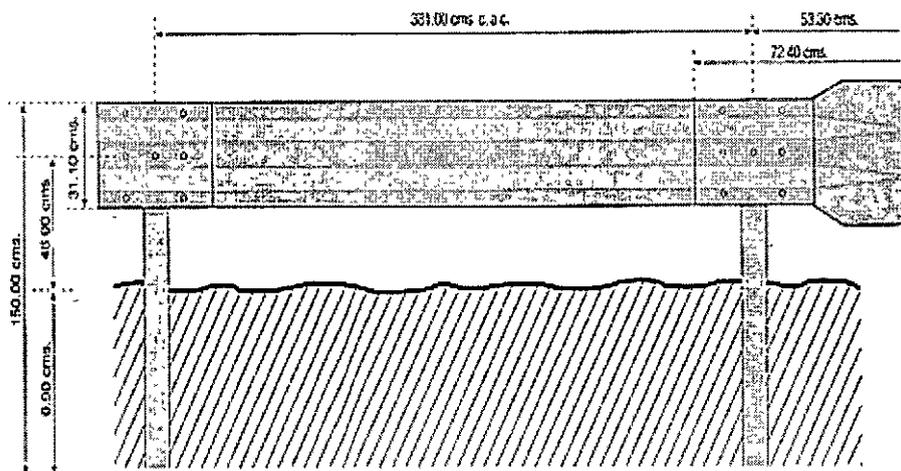
Se emplearán para evitar en lo posible, que los vehículos salgan del camino o invadan el carril contrario. Pueden ser en lámina galvanizada o en lámina negra pintada apoyadas en postes adecuados. Su forma será aquella que permita un adecuado encausamiento de los vehículos fuera de control, pueden ser defensas laterales o defensas centrales.

La defensa lateral se instalará en los lugares donde exista mayor peligro, ya sea por el alineamiento del camino o por accidentes topográficos. Deberán colocarse en la orilla exterior de las curvas peligrosas o en tangentes con terrapienes altos o en balcón, en una o ambas orillas, según se requiera.

Las defensas centrales se ubicarán en el eje geométrico de la faja separadora central como complemento de la misma, para proporcionar mayor seguridad a los usuarios, excepto en las carreteras de cuerpos separados, en donde el tratamiento deberá ser el que corresponde a una defensa lateral.

El largo del tramo de defensa es de 4.10 mts. cubriendo 3.81 mts. entre centros de postes. Dichos postes serán IPR de preferencia de 6"x4" y tendrán 1.50 mts. de largo, debiendo enterrar en el piso 0.90 mts. Para mayor seguridad de las defensas. Se utilizará un juego de

6 tornillos de 5/8"x 2 1/2" y un tornillo de 5/8" x 5", colocando un separador metálico entre la defensa y el poste. En el tornillo central se colocará un dispositivo luminoso (mariposa) fabricado en lámina galvanizada calibre 16 y con material reflejante color amarillo, para ayudar a definir las curvas o los diferentes cambios de la carretera en la oscuridad.

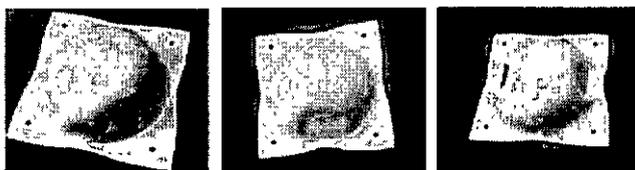


Boyas

Se usarán como complemento de las marcas en el pavimento, su estructura deberá ser lisa y se fijarán mediante anclas, clavos o adhesivos según sea el tipo, no debiendo sobresalir más de 2 cm. del nivel del pavimento.

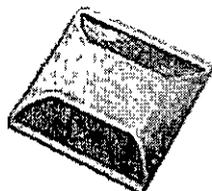
Estos dispositivos llevarán un elemento reflejante de color blanco, rojo o amarillo, en una o ambas caras, según el caso y de frente al sentido del tránsito.

Las boyas son de lámina calibre 10 y sus medidas son de 25 cm x lado.



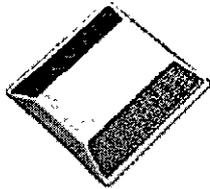
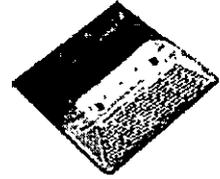
VIALETAS

Las vialetas son hechas de plástico de alto-impacto.



El marcador reflectivo Round Shoulder incorpora los mismos materiales que el Square Shoulder pero con una versión realzada de esquinas redondeadas diseñada para reducir fuerzas del impacto repetido de los neumáticos radiales

El reflector prismático de alta reflectividad asegura óptima visibilidad y ejecución. Su cápsula es de grado óptico Methyl Methacrylate, relleno con una mezcla adherente termal diseñado para proveer excelente durabilidad. Su diseño patentado con un anzuelo provee máxima adherencia entre la cápsula y el relleno. Su borde patentado protege el reflector prismático de alta brillantez contra deterioración.



El marcador reflectivo Square Shoulder es diseñado para proveer máxima durabilidad y alta reflectividad. La parte del lente es Methyl Methacrylate mientras que la capsula es ABS compound, un plástico especial con resistencia al alto impacto. Combinando los dos materiales, Ray-O-Lite produce un marcador reflectivo con excelente calidad y completa función óptica.

Señales Preventivas SP

Son señales con símbolos que tienen por objeto prevenir a los conductores de vehículos sobre la existencia de algún peligro en el camino y su naturaleza.

Las señales fijarán en uno o dos postes colocados a un lado de la carretera o sobre la banqueta. En carreteras, la señal se colocará en todos los casos, de modo que su orilla interior quede a una distancia no menor de 50 cm. de la proyección vertical del hombro del camino.

Cuando la carretera este en corte, el poste deberá colocarse en el talud a nivel del hombro aproximadamente, pero sin obstruir el área hidráulica de la cuneta.

Para los casos en que el tamaño de la señal y la inclinación del talud del corte ocasionen que la ubicación del poste obstruya el área hidráulica de la cuneta, se podrá utilizar un sólo poste excéntrico, o dos postes simétricos, de tal manera que el funcionamiento de la cuneta no sea obstruido.

En zonas urbanas, la distancia entre la orilla del tablero y la orilla de la banqueta deberá ser de 30 cm. En todas las carreteras la parte inferior del tablero de las señales quedará a 1.50 m. sobre el hombro del camino y en zonas urbanas a 2.00 m. sobre el nivel de la banqueta.

En carreteras con ancho de corona menor de 6.00 m. y calles urbanas se utilizarán las señales con una dimensión de 61x61 cm.

En carreteras con ancho de corona comprendido entre 6.00 y 9.00 m y avenidas principales urbanas se utilizarán las señales con una dimensión de 71 x 71 cm.

En carreteras con ancho de corona entre 9.00 y 12.00 m vías rápidas urbanas y carreteras de cuatro carriles donde se puedan ubicar para el mismo sentido en ambos lados se utilizarán las señales con una dimensión de 86 x 86 cm.

En carreteras con cuatro carriles o más, con o sin separador central se utilizarán las señales con una dimensión de 117 x 117 cm.

Tipos de Señales Preventivas

**CURVA A LA DERECHA**

Se utiliza para advertir la proximidad de una curva cuya velocidad de diseño es menor que la velocidad máxima o de operación del resto de la vía.

**CURVA CERRADA A LA DERECHA**

Se utiliza para advertir la proximidad de una curva, cuya velocidad es menor a 50 Km/Hr., lo que obliga a los conductores a poner más atención y disminuir la velocidad.

**ZONA DE CURVAS**

Es utilizada para avisar la proximidad de una zona en que existen dos o más curvas seguidas, así el conductor se preparará para doblar varias veces a baja velocidad.

**CURVA Y CONTRACURVA A LA DERECHA**

Es utilizada para advertir a los conductores la proximidad de dos curvas consecutivas y en sentido contrario, por lo cual deben reducir la velocidad.

**CURVA Y CONTRACURVA CERRADA A LA DERECHA**

Es utilizada para advertir la proximidad de dos curvas consecutivas y en sentido contrario, cuando al menos una de ellas es cerrada.

**PENDIENTE FUERTE DE BAJADA**

Es utilizada para prevenir de una pendiente de bajada. Esta señal puede estar complementada con una placa que contenga el porcentaje de dicha pendiente, expresado en números enteros.

**PENDIENTE FUERTE DE SUBIDA**

Es usada para prevenir de una pendiente de subida. Esta señal puede estar unida con una placa que contenga el porcentaje de dicha pendiente, expresado en números enteros.

**RESALTO**

Se utiliza para advertir la proximidad de un resalto o de un reductor de velocidad en la superficie de la calzada.

**RESALTOS SUCESIVOS**

Esta señal se emplea para advertir la proximidad de una secuencia de resaltos en la superficie de la calzada.

**BADEN**

Se utiliza para advertir a los conductores de la proximidad de una irregularidad física de tipo cóncavo en la superficie de la vía, la cual puede representar riesgos para la conducción lo que obliga a tomar precauciones.

**ANGOSTAMIENTO A AMBOS LADOS**

Se usa para prevenir la proximidad de un estrechamiento de la vía a ambos lados

**ANGOSTAMIENTO A LA DERECHA**

Se usa para señalar la proximidad de un estrechamiento de la vía al costado derecho de la calzada.

**PUENTE ANGOSTO**

Se utiliza para advertir la proximidad de un puente cuyo ancho total disponible es menor que el que tiene el resto de la vía.

**ENSANCHAMIENTO A AMBOS LADOS**

Se utiliza para advertir al conductor de un ensanche de la calzada a ambos lados

**ENSANCHAMIENTO A LA DERECHA**

Se utiliza para advertir al conductor de un ensanche de la calzada al costado derecho.

**PESO MÁXIMO**

Se utiliza para advertir que más adelante en la vía existe un puente, viaducto u otra estructura en la que sólo se permite la circulación de vehículos cuyo peso total no exceda de "X" toneladas.

**ALTURA MÁXIMA**

Se utiliza para advertir que más adelante en la vía existe una restricción de altura en un tunel, puente, paso a desnivel, u otros

**LARGO MÁXIMO**

Se utiliza para advertir que más adelante en la vía, los anchos de ésta y/o sus radios de curvatura, impiden la circulación con seguridad de vehículos cuyo largo es superior a "X" metros.

**CRUCE FERROVIARIO SIN BARRERA**

Es utilizada para alertar a los conductores de la proximidad de un cruce de trenes a nivel, el cual no posee barreras.

**CRUCE FERROVIARIO CON BARRERA**

Se utiliza para advertir la proximidad de un cruce ferroviario a nivel, provisto de barreras accionadas manualmente o en forma automática.

**PROXIMIDAD ROTONDA**

Está instalada para avisar al conductor de la proximidad de una rotonda, por lo cual debe reducir la velocidad y ceder el paso antes de ingresar a la misma

**CRUCES, BIFURCACIONES Y CONVERGENCIAS**

Sirve para indicar la proximidad de una calle que cruza en forma perpendicular la vía por la cual un conductor transita, de tal forma de disminuir la velocidad, estando atento para evitar algún accidente

**CRUCE EN "T"**

Es utilizada para advertir a los conductores la proximidad de un cruce en "T" En el ejemplo, se muestran flujos equivalentes.

**EMPALME LATERAL**

Es utilizada para advertir la proximidad de una intersección perpendicular con una vía, ya sea de mayor o menor importancia

**DOS SENTIDOS DE TRANSITO**

Es usada para indicar a los conductores que se encuentran circulando por una vía de un sentido, que más adelante el tránsito será de dos sentidos.

**CICLISTAS EN LA VÍA**

Se utiliza para advertir la probable presencia de ciclistas en la vía.

**MAQUINARIA AGRÍCOLA**

Es usada para advertir, la probable presencia en la vía de maquinaria agrícola, cuya lenta circulación o dimensiones puede ser motivo de peligro

**CARRETÉELAS EN LA VÍA**

Es usada para prevenir a los conductores de la presencia de carretas de tracción animal en la vía. Su lenta circulación y poca visibilidad nocturna pueden dar motivos de peligros

**ANIMALES EN LA VÍA**

Se usa para alertar a los conductores de vehículos de la posible presencia de animales en la vía, sean domésticos o de ganado.

**ZONA DE PEATONES**

Se usa para advertir la probable presencia de peatones en la vía.

**PROXIMIDAD PASO DE CEBRA**

Se utiliza, para advertir la proximidad de un cruce peatonal Se instala antes del paso de cebra donde el peatón tiene siempre prioridad.

**ZONA DE ESCUELA**

Se usa para indicar a los conductores la posible presencia de escolares en la vía, por la existencia de colegios.

**NIÑOS JUGANDO**

Se utiliza para indicar a los conductores la posible presencia de niños jugando en la vía o en sus proximidades, así el conductor deberá disminuir su velocidad y estar más atento

**ZONA DE DERRUMBES**

Es utilizada para advertir la proximidad de zonas de derrumbes o rodados, con posible desprendimiento de materiales y su presencia en la vía. Los derrumbes pueden ser sólo del costado derecho, o sólo del costado izquierdo.

**PAVIMENTO RESBALADIZO**

Se instala para indicar la existencia de pavimento resbaladizo en la vía, situación que se agrava con el agua.

**PROYECCIÓN GRAVILLA**

Se utiliza para prevenir la presencia de grava o material suelto que puede ser proyectado por los vehículos, dañando a terceros.

**PROXIMIDAD DE CABLES DE ALTA TENSIÓN**

Es utilizada para alertar la proximidad de cables de alta tensión

**PROXIMIDAD TÚNEL**

Es utilizada para alertar a los conductores que se aproximan a un túnel.

**RIBERA SIN PROTECCIÓN**

Se utiliza para advertir la proximidad de un río, muelle o malecón, cuya ribera no se encuentra adecuadamente protegida o apartada de la vía.

**AEROPUERTO O AERODROMO**

Se utiliza en las proximidades de aeropuertos y/o aeródromos cuando la vía por la que se transita cruza la pista de despeje o aterrizaje por lo que resulta probable la presencia de aviones volando a baja altura sobre la vía.

**VIENTO LATERAL**

Es utilizada para indicar la probable existencia de vientos laterales fuertes, que pueden afectar la estabilidad de vehículos livianos.

**DESNIVEL SEVERO**

Se usa para advertir la existencia de un tramo de vía que presenta un desnivel severo entre pistas adyacentes o entre la calzada y la berma.

**PELIGRO**

Se usa para advertir la proximidad de un peligro o riesgo no susceptible de ser prevenido. Se complementa con una placa que contiene una leyenda que especifica la naturaleza del peligro.

**BARRERA**

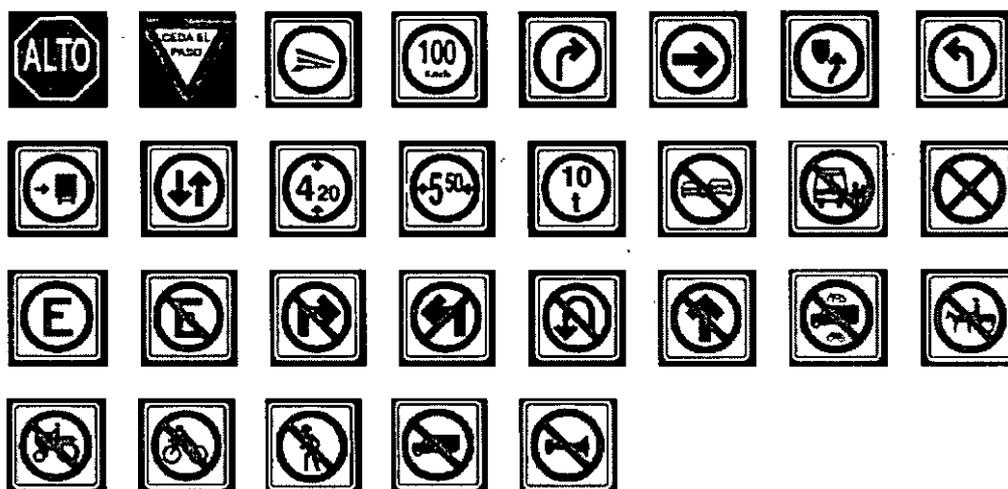
Su aplicación puede ser:

Permanente: se usa para indicar el punto donde finaliza la una vía o rampa.

Temporal: se usa para prevenir el cierre momentáneo de la vía en cruce ferroviario o peaje

Señales Restrictivas SR

Son señales con símbolos y/o leyendas que tienen por objeto indicar al usuario, tanto en zona rural como en urbana, la existencia de limitaciones físicas o prohibiciones reglamentarias que regulan al tránsito.



Las señales restrictivas serán de forma cuadrada con las esquinas redondas, excepto las de ALTO que tendrán forma octagonal y el CEDA EL PASO, que tendrá la forma de un triángulo equilátero, con un vértice hacia abajo.

Las señales se fijarán en uno o dos postes colocados a un lado de la carretera o sobre la banqueta. En carretera, la señal se colocará en todos los casos, de modo que su orilla interior quede a una distancia no menor de 50 cm. de la proyección vertical del hombro del camino. Cuando la carretera esté en corte, el poste deberá colocarse en el talud a nivel del hombro aproximadamente, pero sin obstruir el área hidráulica de la cuneta.

Para los casos en que el tamaño de la señal y la inclinación del talud del corte ocasionen que la ubicación del poste obstruya el área hidráulica de la cuneta, se podrá utilizar un sólo poste excéntrico, o dos postes simétricos, de tal manera que el funcionamiento de la cuneta no sea obstruido.

En zonas urbanas, la distancia entre la orilla del tablero y la orilla de la banqueta deberá de ser de 30 cm.

En todas las carreteras la parte inferior del tablero de las señales quedará a 1.50 m. sobre el hombro del camino y en zonas urbanas a 2.00 m sobre el nivel de la banqueta.

En carreteras con ancho de corona menor de 6.00 m. y calles urbanas se utilizarán las señales con una dimensión de 61 x 61 cm.

En carreteras con ancho de corona comprendido entre 6.00 y 9.00m y avenidas principales urbanas se utilizarán las señales con una dimensión de 7d1 x 71 cm.

En carreteras con ancho de corona entre 9.00 y 12.00 m. vías rápidas urbanas y carreteras de cuatro carriles donde se puedan ubicar para el mismo sentido, en ambos lados se utilizarán las señales con una dimensión de 86 x 86 cm.

En carreteras con cuatro carriles o más, con o sin separador central se utilizarán las señales con una dimensión de 117 x 117 cm.

Señales Informativas de Turismo SIT

Son señales con símbolos que se utilizarán para informar a los usuarios la existencia de un servicio o de un lugar de interés turístico y/o recreativo. En algunos casos estas señales podrán usarse combinadas con una informativa de destino en un mismo tablero.



Quando se requiera indicar varios servicios en forma simultánea que estén ubicados en la misma zona, se podrán emplear conjuntos hasta de 4 señales. Estas señales podrán llevar un tablero adicional indicando la dirección o la distancia formando un conjunto. Generalmente este tablero será de forma rectangular.

Las señales informativas de servicios y turísticas se colocarán en el lugar donde exista el servicio y a un kilómetro del mismo, sin interferir en ningún caso con cualquiera de los otros tipos de señales.

Quando se estime conveniente, estas señales podrán colocarse a la salida de las poblaciones para indicar la distancia a la que se encuentra el o los servicios más próximos indicados en la señal. Las señales se fijarán en uno o dos postes colocados a un lado de la carretera o sobre la banqueta.

En carreteras, la señal se colocará en todos los casos, de modo que su orilla interior quede a una distancia no menor de 50 cm. de la proyección vertical del hombro del camino. Cuando

la carretera esté en corte, el poste deberá colocarse en el talud a nivel del hombro aproximadamente, pero sin obstruir el área hidráulica de la cuneta.

Para los casos en que el tamaño de la señal y la inclinación del talud del corte ocasionen que la ubicación del poste obstruya el área hidráulica de la cuneta, se podrá utilizar un sólo poste excéntrico, o dos postes simétricos, de tal manera que el funcionamiento de la cuneta no sea obstruido.

En zonas urbanas, la distancia entre la orilla del tablero y la orilla de la banquetta deberá ser de 30 cm.

En todas las carreteras la parte inferior del tablero de las señales quedará a 1.50 m. sobre el hombro del camino y en zonas urbanas a 2.00 m. sobre el nivel de la banquetta.

En carreteras con ancho de corona menor de 6.00 m. y calles urbanas se utilizarán las señales con una dimensión de 45x45 cm.

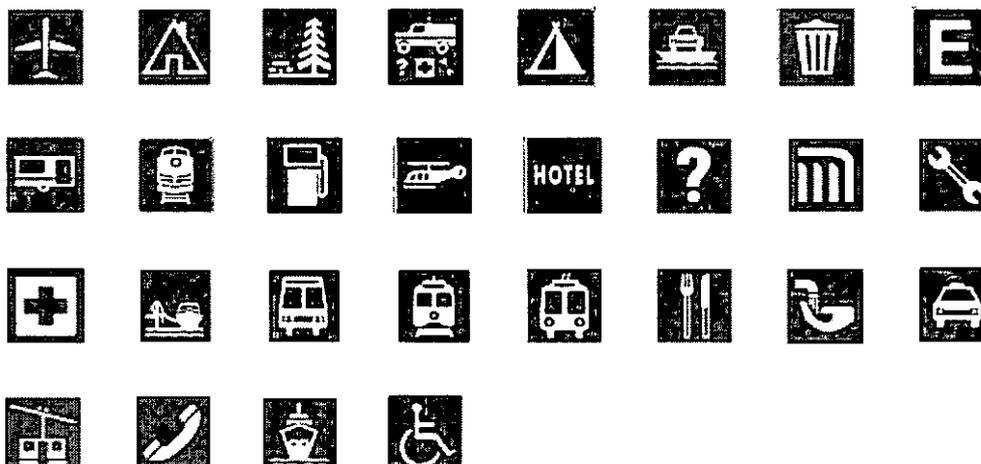
En carreteras con ancho de corona comprendido entre 6.00 y 9.00 m y avenidas principales urbanas se utilizaran las señales con una dimensión de 61x61 cm.

En carreteras con ancho de corona entre 9.00 y 12.00 m. vías rápidas urbanas, se utilizarán las señales con una dimensión de 71x71 cm.

En carreteras con cuatro carriles o más, con o sin separador central se utilizaran las señales con una dimensión de 86x86 cm.

Señales Informativas de Servicios SIS

Son señales con símbolos que se utilizarán para informar a los usuarios la existencia de un servicio o de un lugar de interés turístico y/o recreativo. En algunos casos estas señales podrán usarse combinadas con una informativa de destino en un mismo tablero.



Cuando se requiera indicar varios servicios en forma simultánea que estén ubicados en la misma zona, se podrán emplear conjuntos hasta de 4 señales. Estas señales podrán llevar un tablero adicional indicando la dirección o la distancia formando un conjunto. Generalmente este tablero será de forma rectangular. Las señales informativas de servicios y turísticas se colocarán en el lugar donde exista el servicio y a un kilómetro del mismo, sin interferir en ningún caso con cualquiera de los otros tipos de señales. Cuando se estime conveniente, estas señales podrán colocarse a la salida de las poblaciones para indicar la distancia a la que se encuentra el o los servicios más próximos indicados en la señal. Las señales se fijarán en uno o dos postes colocados a un lado de la carretera o sobre la banqueta.

En carreteras, la señal se colocará en todos los casos, de modo que su orilla interior quede a una distancia no menor de 50 cm. de la proyección vertical del hombro del camino. Cuando la carretera esté en corte, el poste deberá colocarse en el talud a nivel del hombro aproximadamente, pero sin obstruir el área hidráulica de la cuneta.

Para los casos en que el tamaño de la señal y la inclinación del talud del corte ocasionen que la ubicación del poste obstruya el área hidráulica de la cuneta, se podrá utilizar un sólo poste excéntrico, o dos postes simétricos, de tal manera que el funcionamiento de la cuneta no sea obstruido.

En zonas urbanas, la distancia entre la orilla del tablero y la orilla de la banqueta deberá ser de 30 cm.

En todas las carreteras la parte inferior del tablero de las señales quedará a 1.50 m. sobre el hombro del camino y en zonas urbanas a 2.00 m. sobre el nivel de la banqueta.

En carreteras con ancho de corona menor de 6.00 m. y calles urbanas se utilizarán las señales con una dimensión de 45x45 cm.

En carreteras con ancho de corona comprendido entre 6.00 y 9.00 m y avenidas principales urbanas se utilizarán las señales con una dimensión de 61x61 cm.

En carreteras con ancho de corona entre 9.00 y 12.00 m. vías rápidas urbanas, se utilizarán las señales con una dimensión de 71x71 cm.

En carreteras con cuatro carriles o más, con o sin separador central se utilizarán las señales con una dimensión de 86x86 cm.

Señales Informativas de Recomendación SIR

Se utilizará para medio de una leyenda, las diferentes disposiciones o recomendaciones para los usuarios de las calles y carreteras.

Deberá procurarse, hasta donde sea posible, que la leyenda tenga un máximo de cuatro palabras por renglón, pero en ningún caso más de dos renglones.

No hay límite sobre las disposiciones o recomendaciones al usuario; sin embargo, se debe restringir el número de señales y evitar la diversidad en dimensiones.



Señales Informativa de Identificación SII-14

El tablero de las señales de kilometraje con escudo, medirá en todos los casos 30 x 120 cm. Llevará un escudo de ruta de 30 x 40 cm. correspondiente a carretera federal, estatal o rural. Se usará para identificar las carreteras según su número de ruta y kilometraje.

**Señales Informativa de Identificación SII-15**

El tablero de las señales de kilometraje sin escudo medirá en todos los casos 30 x 76 cm. Se utilizará para identificar el kilometraje de la carretera.

Señales Informativa de Identificación SII-6

Las señales de nomenclatura con los nombres de calles y avenidas, serán colocadas por las autoridades y en algunos casos por particulares, como por ejemplo las urbanizadoras y constructoras.

Por economía es conveniente usar dos tableros de nomenclatura en el mismo poste, complementando en su caso, con señal restrictiva (SR-6) de alto o con señal de información general (SIG-10) que indiquen el sentido de circulación de las calles, en ocasiones pueden ser colocadas ambas.

Herrajes (Tapón y Cruceta)

El tapón y cruceta son los herrajes que se utilizan para la instalación del señalamiento SII-6, nomenclatura tipo cruceta. Fabricados en lámina de acero galvanizado por inmersión en caliente, incluye su tornillería galvanizada para la instalación de dicho señalamiento.

**Señales Informativa de Identificación SII-11, 12 y 13**

Esta señal se usará únicamente en conjunto con los escudos para indicar la dirección en que continua la ruta identificada. Se colocará inmediatamente abajo de las señales de ruta y se utilizará primordialmente en las intersecciones urbanas para guiar a los conductores de las carreteras en su paso por las poblaciones.

SEGURIDAD

Ya que el asfalto calentado puede causar serias quemaduras en la piel, los que trabajan con él deben llevar ropas amplias, en buen estado, con el cuello cerrado y las mangas bien bajadas. Han de llevar protecciones en las manos y brazos. Los zapatos deben tener 15 cm de altura e ir abrochados de manera que no queden resquicios por los que el asfalto caliente pueda entrar en contacto con la piel.

También es recomendable el uso de protecciones de cara y ojos cuando se maneja asfalto caliente. Es conveniente disponer de vestuarios para cambiarse la ropa, lavabos y duchas.

Las calderas de asfalto deben instalarse en un sitio seguro y bien nivelado, para evitar que puedan volcar. Los trabajadores han de situarse al lado de barlovento de las calderas. La temperatura del asfalto calentado debe comprobarse con frecuencia, para evitar un recalentamiento excesivo y un posible incendio. Si se acerca al punto de inflamación, se debe apagar inmediatamente el fuego de las calderas y alejar cualquier llama u otra fuente posible de ignición. Cuando se esté calentando el asfalto debe tenerse a mano un equipo de extinción.

Para la extinción de los fuegos producidos por asfaltos, los extintores más adecuados son los de dióxido de carbono y agentes químicos secos. Los extendedores de asfalto y el conductor de una máquina extendedora deben llevar máscaras de respiración de media cara con cartuchos para vapores orgánicos.

Además, para evitar la ingestión involuntaria de materiales tóxicos, los trabajadores no deben comer, beber o fumar junto a una caldera.

Si el asfalto fundido toca la piel, debe enfriarse rápidamente con agua fría o con cualquier otro método recomendado por los médicos. Si la quemadura es extensa debe cubrirse con gasas estériles y llevar el paciente al hospital; las quemaduras menores deben ser examinadas por un médico. No deben usarse disolventes para quitar el asfalto de la carne quemada. Tampoco se debe intentar quitar las partículas de asfalto de los ojos; pero la víctima debe acudir inmediatamente al médico.

Medidas de seguridad

Cuando trabaje con materiales de base asfáltica, cumpla las siguientes normas de seguridad:

- Evite el contacto prolongado con la piel.
- Evite la inhalación excesiva de vapores.
- Use ropa vieja y guantes protectores.
- Mantenga los materiales alejados de llamas o fuentes de mucho calor.
- Cierre los recipientes después de cada uso.
- Apéguese en todo momento a las instrucciones del fabricante.
- Cuando use el mazo o el cincel, póngase lentes protectores.

MANTENIMIENTO

INTRODUCCIÓN

A lo largo de su historia, el hombre, se ha esforzado continuamente por encontrar maneras de hacerse la vida más fácil y placentera. Su mente ingeniosa ha producido innumerables invenciones e innovaciones para reducir su trabajo físico y mental.

Muchos de estos inventos han sido sorprendentes y entre ellos se encuentra la maquinaria para la construcción, la cual es fabricada en muchos tipos y tamaños, para desempeñar diversos trabajos. Además, constantemente se mejoran las máquinas existentes y se inventan otras.

Actualmente la maquinaria constituye un porcentaje altísimo y a veces indispensables en la industria de la construcción. Su importancia es tal, que en algunas obras el valor del trabajo hecho con maquinaria representa hasta 85% del costo total de la obra y es frecuentemente que el valor de la maquinaria que se requiere en una obra sea superior al costo de la obra misma.

La necesidad de la maquinaria es tal, que los activos de las empresas constructoras están constituidos, en mayor parte, por maquinaria.

Desde que se comenzó a usar maquinaria en la construcción, se ha encontrado que la diferencia entre el éxito y el fracaso radica, en gran parte, en la correcta selección, utilización y conservación de la maquinaria. Sin embargo, a pesar de su gran importancia, frecuentemente esta maquinaria no es operada y cuidada como es debido, teniendo como resultado baja producción, altos costos de reparación y de obra, así como depreciación acelerada de la inversión.

Para evitar lo anterior y obtener bajos costos de producción, alta eficiencia y un alto valor real del equipo, es esencial que se utilice y conserve correctamente todo el equipo de construcción, para lo cual, es indispensable contar con el personal de operación y mantenimiento debidamente capacitado.

Los mecánicos no deberán estar esperando que una máquina se descomponga para proceder a su reparación ya que su función principal será precisamente evitar que las máquinas se descompongan.

El equipo descompuesto deja de producir trabajo y por lo tanto ingresos a sus propietarios y empleo a los operadores. Además, muy frecuentemente, una máquina que se descompone hace que se detenga todo un tren de máquinas, con lo cual se agrava la situación, la obra sufre retrasos que significan costos extras.

Sin embargo muchas reparaciones pueden evitarse con un manejo correcto y mantenimiento adecuado. Es frecuente considerar el mantenimiento como un mal necesario, muy costoso. Sin embargo si se analiza se vera que en realidad no es un gasto de tiempo y dinero, sino una inversión que producirá beneficios, ya que se evitarán tiempos muertos y gastos por reparaciones mayores no programadas.

El dinero y el tiempo empleado en mantenimiento, siempre serán menores que los empleados en reparaciones mayores no planeadas.

Frecuentemente se dedica tanto tiempo, dinero y esfuerzos en hacer reparaciones que no queda nada para emplearlo en mantenimiento.

Pero¿QUÉ ES MANTENIMIENTO?

Mantenimiento es algo más que poner un poco de grasa y aceite a una máquina y apretarle algunos tornillos.

Mantenimiento es la serie de actividades ejecutadas por una persona (ó un grupo), que tiene por objeto lograr el mejor aprovechamiento de las máquinas y equipos que otro grupo de la organización emplea para desempeñar sus funciones.

IMPORTANCIA DE L. MANTENIMIENTO

¿Sabe usted cuál es la causa principal de las fallas prematuras de la máquina?

La causa principal es dejar la conservación o mantenimiento para después. Cuántas veces hemos oído decir, "El mantenimiento lo haremos el próximo fin de semana". El próximo fin de semana llega y como hay mucho trabajo por hacer ó el personal no estuvo disponible, el mantenimiento no se hace. El tiempo pasa y el mantenimiento no se hace ó se hace incompleto. Esto nos trae como consecuencia descomposturas inoportunas y altos costos de operación.

El mantenimiento ejecutado oportunamente en tiempo y calidad nos puede resultar en 3 cosas:

- 1) Disminuir fallas.
- 2) Ahorrar en costos de operación.
- 3) Evitar accidentes al tener un equipo seguro.

Podemos dividir el mantenimiento en tres conceptos:

- **PREVENTIVO.**
- **CORRECTIVO Ó REPARACIONES MAYORES.**
- **PREDICTIVO.**

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Mantenimiento preventivo es el conjunto de operaciones de limpieza, lubricación, comprobación, ajuste y cambio de partes, necesarios para que la máquina esté siempre en condiciones de trabajar inmediatamente. Estas operaciones tienen como objetivo principal evitar el desgaste excesivo ó prematuro de la máquina, o una parte de ella, lo que se traduce en reparaciones costosas y largos tiempos muertos.

Veamos ahora cada uno de los necesarios:

LIMPIEZA.- Una máquina sucia indica que no se le está atendiendo debidamente y difícilmente podrán llevarse a cabo los pasos siguientes que constituyen el mantenimiento preventivo.

Las fugas de aceite del motor, transmisión, hidráulico, no podrán ser localizadas en una máquina sucia y por lo tanto no podrán ser corregidas. Tampoco podrán notarse desgastes, desajustes o roturas ya que la suciedad impide verlas, por lo tanto, tampoco podrán ser corregidos.

La lubricación será defectuosa ya que algunas graseras no serán visibles por estar cubiertas con suciedad y por lo tanto no serán atendidas. En otros casos, la suciedad exterior podrá ser introducida por la misma graseras junto con lubricante nuevo. Esta suciedad que se introduce ayudará a producir desgastes.

El polvo y otras materias que se acumulen alrededor de las tapas de llenado de los depósitos de combustible, lubricantes, fluido hidráulico, etc. Indudablemente se introducirá a los depósitos al quitar para revisar y rellenar estos depósitos. La falta de tapas agravará la situación. Esta suciedad ocasionará problemas y desgastes prematuros en sistemas de inyección, lubricación, hidráulico, transmisión, etc. Los radiadores e intercambiadores de calor tapados con tierra, hojas, etc., no cumplirán con su función y provocarán sobrecalentamiento en los componentes que deberán proteger, causando daños graves.

LUBRICACIÓN.- La lubricación por sí sola no cura nada pero previene fallas que se ocasionan por falta de ella. Se entiende por lubricación adecuada la aplicación del lubricante de tipo adecuado, en calidad y en cantidad correcta, aplicado en el lugar correcto, en el tiempo y condiciones especificadas.

Si siguiendo estrictamente estas indicaciones, se tendrá la lubricación correcta. No siguiendo las indicaciones se provocarán dificultades en el funcionamiento correcto del equipo.

INSPECCIÓN.- Las inspecciones periódicas tampoco remedian nada por sí mismas. Revelan las condiciones en que se encuentran la máquina y las correcciones que deberán hacerse inmediatamente ó en un futuro cercano.

Dentro del programa de mantenimiento preventivo deben establecerse las inspecciones periódicas de acuerdo a las condiciones de trabajo, el estado de las máquinas y la experiencia del personal.

AJUSTES.- Los ajustes regulares evitan desgastes anormales que traen como consecuencia la necesidad de reparaciones mayores no planeadas con sus altos costos y largos tiempos ociosos.

Además de los ajustes regulares, será necesario reemplazar algunas piezas gastadas (Bujías; platinos y condensador; bandas; filtros; partes de inyectores, etc.)

También será necesario cambiar, a intervalos regulares planeados, componentes completos como motores, convertidores, embragues, cajas de transmisión, generadores, motores de arranque, turbocargadores, bombas de inyección, etc., de acuerdo con la vida útil estimada para cada componente. Esto ya no se considera como mantenimiento preventivo y a veces se le llama mantenimiento por conjuntos.

Todas las piezas que forman una máquina son importantes y tienen una función que cumplir. Si hay alguna pieza gastada o faltante, repóngase inmediatamente. No lo deje para mañana, puede ser demasiado tarde.

Con objeto de estudiarlo dividiremos el Mantenimiento Preventivo en dos partes:

- A. Mantenimiento de primer orden ó Mantenimiento diario.
- B. Mantenimiento preventivo de segundo orden o mantenimiento periódico.

Consideraremos como Mantenimiento Preventivo de primer orden todas aquellas operaciones que deben hacerse en la máquina diariamente o una vez por turno.

Estas operaciones son llevadas a cabo generalmente por el mismo operador de la máquina. En el caso de que la lubricación y otras operaciones de mantenimiento preventivo no se consideren responsabilidad del operador, por lo menos éste debe revisar los niveles de aceite de todos los compartimentos y el nivel de enfriador en el radiador y llevar a cabo una inspección visual completa de la máquina antes de subir a ella y poner a funcionar el motor. El resto del mantenimiento preventivo quedará bajo la responsabilidad del mecánico encargado del mantenimiento preventivo.

Todas las áreas críticas de la máquina deben ser limpiadas por lo menos una vez por turno, antes de empezar la inspección, para evitar que la suciedad entre al interior de los componentes en el momento de hacer la revisión.

MANTENIMIENTO DE PRIMER ORDEN O MANTENIMIENTO DIARIO

Las operaciones que deben llevarse a cabo en el mantenimiento preventivo de primer orden son las siguientes, generalmente. Siempre deberá leerse el manual del operador correspondiente y seguir las indicaciones que en él se dan.

MOTOR

SISTEMA DE LUBRICACIÓN

- Revise el nivel del aceite.
- Si es necesario complételo.
- Anote la cantidad empleada.
- Note el color, la viscosidad y las condiciones de dicho aceite.
- Verifique que no haya fugas.
- Al comenzar a trabajar, revise presión y temperatura de aceite.
- Vea que no haya agua o rebabas metálicas en la varilla.
- No use estopa.
- Revise el nivel de agua o líquido refrigerante.
- Complételo si es necesario.

SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

- Revise que no haya fugas por las mangueras y diversos componentes.
- Verifique que hay flujo adecuado de aire a través del radiado.
- Si agregó líquido refrigerante ó agua, anote la cantidad.

SISTEMA DE ADMISIÓN

- Revise el purificador, vacíelo y límpielo.
- Si el sistema tiene válvula de vaciado operada por vacío, revísela y límpiela.
- Vea que no halla mangueras o tuberías flojas o rotas, abrazaderas flojas y entradas de aire entre el purificador y el motor.
- Compruebe el medidor de restricción de los filtros secos.
- Vea cuanto tiempo tienen trabajando estos filtros y cuándo fue la última vez que se limpiaron o cambiaron.
- Purgue el tanque de combustible.
- Vacíe los vasos de los filtros.
- Compruebe que no hay fugas en el sistema.
- Verifique que el tanque o depósito esté lleno antes de comenzar a operar.

SISTEMA DE COMBUSTIBLE

- Es mejor que el tanque sea llenado de combustible al terminar cuando la máquina todavía está caliente, anote la cantidad empleada.

SISTEMA ELÉCTRICO

- Verifique el nivel del electrólito en la batería.
- Complételo de ser necesario.
- Compruebe el funcionamiento de todos los instrumentos, accesorios eléctricos y luces.
- Compruebe el funcionamiento del amperímetro.

TRANSMISIÓN (Y CONVERTIDOR SI LO TIENE)

- Revise el nivel de aceite
- Complételo si es necesario y anote la cantidad empleada.
- Vea el color, la viscosidad y condiciones del aceite.
- Verifique cuando se hizo el último cambio de aceite y cuándo toca el siguiente.
- Revise que no haya fugas.
- Observe la presión y la temperatura de operación del convertidor.

SISTEMA HIDRÁULICO

- Revise el nivel del sistema.
- Complételo de ser necesario y anote la cantidad empleada.
- Verifique que no haya fugas.
- Compruebe el indicador de restricción del filtro del sistema (si lo tiene la maquina).

SISTEMA DE DIRECCIÓN

- Haga una revisión del sistema de dirección.
- Vea que no haya fugas en su sistema hidráulico.

SISTEMA DE FRENADO

- Revise el funcionamiento de los frenos.
- Verifique que no halla fugas de líquido.
- Si el sistema es neumático, verifique las líneas de aire.
- Purgue el tanque de almacenamiento de aire.
- Revise el estado y funcionamiento del manómetro.
- Llantas – revise su estado y la presión de cada llanta.
- Orugas – revise la tensión de las cadenas.
- Verifique que no halla piedras acuñadas entre los componentes (cadenas, ruedas guía, Catarina, mecanismos tensores, rodillos, guardas, etc.).

LUBRICACIÓN

- Lubrique, o vea que el engrasador lo haga, todos los puntos a lubricar,, de acuerdo con el manual correspondiente a la máquina.

Lo anterior es una guía general. Para cada máquina deberá usar el manual de operación y mantenimiento respectivo.

El operador ó mecánico encargado de la inspección deberá hacer un reporte diario, anotando en él, todos los datos pertinentes. Deberá llevar anotaciones de las cantidades usadas diariamente de aceites, grasas y otros fluidos. Deberá anotar también todas las anomalías encontradas y si éstas fueron corregidas o no.

Lo anterior es un ejemplo de lo que deberá hacerse como mantenimiento preventivo de primer orden en una máquina. A este reporte le llamamos "Reporte Diario del Operador".

Cuando no todas las operaciones de Mantenimiento Preventivo son responsabilidad del operador, el encargado del mantenimiento (Un mecánico), elabora el "Reporte Diario de Mantenimiento". Estos dos reportes siempre deben ir juntos y pueden reunirse en uno solo cuando el operador de la máquina es responsable de todo el mantenimiento (De Primer Orden).

MANTENIMIENTO DE SEGUNDO ORDEN O MANTENIMIENTO PERIÓDICO

El objetivo del mantenimiento de segundo orden es revisar el mantenimiento diario ó de primer orden y además hacer otras verificaciones en otras partes de la máquina, no cubiertas en la revisión diaria.

Este mantenimiento de segundo orden es una continuación del de primer orden y debe a intervalos regulares como 50, 100, 500, 1000 horas, etc., dependiendo de las indicaciones del fabricante. Consulte siempre el manual de operación y mantenimiento correspondiente a la máquina.

- Este mantenimiento es normalmente ejecutado por un mecánico calificado. .
- Revísense todos los puntos cubiertos en el mantenimiento de primer orden e indicados en la bitácora de la máquina (ó libro de registros de la máquina).
- Léase el medidor de horas de servicio y anótese esta lectura.
- Corrija las discrepancias notadas.
- Consúltese con el operador qué problemas se han presentado en la máquina.
- Léanse los reportes diarios del operador.
- Haga todas las revisiones correspondientes según el número de horas trabajadas y la inspección programada.
- Ponga a funcionar el motor.
- Revise el funcionamiento de éste.
- Vea el humo del escape.
- Vea el funcionamiento de todos los elementos de la máquina, siguiendo las instrucciones del manual de operación y mantenimiento.
- Las partes gastadas o defectuosas, como inyectores, bombas, catarinas, etc., deberán repararse o cambiarse lo más pronto posible.

Al término de la inspección deberá llenarse el reporte correspondiente. Si la máquina está en buenas condiciones, continuará en su trabajo. En caso contrario, el reporte servirá de guía para hacer las reparaciones necesarias.

Como ejemplos de la operaciones a hacer y la forma de hacer el registro correspondiente, veamos los "Informes del mecánico sobre la conservación" diaria a 50, 125, 250, 500, 1000, 2000 horas, correspondientes a tractores de carriles Caterpillar y las listas de verificaciones y registros correspondientes a las revisiones de 10, 100 Y 500 horas para camiones.

Cada fabricante de maquinaria proporcionará en su manual de operación y mantenimiento todas las indicaciones necesarias para las revisiones que deberán hacerse y algunos también tiene formas de reportes para cada caso.

REVISIÓN DE LA MAQUINARIA POR EL OPERADOR ANTES DE INICIAR SU FUNCIONAMIENTO Y OPERACIÓN

Antes de arrancar el motor de una máquina para comenzar su operación, deberá hacerse una inspección completa a dicha máquina para asegurarse que está en condiciones adecuadas para desarrollar su trabajo. A continuación se indica la forma en que debe hacerse esta inspección:

Párese frente a la máquina. Comience su inspección en el frente, continúe por el lado izquierdo de la máquina, la parte trasera y finalmente el lado derecho. Mientras revisa alrededor de la máquina, observe con cuidado todas las partes bajas de la máquina. Vea que no haya señales de fugas de aceite u otros fluidos, como hidráulico, enfriador, etc. Observe todas las mangueras y las partes del tren de rodaje.

Si se encontró algún defecto, corrija si está autorizado para ello, y si tiene la herramienta y los conocimientos necesarios, anote en su informe y repórtelo.

Todas las piezas que forman una máquina tienen una función de cumplir. Si alguna falla ó esta dañada, debe reponerse inmediatamente.

Para que la máquina funcione eficientemente, deberá conservarse limpia. No debe permitirse que los radiadores se tapen con tierra, hojas, etc. Se reducirá la capacidad de enfriamiento y el motor u otros componentes se sobrecalentarán, produciéndose daños graves.

No debe dejarse que la tierra o piedras se acumulen entre las partes que componen un tránsito de orugas ya que pueden llegar a dañarlos.

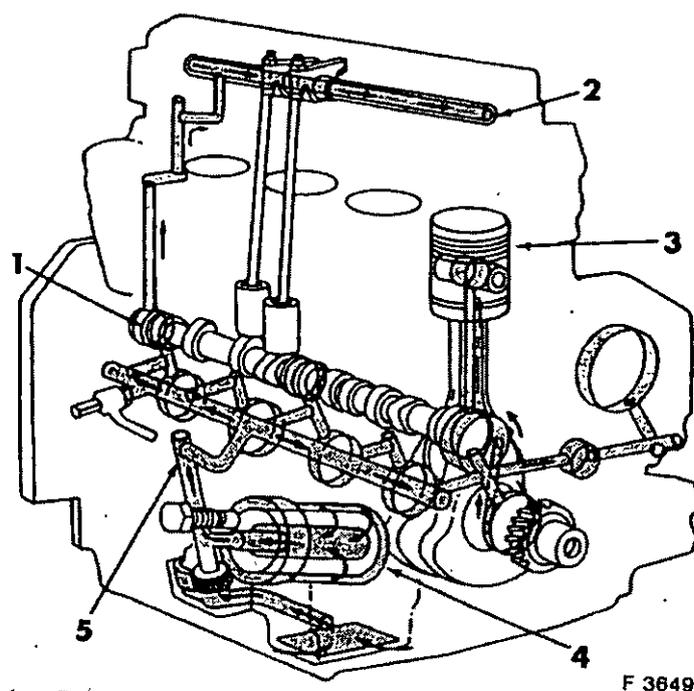
Los neumáticos deben revisarse cuidadosamente. Vea que tengan cortaduras u otros daños y que estén a su presión correcta, use un medidor de presión adecuado.

Una vez terminada esta inspección y anotados todos los datos en el reporte, proceda a hacer las operaciones de mantenimiento preventivo requeridas.

Al finalizar la revisión de la máquina y después de haber hecho las operaciones correspondientes de mantenimiento preventivo, ponga a funcionar el motor de la maquina y observe lo siguiente:

SISTEMA DE LUBRICACIÓN

Observe frecuentemente el indicador de presión del aceite lubricante para asegurarse de que se cuenta con la presión correcta.



- F 3649
- | | |
|---|--------------------------|
| 1 — Reduce la fricción y el desgaste | 4 — Limpia las piezas |
| 2 — Absorbe el calor | 5 — Amortigua los ruidos |
| 3 — Hace hermético el cierre del segmento | |

Fig. 20 — Sistema de lubricación

SISTEMA DE COMBUSTIBLE

Vigile el indicador de presión del combustible (No todas las máquinas tienen este indicador) para determinar si es necesario cambiar los elementos filtrantes. Vea que no halla abrazaderas o tornillos faltantes o rotos.

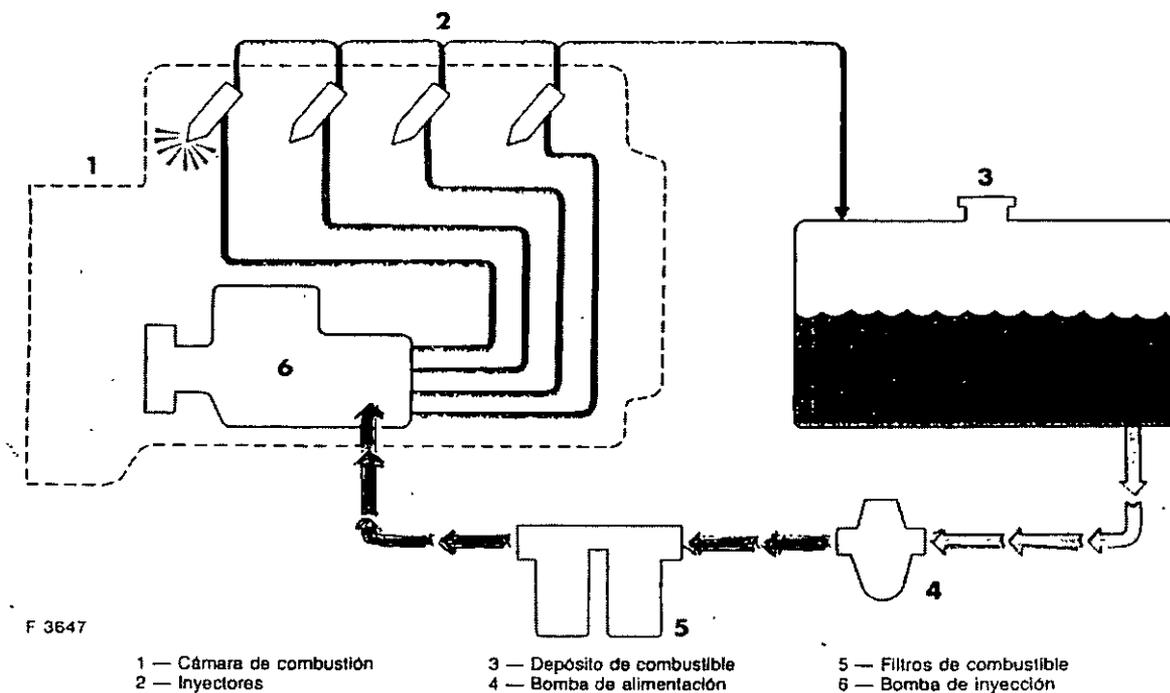


Fig. 18 — Sistema de alimentación para gasolina

SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

Vigile el indicador de temperatura del sistema de enfriamiento.

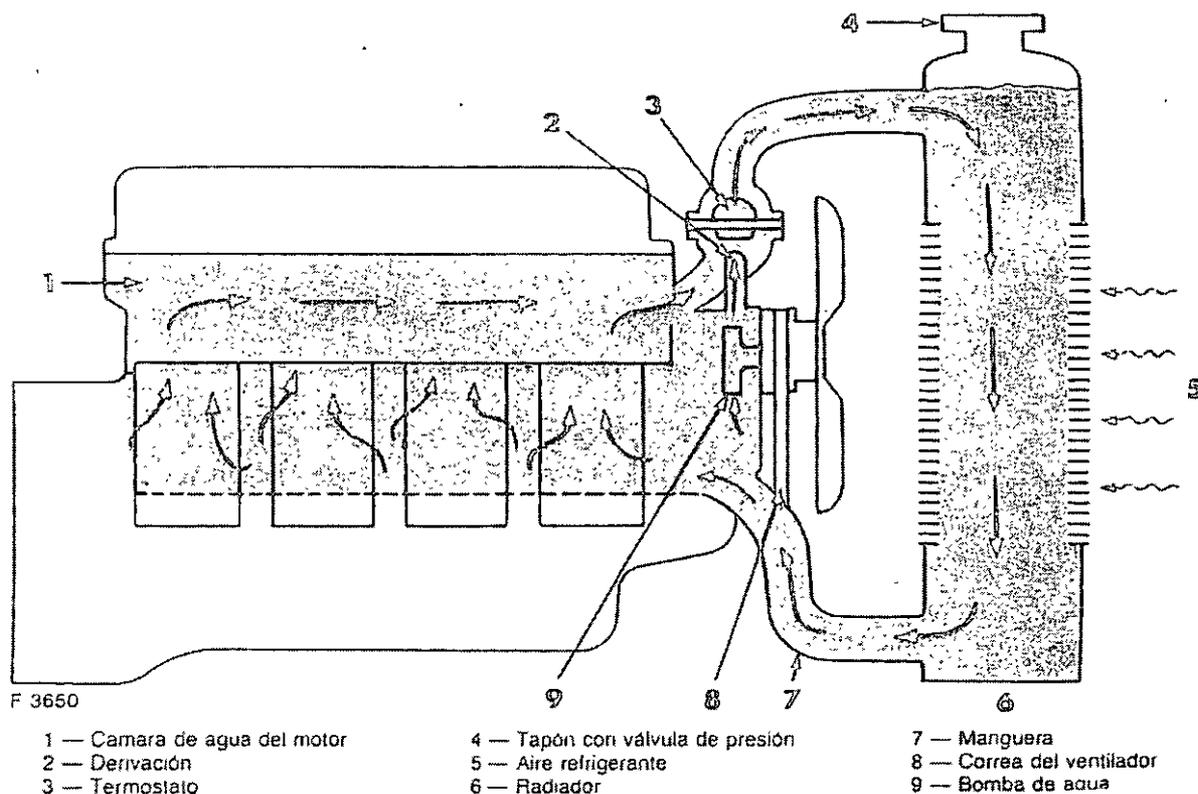
Revise que no haya fugas del líquido por alguna parte del radiador, sus mangueras o alguna otra parte de este sistema.

Si diariamente tiene que agregar agua al sistema, debe haber alguna fuga. Localícela y corríjala. Si hay necesidad de agregar agua, use solamente agua limpia. El agua turbia, tomada de charcos o arroyos dejará depósitos sólidos en el radiador y el resto del sistema, reduciendo la capacidad de enfriamiento.

El tapón del radiador deberá mantenerse siempre en buen estado y apretado. Los sistemas de enfriamiento modernos trabajan a presión con lo cual se puede aumentar la temperatura de operación del motor, reduciendo la cavitación y aumentando la vida de las camisas al disminuir el desgaste.

Vea que no estén flojos los puntos de soporte del radiador. La vibración provoca roturas.

Revise que funcionen correctamente el ventilador, sus bandas de transmisión y sus cubiertas protectoras.



SISTEMA DE ADMISIÓN DE AIRE

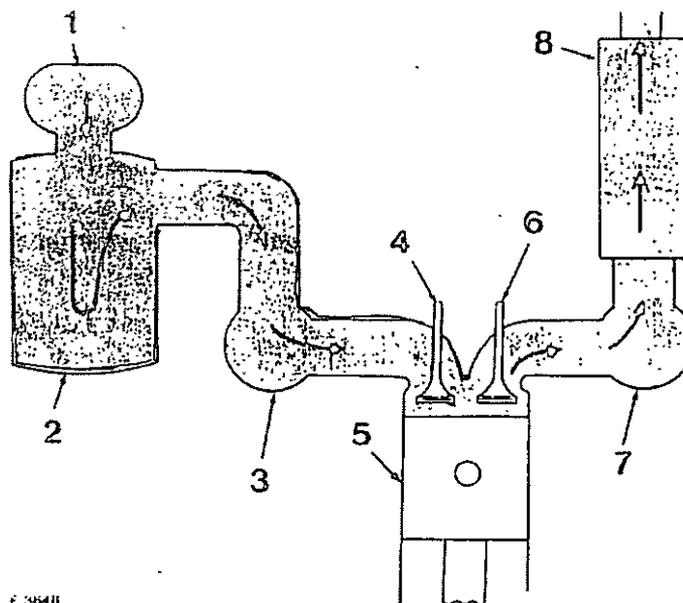
El polvo y la suciedad son los principales enemigos de un motor de combustión interna. No los deje entrar, mantenga todas las tuberías y mangueras del sistema en buen estado. Verifique que todas las abrazaderas y tornillos estén en su lugar y debidamente apretados.

Un motor diesel requiere de una gran cantidad de aire para funcionar, aproximadamente 2500 Lts. Por cada litro de combustible. Este aire debe ser limpio, por lo que debe asegurarse que los filtros de aire estén limpios y en buen estado. Una pequeña cantidad de polvo que pueda entrar al motor dañara anillos, camisas, émbolos, metales, guías y vástagos de válvulas, etc.

Vigile frecuentemente el indicador de restricción del filtro, siga las instrucciones del manual correspondiente para su limpieza o cambio.

Nunca opere un motor sin filtro de aire, tampoco cambie el filtro con el motor funcionando.

Si un motor produce mucho humo al trabajar, revise primero sus filtros de aire.



F 3840

- | | |
|--------------------------|----------------------------|
| 1 — Pre-purificador | 5 — Cilindro |
| 2 — Purificador de aire | 6 — Válvula de escape |
| 3 — Colector de admisión | 7 — Colector del escape |
| 4 — Válvula de admisión | 8 — Silenciador del escape |

SISTEMA DE ESCAPE

Verifique que los tubos de escape y silenciador estén en buen estado y debidamente sujetos. Vea también que el múltiple de escape este correctamente fijo al motor y que no tenga tornillos faltantes.

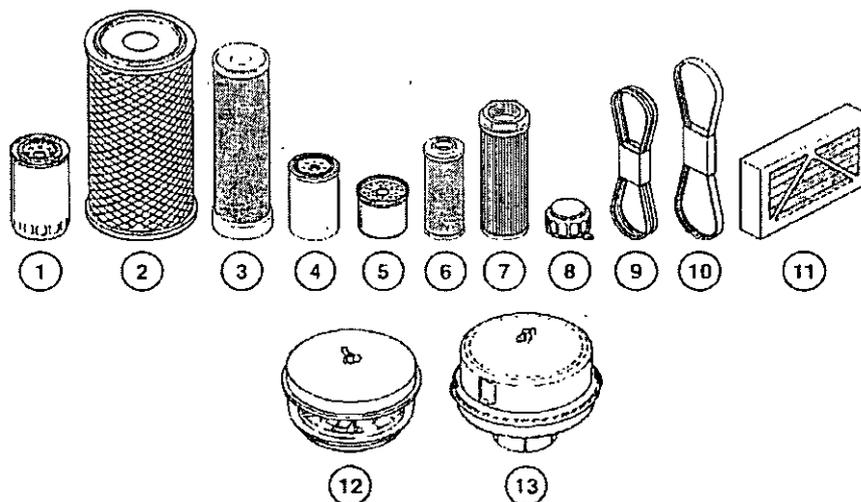
En motores turbocargados, vea que el turbocargador opere libremente y que su lubricación sea correcta.

Verifique constantemente el humo del escape, este le indicará como está funcionando el motor.

Humo negro y constante indicará que hay combustible que no se está quemando. Esto puede ser debido a que la bomba este entregado más combustible del necesario, que los filtros estén tapados o que las boquillas o atomizadores están en malas condiciones.

El humo blanco azulado indicará que se está quemando aceite lubricante.

ELEMENTOS FILTRANTES Y CORREAS



DESIGNACIÓN	REFERENCIA	LIMPIAR	RECAMBIAR
1 - Filtro de aceite motor térmico			
2 - Cartucho del filtro de aire seco			
3 - Cartucho de seguridad filtro de aire seco			
4 - Filtro de aceite transmisión			
5 - Cartucho del filtro de combustible			
6 - Cartucho del filtro de aceite retorno hidráulico			
7 - Alcachola de aspiración del depósito de aceite hidráulico			
8 - Tapón filtro del depósito de aceite hidráulico			
9 - Correa del alternador			
10 - Correa del ventilador			
11 - Filtro de ventilación cabina			
12 - Prefiltro ciclónico (OPCIÓN)			
13 - Prefiltro de limpieza automática (OPCIÓN)			

SISTEMA DE ASPIRACIÓN

- 1 Elemento del filtro de aire sucio
- 2 Sistema de respiración del cárter obstruido
- 3 Elemento del filtro de aire ausente, o mal sellado. Conexión floja con el turbocompresor.
- 4 Deformación interna u obstrucción en el tubo entre el filtro de aire y el turbocompresor.
- 5 Tubo de traspaso dañado u obstruido entre el turbocompresor y el colector de admisión.
- 6 Obstrucción entre el filtro de aire y el turbocompresor.
- 7 Obstrucción del sistema de escape.
- 8 Turbocompresor suelto o abrazaderas o tornillos de sujeción flojos.
- 9 Colector de admisión agrietado, flojo, o con brida deformada.
- 10 Colector de escape agrietado, flojo, o con brida deformada.
- 11 Sistema de escape obstruido.
- 12 Demora de llegada de aceite al turbocompresor durante el arranque del motor.
- 13 Lubricación insuficiente.
- 14 Aceite del motor sucio.
- 15 Aceite incorrecto.
- 16 Tubo de alimentación de aceite obstruido.
- 17 Tubo de drenaje de aceite obstruido.
- 18 Caja de la turbina dañada u obstruida.
- 19 Fugas por los retenes del turbocompresor.
- 20 Cojinetes del turbocompresor desgastados.
- 21 Exceso de suciedad en la caja del compresor.
- 22 Exceso de carbonilla detrás del rotor de la turbina.
- 23 El régimen del motor sube con demasiada rapidez al principio.
- 24 Período insuficiente de ralentí.
- 25 Bomba de inyección averiada.
- 26 Inyectores desgastados o dañados.
- 27 Válvulas quemadas.
- 28 Segmentos de pistón desgastados.
- 29 Fuga de aceite del tubo de alimentación.
- 30 Exceso de líquido de conservación del motor (al arrancar el motor).
- 31 Período de ralentí excesivo.
- 32 Obstrucción en la caja de cojinetes del turbocompresor.
- 33 Obstrucción en el filtro de aceite.
- 34 Filtro de aire en baño de aceite: obstrucción, elemento sucio, viscosidad del aceite muy baja o muy alta.
- 35 Accionador de la válvula de salida de gases averiado o dañado.
- 36 Válvula de salida de gases atascada.
- 37 El motor se ha parado muy pronto por carga elevada.
- 38 Falta de aceite.
- 39 Fugas de combustible del cebador.
- 40 Grieta en la placa trasera del compresor.

REGULACIÓN AUTOMÁTICA PARA LA DOSIFICACIÓN

CALCULO PRÁCTICO

DATOS DE LABORATORIO:

ESPESOR DE CORTE: 0.12 M.

DOSIFICACIÓN: 60LTS./M3

CALCULO:

R.A.D. = ESPESOR DE CORTE) X (DOSIFICACIÓN RECOMENDADA)

R.A.D. = (0.12) X (60) = 7.2

CALCULO PARA EL INICIO DEL PROCESO:

EJEMPLO:

LA ESTRUCTURA DEL CAMIÓN POR RECUPERAR TIENE 23 CMS. (9" APROX.), LA CAPA DE LA SUPERFICIE ES DE 8 CMS. (3" APROX.) DE MEZCLA EN FRÍO CON UN 4% DE CEMENTO ASFÁLTICO RESIDUAL (C.A.). LA CAPA DE LA BASE TIENE 15 CMS. (6" APROX.) DE MATERIAL PÉTREO BIEN GRADUADO

EL RESULTADO FINAL DESEADO ES UN MATERIAL DE BASE HOMOGÉNEO ESTABILIZADO CON ASFALTO, BIEN MEZCLADO, CON UN CONTENIDO DEL 7% HE CEMENTO ASFÁLTICO (C.A.).

RECOMENDACIONES DE LABORATORIO:

C.A. (INICIAL)= 4%

C.A. (FINAL) = 7%

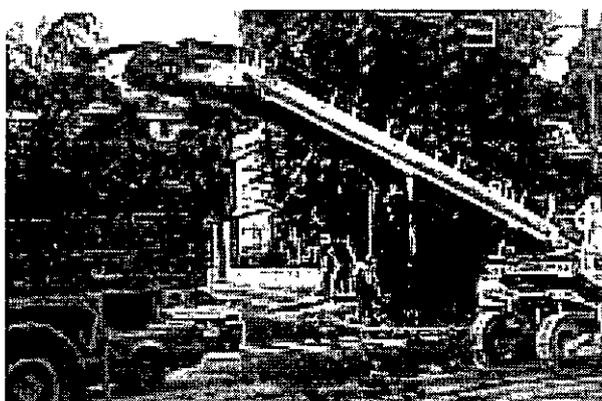
C.A. (POR ADICIONAR)= 3%

ESPESOR DE CORTE RECOMENDADO: 10 CMS. (4" APROX.)

EN BASE A LA TABLA SIGUIENTE, LA CUAL UTILIZAMOS PARA CALCULAR LA CANTIDAD NECESARIA DE LITROS DE PRODUCTO ASFÁLTICO APLICADOS POR METRO CUADRADO A UNA PROFUNDIDAD ESPECIFICADA.

EMUL510N ASFÁLTICA POR METRO CUADRADO (L T5/M2)						
% (C.A.)	PROFUNDIDAD DE CORTE					
MEZCLA	2.5 cm.	5.0cm.	7.5 cm.	10.0 cm.	12.5 cm.	15.0 cm.
0.5	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.1
1	0.4...	0.8	1.1	1.5	1.9	2.3
2	0.8	1.5	1.3	3.0	3.8	4.6
3	1.1	2.3	3.4	4.6	5.7	6.8
4	1.5	3.0	4.6	6.1	7.6	9.1
5	1.9	3.8	5.7	7.6	9.5	11.4
6	2.3	4.6	6.8	9.1	11.4	13.7
7	2.7	5.3	8.0	10.6	13.3	16.0
8	3.0	6.1	9.1	12.2	15.2	18.2
9	3.4	6.8	10.3	13.7	17.1	20.5
10	3.8	7.6	11.4	15.2	19.0	22.8

LA TABLA MUESTRA DE 4.6 LITROS DE EMULSIÓN ASFÁLTICA POR METRO CUADRADO SE NECESITAN PARA CREAR UNA BASE ESTABILIZADA CON 7% DE C.A. CON UN ESPESOR DE 10 CMS.



CONCLUSIONES

-Es conveniente señalar que el éxito de éste tratamiento depende de las condiciones de las capas inferiores del pavimento. Si no existe un buen apoyo por deficiencias de calidad o exceso de humedad en la base, sub-base o terrecerías, el trabajo de recuperación puede fracasar en poco tiempo, pudiendo manifestarse pronto en la nueva capa en condiciones similares a las que existían originalmente.

-Las tendencias actuales en el mundo en relación con los trabajos de construcción y rehabilitación de pavimentos que implican el uso de asfalto, es la de utilizar mayores proporciones de emulsiones asfálticas para ahorrarse el empleo de solventes ligeros que se requieren para la fabricación de rebajados.

-En las emulsiones asfálticas, además de no consumirse prácticamente solventes del petróleo, se evita también el uso de combustibles para su manejo y aplicación en la obra, ya que no requieren de operaciones extremas de calentamiento, situación que a su vez favorece la protección del medio ambiente.

-Los costos actuales de estos productos en los trabajos de recuperación de pavimentos, pueden disminuirse mediante el establecimiento de plantas portátiles para la elaboración de la emulsión, cercana a los frentes de trabajo.

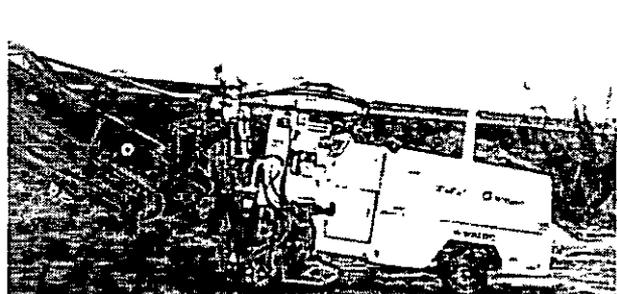
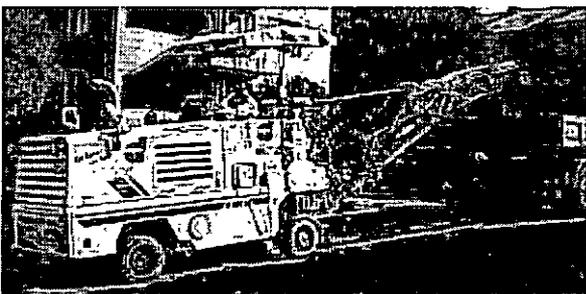
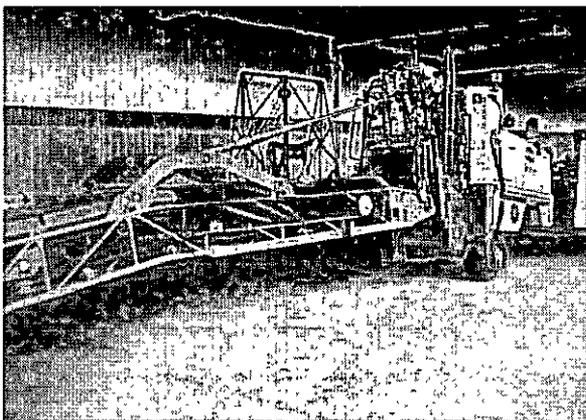
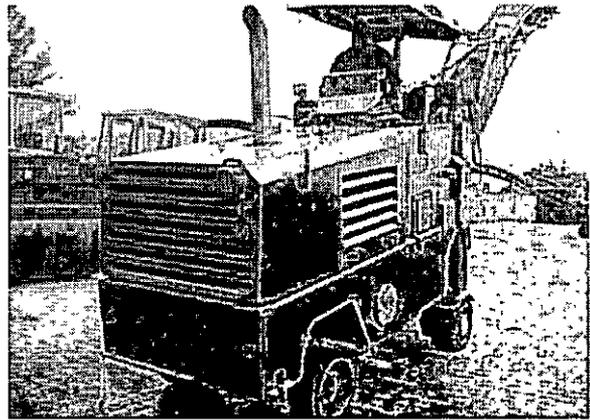
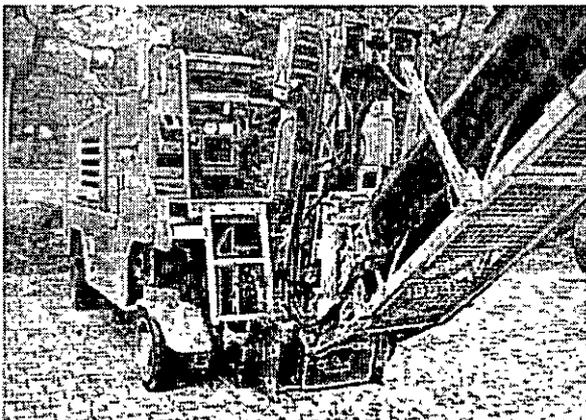
-Sin embargo, no está por demás recalcar que en la utilización de los productos asfálticos deben tomarse en cuenta las condiciones especiales de la obra, para elegir en cada caso el producto que en todos sentidos sea el más conveniente, así como las modificaciones al procedimiento de construcción aquí descrito.

-Contar con el adecuado equipo adicional necesario, herramientas y mano de obra, representa la seguridad de obtener significativos avances físicos efectivos, lo que en suma representa un ahorro económico importante.

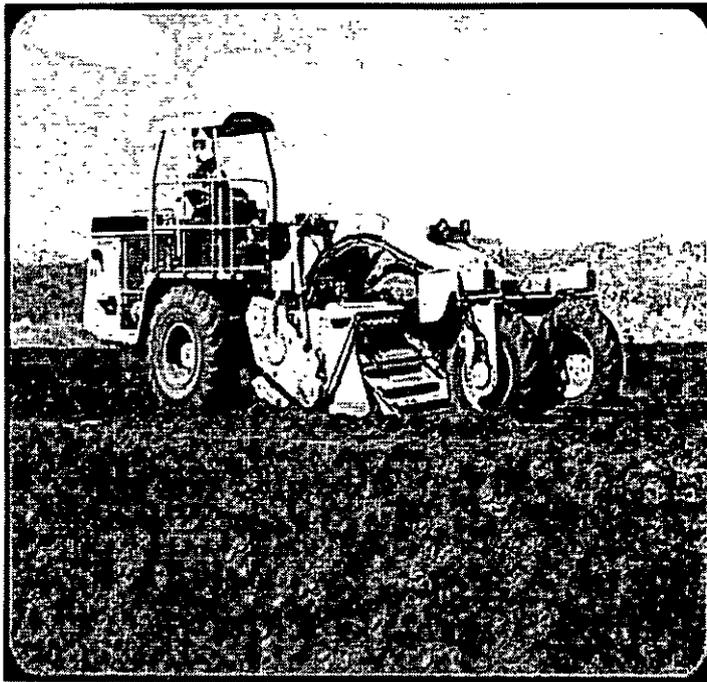
-Para tener éxito con los trabajos de recuperación de pavimentos, se deberá de ampliar la jornada de trabajo; que debido a las características propias del procedimiento los avances efectivos deberán de ser diarios; resultando contraproducente limitarse únicamente a la jornada normal de trabajo, incrementándose con ello en forma significativa los costos de operación de la obra y la subutilización de la maquinaria y equipo.

-En síntesis, la recuperación del material existente, consiste en cortar en frío y disgregar el material que constituye el pavimento existente hasta la profundidad que sea fijada, agregándole emulsión asfáltica en la proporción adecuada con la que se obtenga un contenido de cemento asfáltico óptimo determinado previamente; homogeneizando la mezcla asfáltica con el mismo equipo, optimizando el mezclado con ayuda de la motoconformadora, misma que realizará el trabajo de tendido en todo el ancho recuperado y en el espesor fijado de manera uniforme, sobre la superficie tratada, procediendo a perfilar y compactar el material hasta alcanzar el grado que se indique.

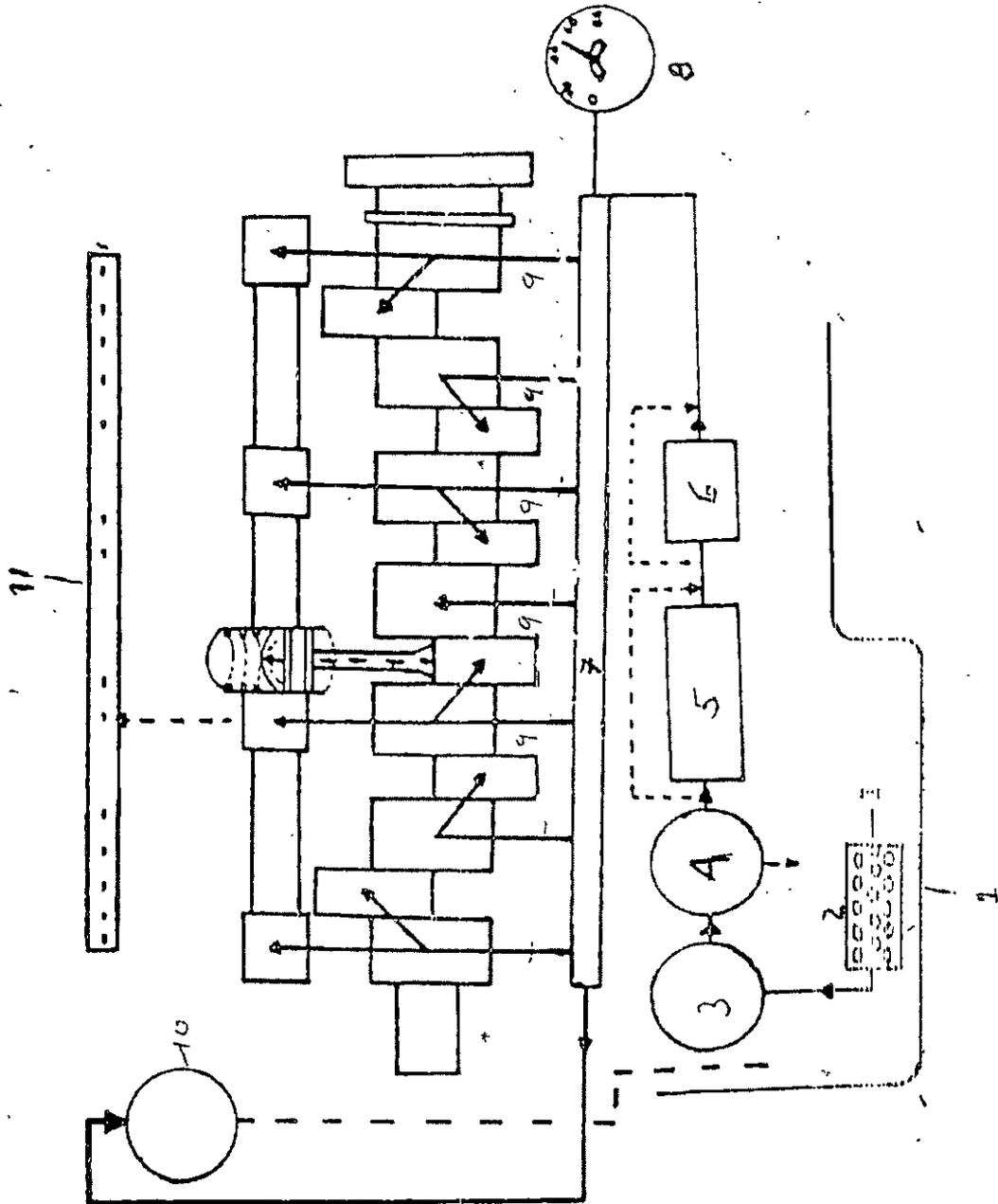
-Es importante aprovechar éstas experiencias que se han estado viviendo últimamente y apoyarlas con estudios serios de investigación para sustituir algunos errores que han surgido y para perfeccionar éste innovador procedimiento constructivo que deberá consolidarse como tecnología de punta en la construcción y conservación de obras viales; con la utilización de ésta tecnología avanzada, se recurrirá posiblemente al mejoramiento de caminos de segundo orden mediante la construcción de sub-bases y bases estabilizadas protegiéndolas con carpetas delgadas y/o aplicaciones de riegos de sello logrando así maximizar beneficios disminuyendo costos de construcción.



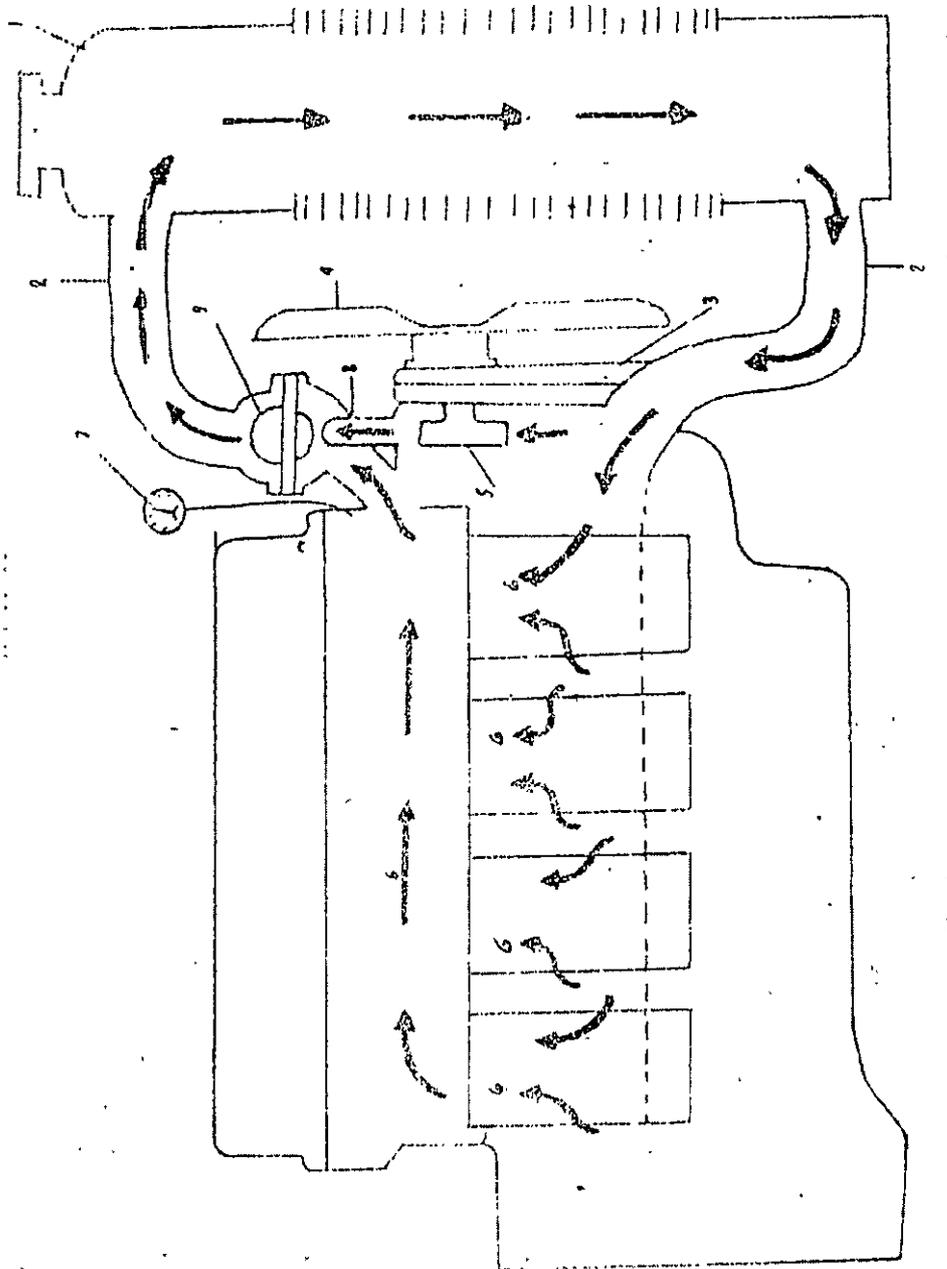
ANEXOS



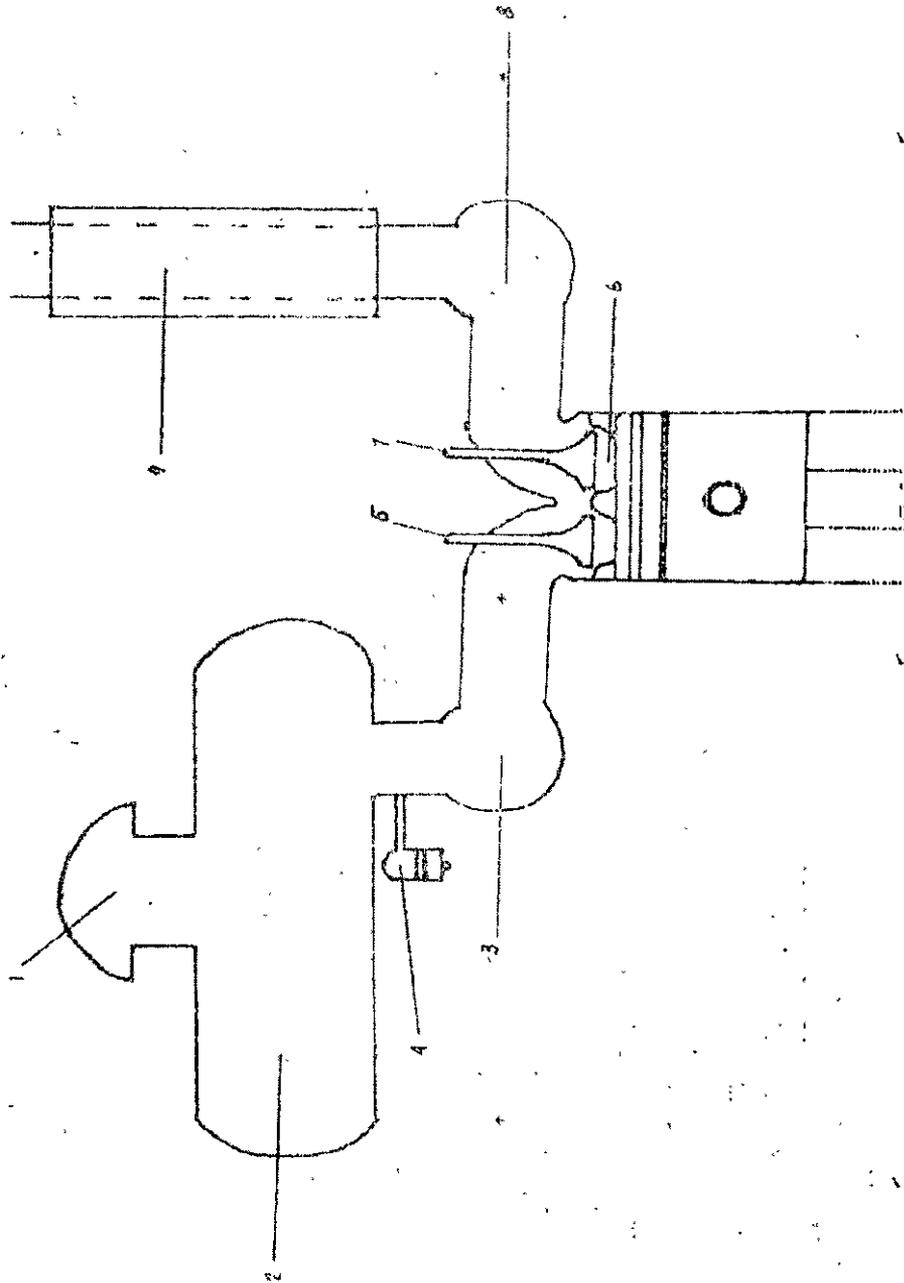
SISTEMA DE LUBRICACIÓN



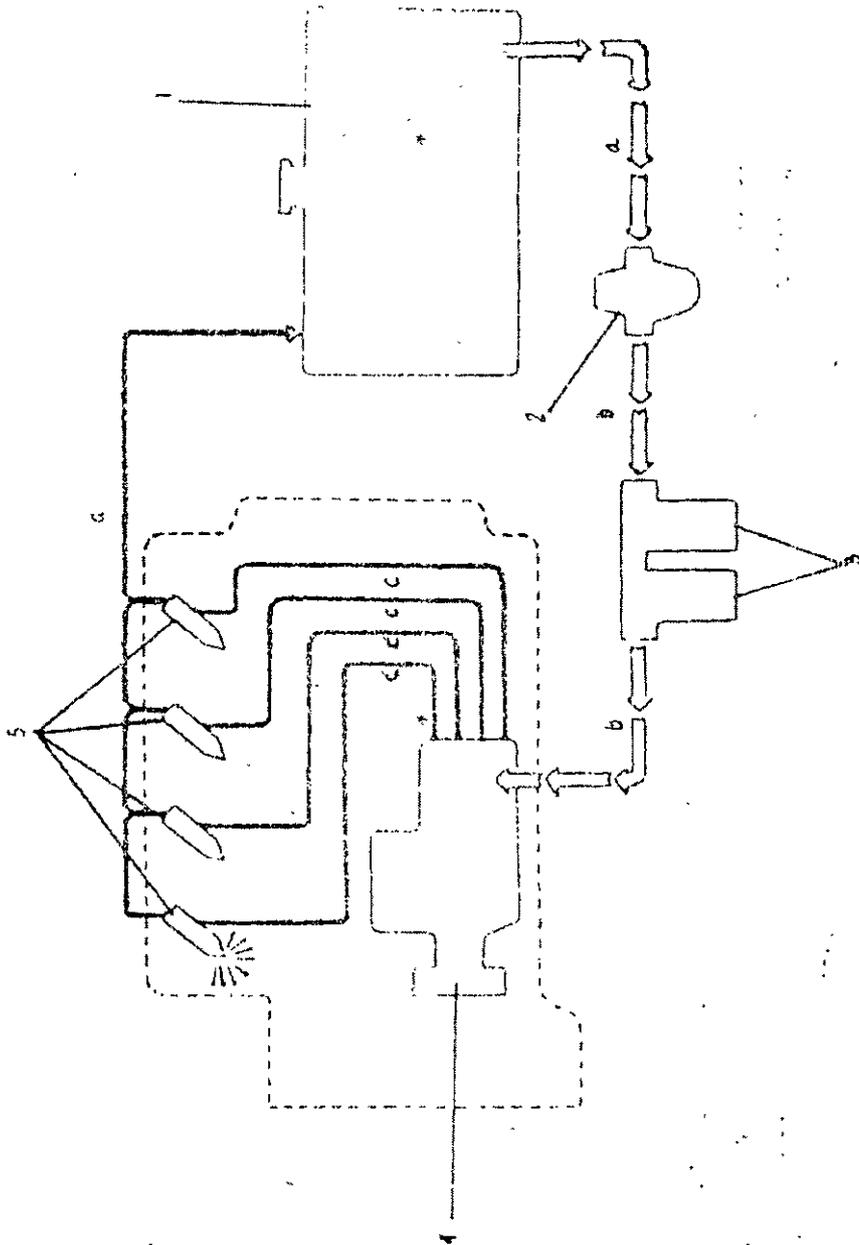
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO



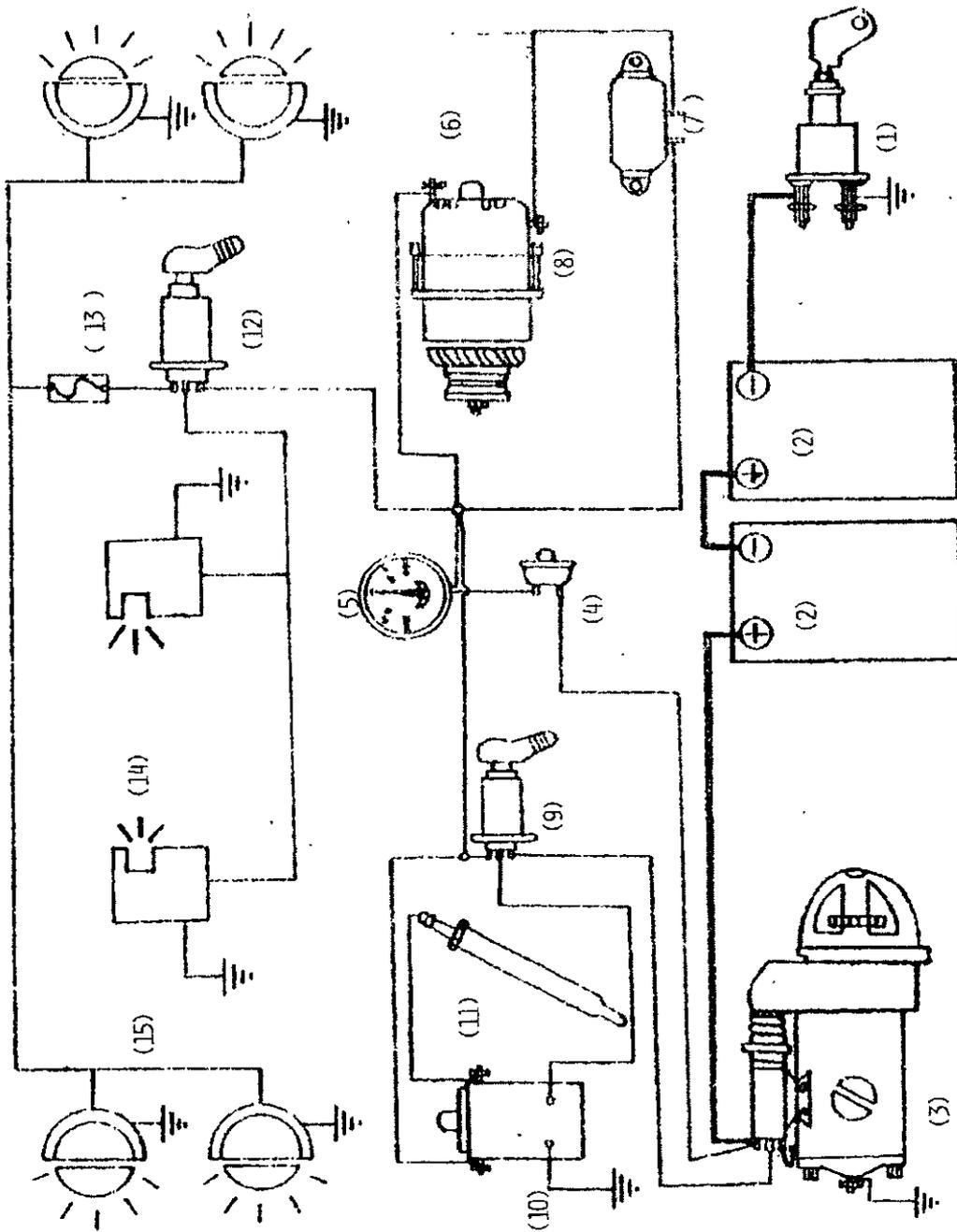
SISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE



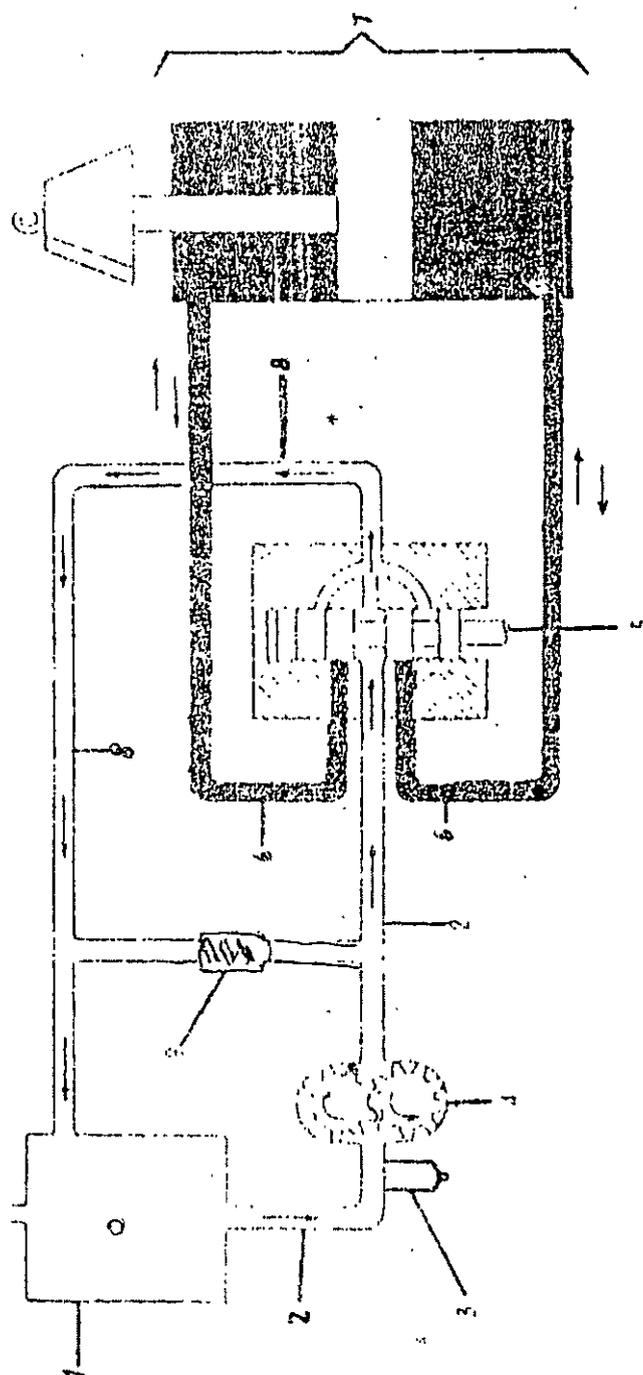
SISTEMA DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE



SISTEMA ELÉCTRICO



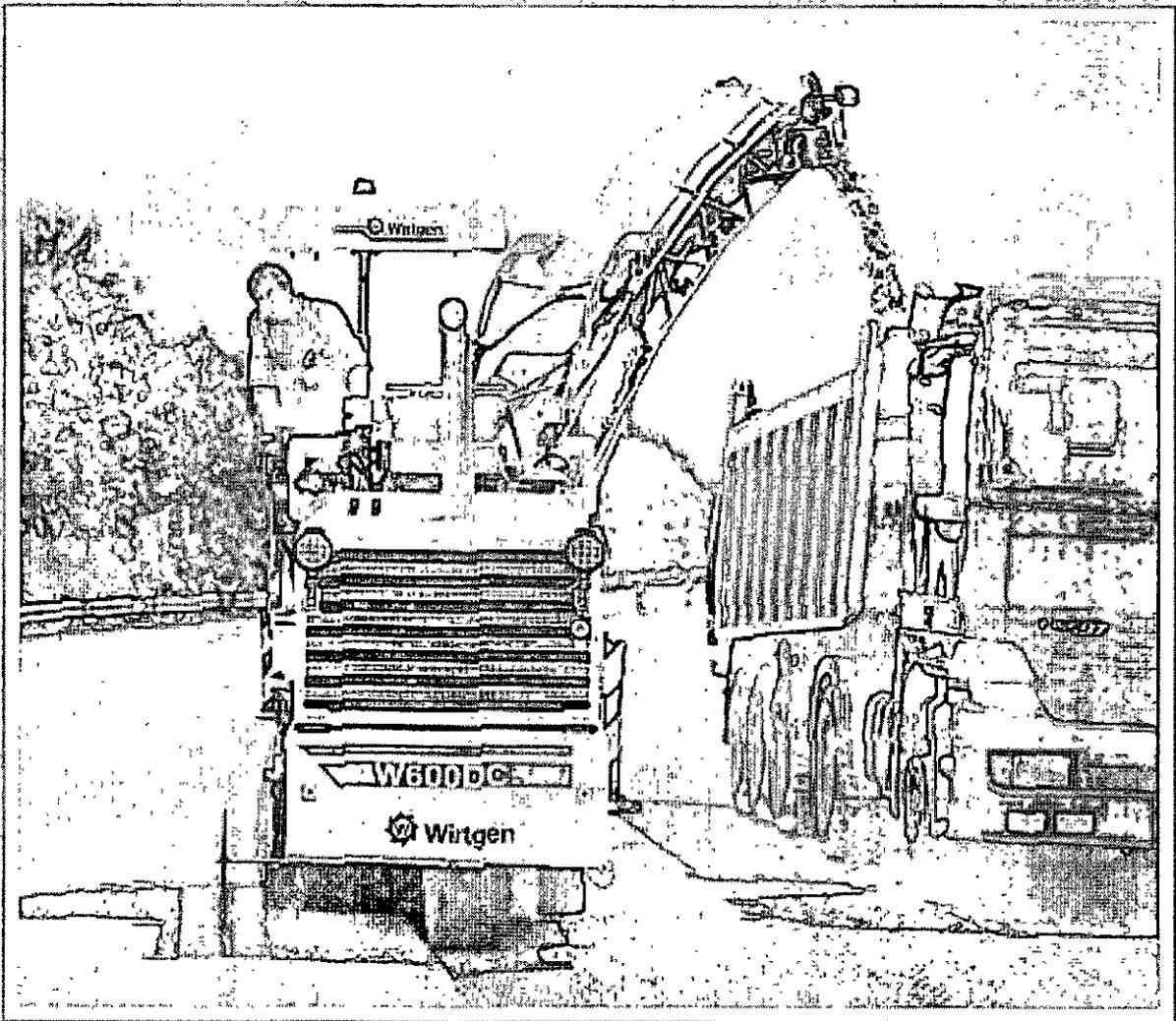
SISTEMA HIDRÁULICO





Fresadora en frío W 600 DC

Compacta y versátil



La máquina W 600 DC cumple las exigencias del cavado de zanjas y del saneamiento de superficies

La fresadora pequeña y flexible

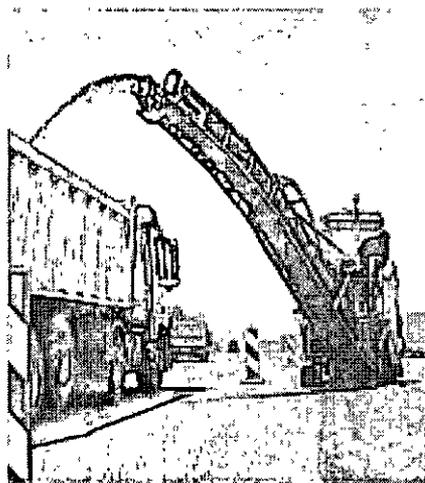
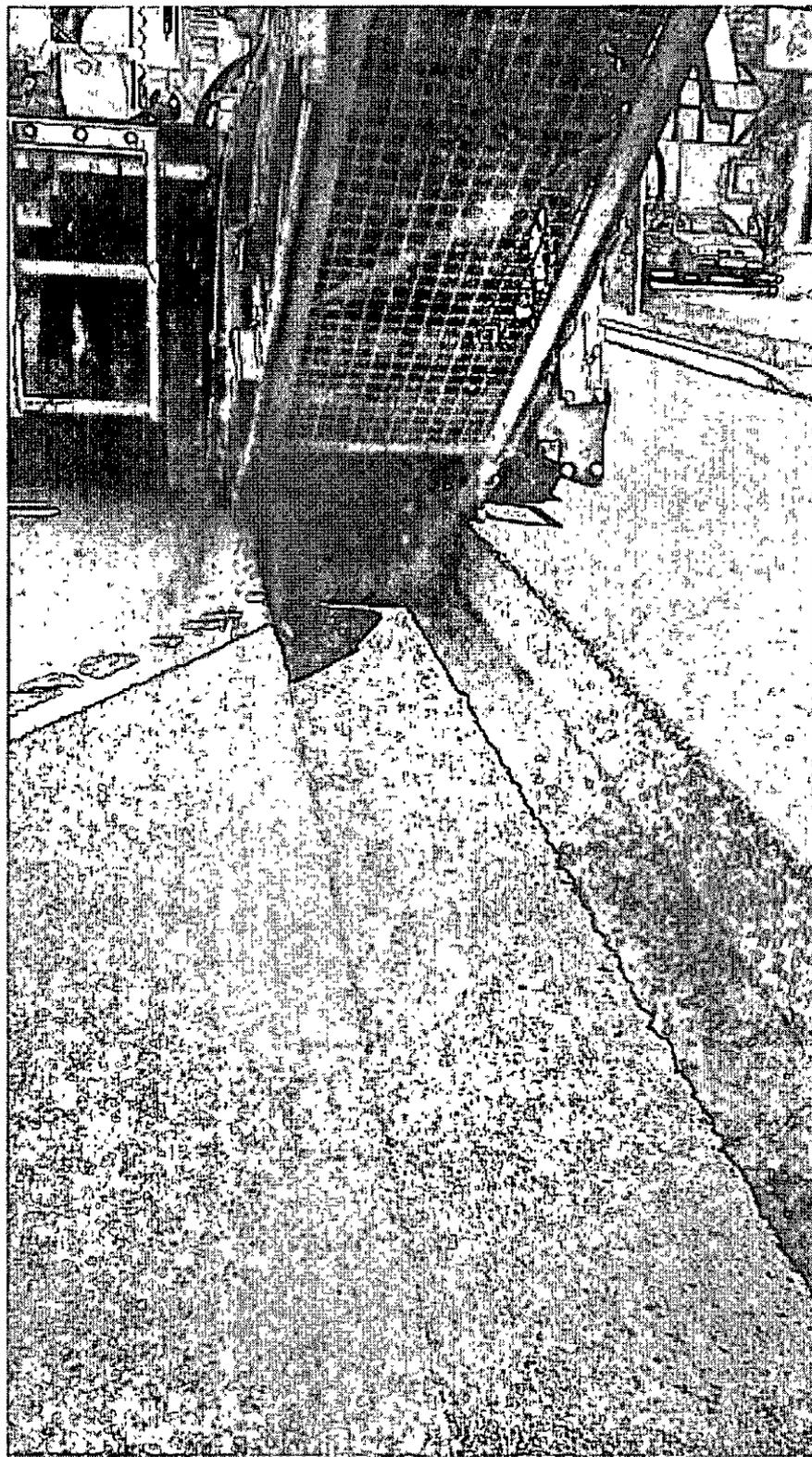
Su aplicación en obras de todo el mundo ha demostrado la flexibilidad de la fresadora W 600 DC de Wirtgen, dado que resulta excelente tanto para cavar zanjas como para sanear superficies.

Gran rentabilidad en la construcción de zanjas

Para la construcción de nuevas zanjas y la ampliación de las ya existentes, p.ej. para tender cables y tuberías, las exigencias pueden ser muy diversas. Así, es posible que sea necesario cavar zanjas de diversa anchura o profundidad. Con la fresadora W 600 DC, estas obras se efectúan de manera rentable. El sistema de recambio rápido de los rodillos de fresado, ya de serie, permite montar rápidamente rodillos de fresado con una anchura de 40 cm, 50 cm y 60 cm. De esta manera, se llevan a cabo las tareas más diversas en el menor tiempo posible.

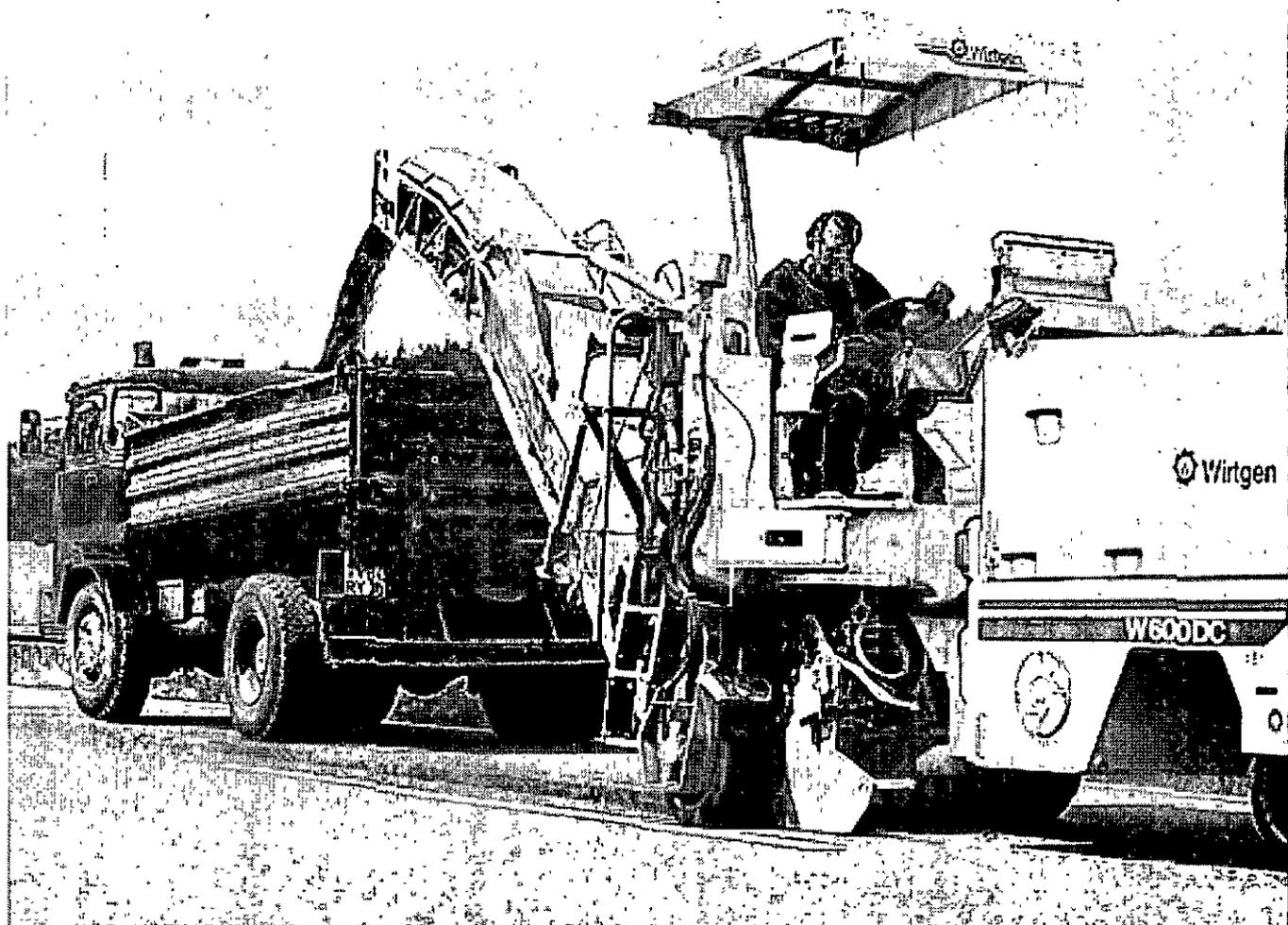
Gran rendimiento al sanear superficies

Otro ámbito de aplicación de la fresadora W 600 DC es el saneamiento de superficies. La máquina se utiliza con frecuencia para los trabajos complementarios a la hora de desprender capas asfálticas y para reparaciones parciales de firmes. Se trata de tareas que sólo pueden ser efectuadas de manera rentable con una fresadora pequeña.



Aplicación característica: Fresado de una capa superior en una autopista.

Gran rendimiento de fresado y bordes de fresado limpios – características de la fresadora W 600 DC. En la foto, una zanja de 30 cm de profundidad y 60 cm de anchura.

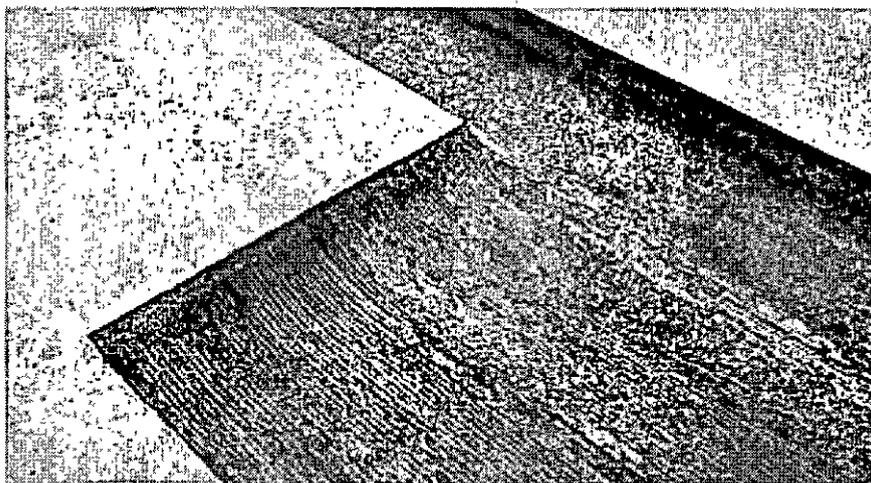


La gran rentabilidad de la máquina W 600 DC, que también resulta muy fiable, es bien apreciada en todos los continentes: la tracción permanente activable a voluntad garantizan una ejecución rápida de las tareas de fresado.

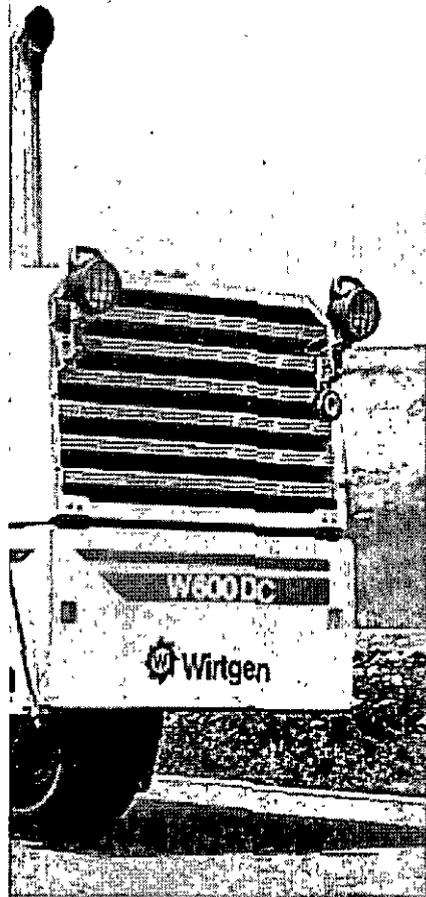
Se han considerado todas las posibles situaciones de trabajo

Si se debe fresar hasta el bordillo, la rueda trasera derecha puede repliegarse con unos pocos movimientos. El radio de giro pequeño de la fresadora en frío le resulta muy ventajoso al conductor durante los trabajos en curvas.

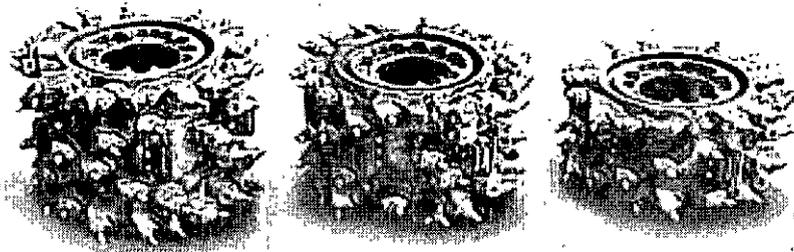
La carga del material fresado de la máquina W 600 DC también ha sido diseñado en función de la aplicación en obra: Un rascador garantiza que se cargue el material con precisión. Dado que la altura del rascador puede ajustarse de manera flexible, también es posible rellenar una zanja o cargar parcialmente el material fresado.



La reparación parcial de firmes es un campo ideal para la máquina W 600 DC. Es posible obtener con toda facilidad bordes exactos y vías de fresado paralelas de igual altura.



nte en todas las ruedas y el bloqueo diferen-



Equipamiento ideal para las obras de cavado de zanjas: tres rodillos de fresado, con anchuras de 40, 50 y 60 cm, permiten al contratista ofrecer una amplia gama de prestaciones.



Fácil recambio: El rodillo de fresado completo puede extraerse lateralmente.

Un concepto de accionamiento ya probado para un gran rendimiento de fresado

El accionamiento mecánico de los rodillos de fresado transmite la potencia del motor al rodillo de fresado con gran eficiencia.

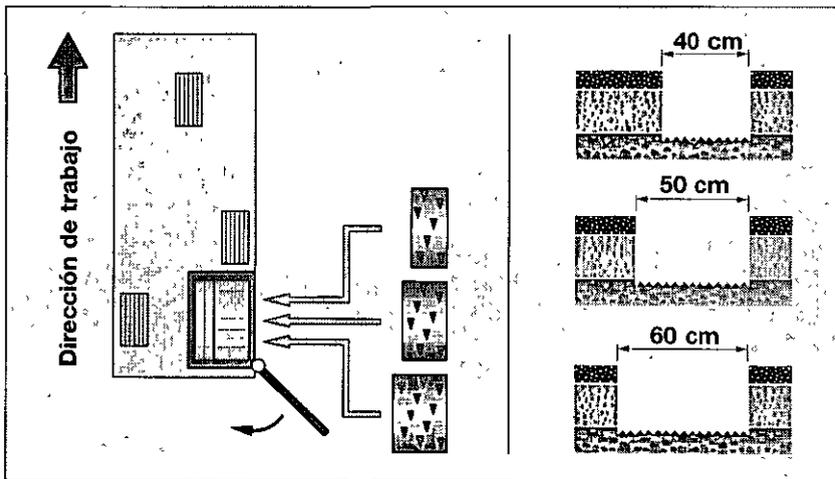
A fin de lograr resultados de fresado óptimos, para el avance se dispone de dos marchas de fresado.

Anchura de trabajo variable

El sistema de recambio rápido de los rodillos de fresado, la máquina W 600 DC puede adaptarse en corto tiempo para una anchura de trabajo de 40 cm, 50 cm ó 60 cm. Esto resulta posible gracias a un apoyo especial del rodillo, que puede extraerse lateralmente.

Carga completa del material fresado

La máquina W 600 DC es convincente también en cuanto a la carga del material fresado. La cinta de carga cubierta es de altura variable y puede girarse hacia ambos lados. Además, la velocidad de la cinta puede ajustarse en forma continua. Amplias cintas con nervaduras garantizan el transporte seguro y completo del material fresado.



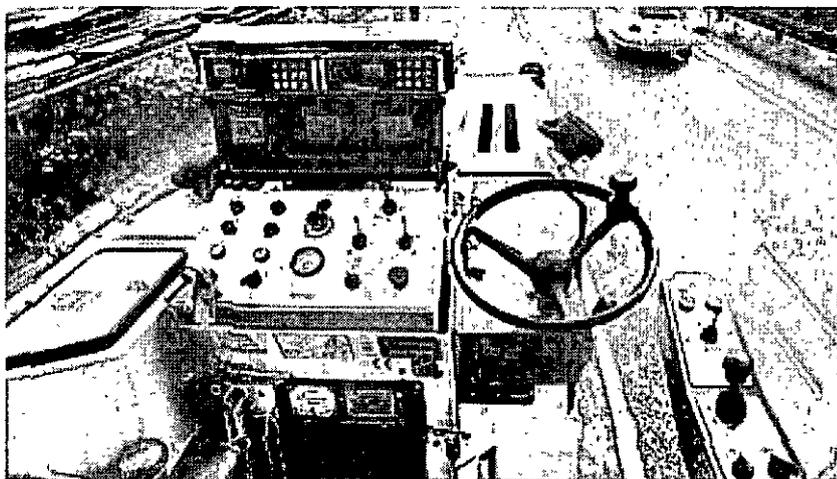
El sistema de recambio rápido, incorporado como estándar, permite recambiar fácilmente los rodillos de fresado. Se dispone de otros tipos de rodillos para tareas especiales.

Operación y mantenimiento – confort, ergonomía y seguridad

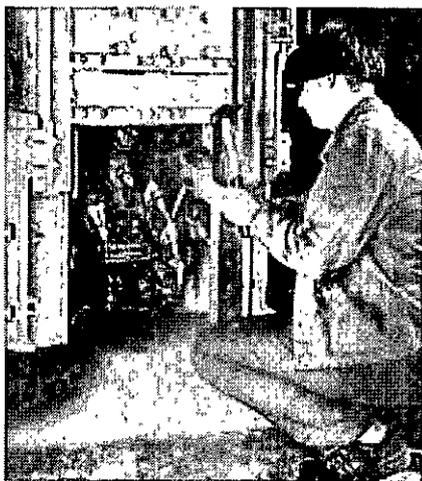
Un confort de operación de lo mejor

Para obtener los excelentes resultados de trabajo, además de la tecnología de fresado bien desarrollada también es decisivo el confort de operación.

El puesto de mando se ha diseñado de manera que el conductor puede trabajar sin cansarse. Este confort ya se refleja en el acceso al puesto de mando, que resulta posible tanto desde la izquierda como desde la derecha. El conductor puede ajustar el asiento y el volante de forma óptima, en función de su propia altura, a fin de tener el borde de fresado siempre a la vista. Además, el motor viene insonorizado de serie.



El puesto de mando de la máquina W 600 DC convence por su ergonomía. Así, p.ej., los elementos más utilizados están integrados en el apoyabrazos para mayor confort.



Cómodo recambio de trépanos: El rascador se abre hidráulicamente.

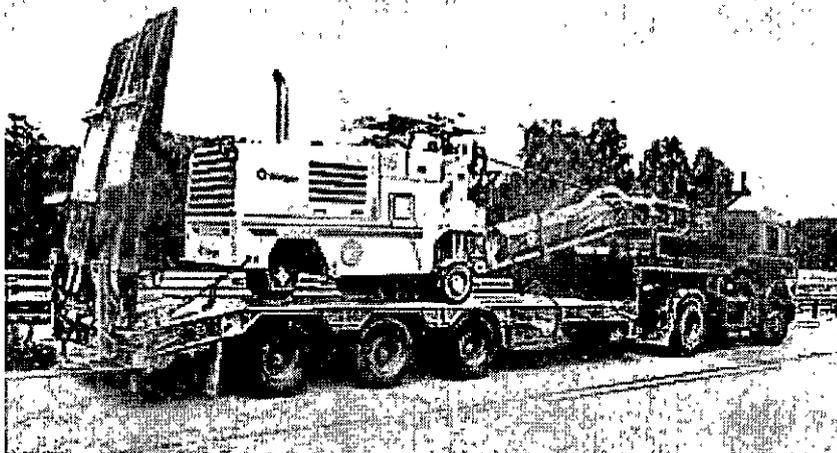
También hemos pensado en el mantenimiento y en la seguridad

Los dispositivos de seguridad de la fresadora W 600 DC reflejan los altos estándares habituales en Wirtgen, sin que por ello se vea mermada la facilidad de manejo.

Pero la máquina W 600 DC no sólo está a la altura de las circunstancias durante el fresado, sino también durante el mantenimiento y las reparaciones. El capó, que se abre en un amplio ángulo, la buena accesibilidad a todos los puntos de mantenimiento así como la rotulación unívoca de los mismos facilitan el trabajo del personal.



Todos los trabajos de mantenimiento pueden efectuarse desde el suelo. El capó, que se abre en un amplio ángulo, permite acceder muy bien a todos los puntos de mantenimiento.



Otro argumento a favor de la rentabilidad de esta fresadora pequeña y flexible: La carga de la máquina W 600 DC se efectúa con rapidez y sin complicaciones.



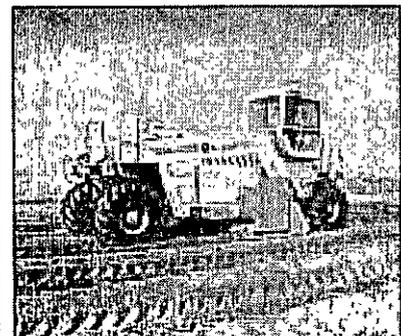
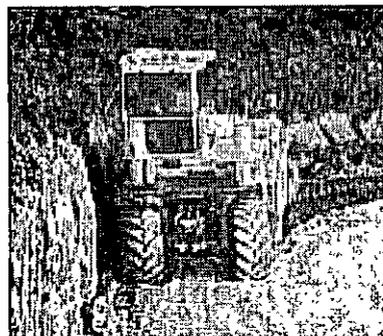
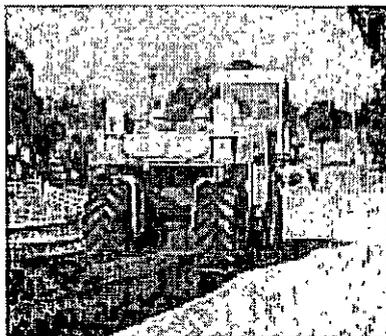
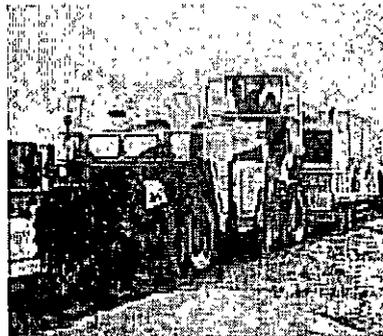
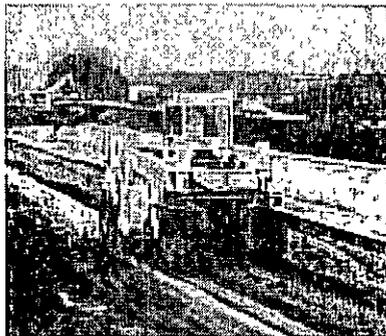
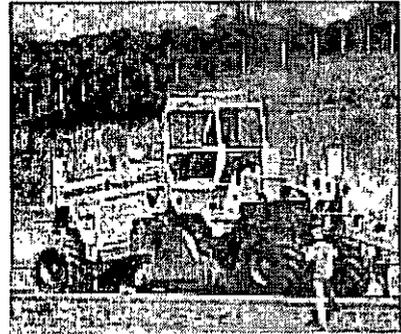
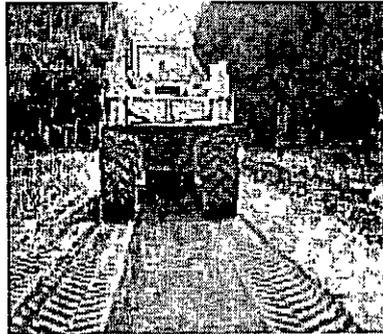
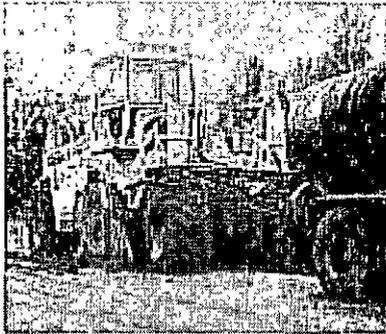
Wirtgen GmbH · Hohner Strasse 2
53578 Windhagen · Alemania

Tel.: +49 (0) 26 45/131-0
Fax: +49 (0) 26 45/131-242
Internet: www.wirtgen.com



El reciclador WR 2500 y sus aplicaciones

Información de obras realizadas



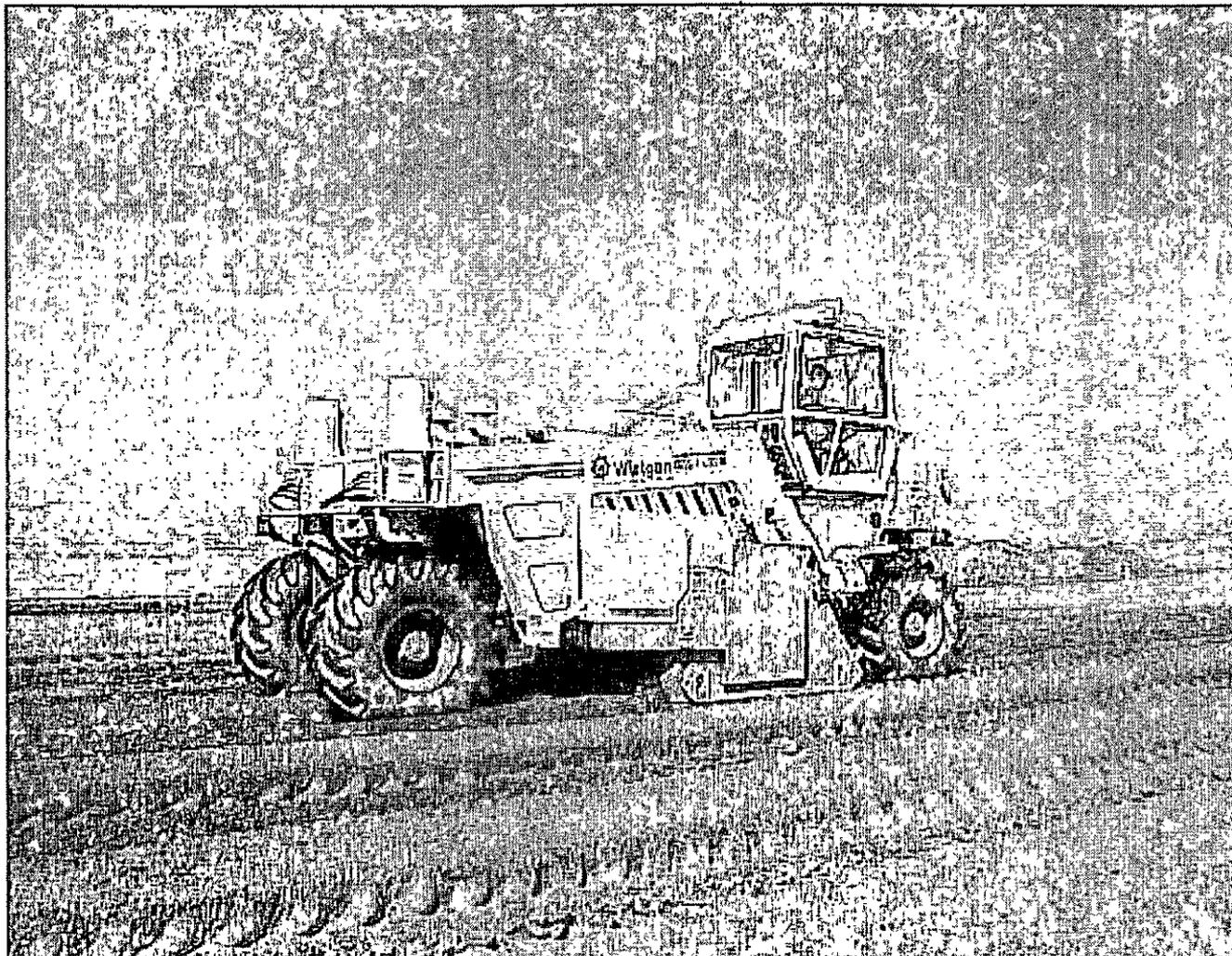
WR 2500: El estabilizador de alto rendimiento

<i>Homogeneización de mezclas de suelos para la construcción de un aeropuerto en Grecia</i>	Página 4
<i>Estabilización de suelos con cal para la construcción de un autopista nueva</i>	Página 6
<i>Afirmado de una plataforma para la construcción de un circuito de pruebas de automóviles</i>	Página 8
<i>Afirmado de suelos con cemento para la construcción de una nueva vía de circunvalación</i>	Página 10
<i>Estabilización de suelos con cal en condiciones extremas en Inglaterra</i>	Página 12
<i>Construcción de una capa de base granular con cloruro cálcico en Bélgica</i>	Página 14

WR 2500: El reciclador

<i>Reciclado en frío con cemento, sin polución del medio ambiente, en el Estado Federal de Brandeburgo</i>	Página 16
<i>Saneamiento de una carretera comarcal mediante reciclado en frío con cemento</i>	Página 18
<i>Reciclado en frío con la máquina WR 2500 en Australia</i>	Página 20
<i>Reutilización de materiales en un gran proyecto de infraestructura vial en Brasil</i>	Página 22
<i>Obra de rehabilitación de una carretera en España: Reciclado en frío con cemento y emulsión</i>	Página 24
<i>Rehabilitación de una extensa red de carreteras en Noruega: Reciclado en frío con emulsión</i>	Página 26
<i>Reconstrucción del pavimento con betún destilado de pizarra en Estonia</i>	Página 28
<i>Reciclado en frío con cemento y emulsión sin emisión de polvo en Holanda</i>	Página 30
<i>Rehabilitación de la autopista M5 cerca de Moscú mediante reciclado en frío</i>	Página 32
<i>Rendimiento máximo de reciclado en frío con espuma de betún en Noruega</i>	Página 34
<i>Método ecológico de afirmado de pistas en una reserva natural zoológica de Sudáfrica</i>	Página 36
<i>Empleo de espuma de betún para mejora y refuerzo de firmes de la red de carreteras en Sudáfrica</i>	Página 38

Homogeneización de mezclas de suelos para la construcción de un aeropuerto en Grecia



Trabajos ininterrumpidos de homogeneización de mezclas de suelos en tramos paralelos para la compactación óptima del firme.

En Atenas comenzaron las obras de un gran proyecto: la construcción de un nuevo aeropuerto internacional, cuya inauguración está prevista en el primer año del próximo milenio.

Hochtief, una de las mayores empresas alemanas de construcción es responsable de la ejecución del proyecto. La primera fase de la obra incluye el movimiento de 25 millones de metros cúbicos de tierra en la zona del emplazamiento. Para cumplir esta tarea en el plazo exigido trabajan varias compañías locales en calidad de subcontratistas.

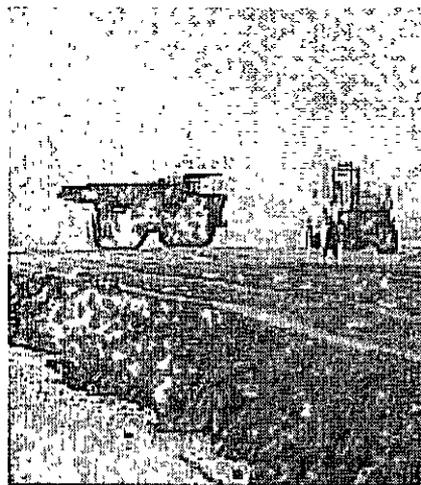
Atikat, una de las grandes socieda-

des que participa en la realización de la obra decidió emplear el reciclador Wirtgen WR 2500.

Tan importante volumen de movimiento de tierras requiere la utilización de excavadoras pesadas y vehículos de acarreo de hasta 60 m³ de capacidad de carga.

Los materiales naturales presentes en distintas áreas son excavados, cargados sobre dumper, transportados y vertidos en otras superficies para construir capas de 30 cm de espesor.

Debido a las condiciones climáticas de la región, los suelos recuperados



Extendido de una capa de mezclas de suelos sobre la superficie compactada.

carecen de la humedad necesaria para la compactación adecuada. Por esta razón se emplean cisternas con riego de agua para optimizar el proceso de humectación de las capas de suelos.

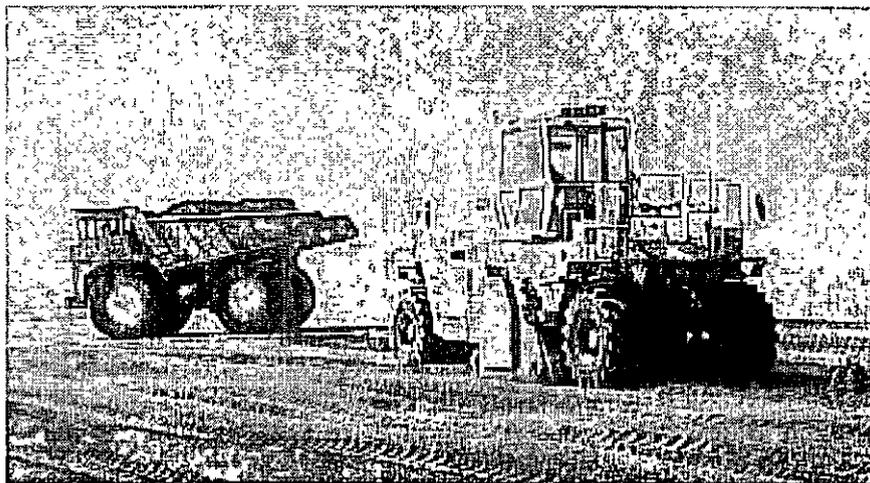
El reciclador WR 2500 homogeniza los materiales naturales con un alto contenido de áridos gruesos y los mezcla con agua para formar capas de 30 cm de espesor.

El rotor fresador y mezclador del WR 2500, dotado de puntas giratorias, reduce parcialmente los tamaños de áridos gruesos y establece una mezcla adecuada con humedad uniforme.

Sin el empleo del reciclador WR 2500 hubiera sido muy costoso conseguir la compactación óptima de los suelos poco cohesivos y demasiado secos.

En la primera jornada, el reciclador WR 2500 ya alcanzó un rendimiento de cerca de 30.000 m² en la preparación de la mezcla para su compactación. Después de resolver algunos problemas de organización en la obra se pudo aumentar el rendimiento hasta aprox. 40.000 m² por día.

El reciclador trabaja con velocidades de avance de 30 a 40 m/min y mediante su escudo de alisado extiende la mezcla procesada en capas con espesor uniforme. La planicidad de la superficie obtenida facilita un proceso óptimo de compactación con rodillos monocilíndricos.



El WR 2500 es capaz de homogeneizar el gran volumen de mezclas de suelos aportado por los vehículos pesados de acarreo.



El tratamiento de las mezclas de suelos permite obtener una buena homogeneidad, a pesar del alto contenido de áridos gruesos en los materiales existentes.



La utilización del reciclador WR 2500 ha permitido acortar considerablemente los tiempos para la compactación necesaria.

ción con rodillos monocilíndricos.

Otro factor de interés en relación con el empleo del reciclador WR 2500 es la ventaja económica de poder homogeneizar mezclas de suelos en capas de gran espesor. Por tanto, es posible incrementar la rentabilidad global de la obra.

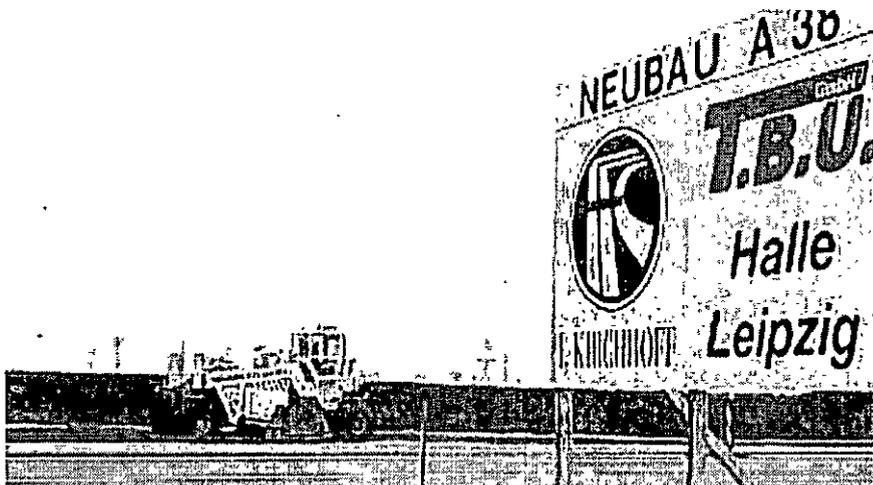
La compañía Atikat acertó en aumentar el número de sus máquinas contratadas por la obra y emplear un reciclador WR 2500 que está contribuyendo al buen ritmo diario de los trabajos.

Estabilización de suelos con cal para la construcción de un autopista nueva

La empresa constructora Kirchhoff utilizó el reciclador Wirtgen WR 2500 por primera vez para realizar las obras de la nueva autopista A-38 cerca de Leuna. Se trataba de un proyecto de gran importancia, incluido en el plan de mejora de la infraestructura vial de los nuevos Estados Federales de Alemania.

Los materiales naturales existentes de las categorías 3 a 5, con alto contenido de grava, han sido homogeneizados y estabilizados con cal en tramos parciales de gran longitud.

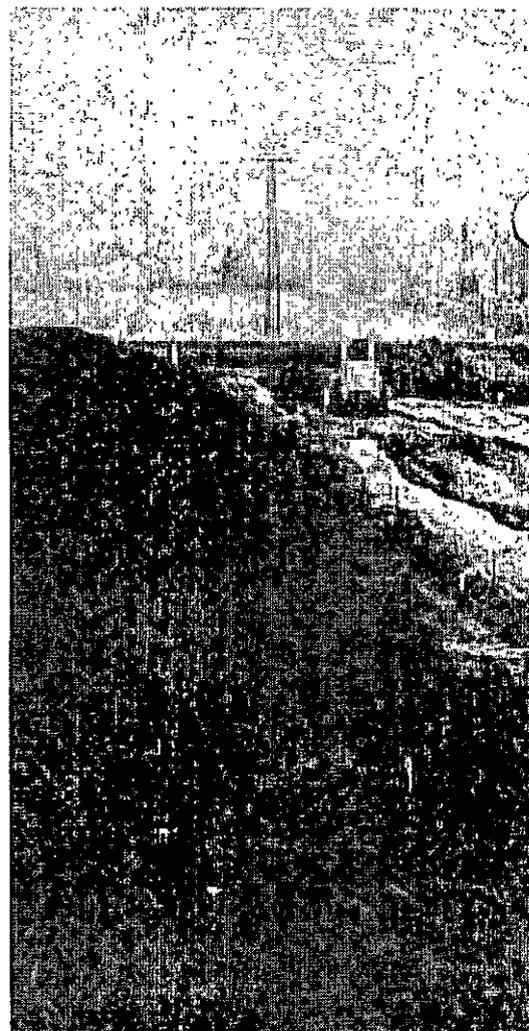
El volumen del movimiento de tierras era considerable: 1 millón de metros cúbicos en un tramo de 9 km.



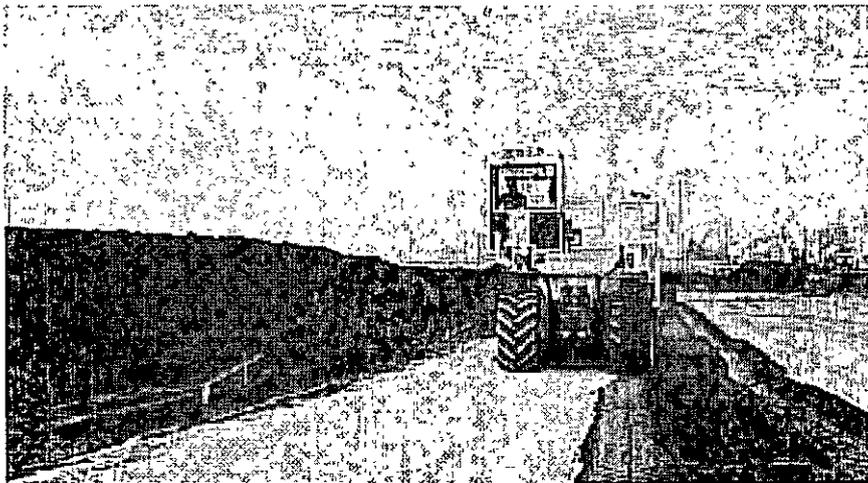
Un testimonio del plan de mejora de la infraestructura vial después de la unificación de Alemania: construcción de la nueva autopista A-38.



La cabina, además de contar con aislamiento acústico, aire acondicionado y buena visibilidad, protege al maquinista también del polvo de cal.



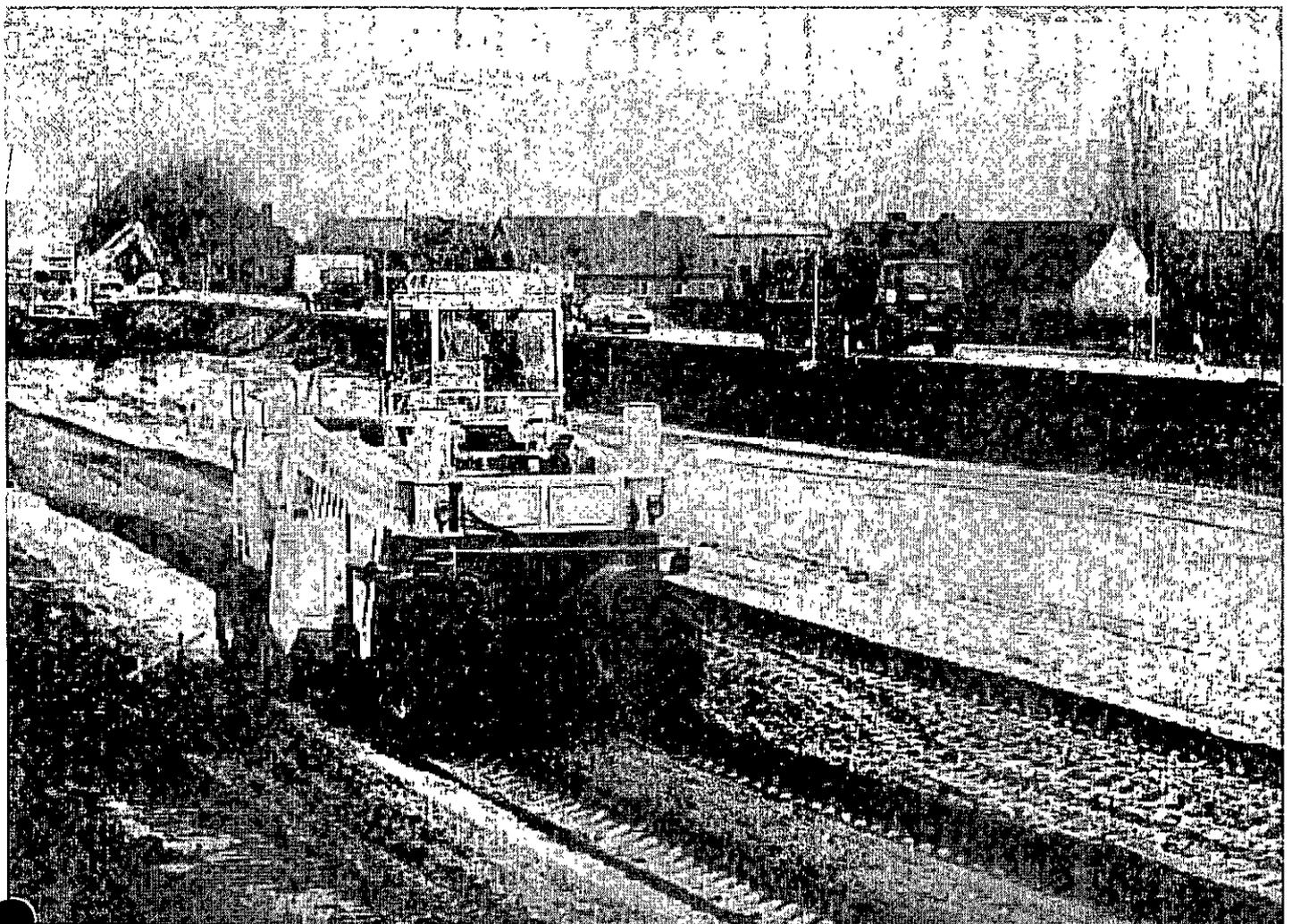
El reciclador WR 2500 realizó el proceso de mezcla



Afirmado de suelos con aportación de cal en secciones solapadas.

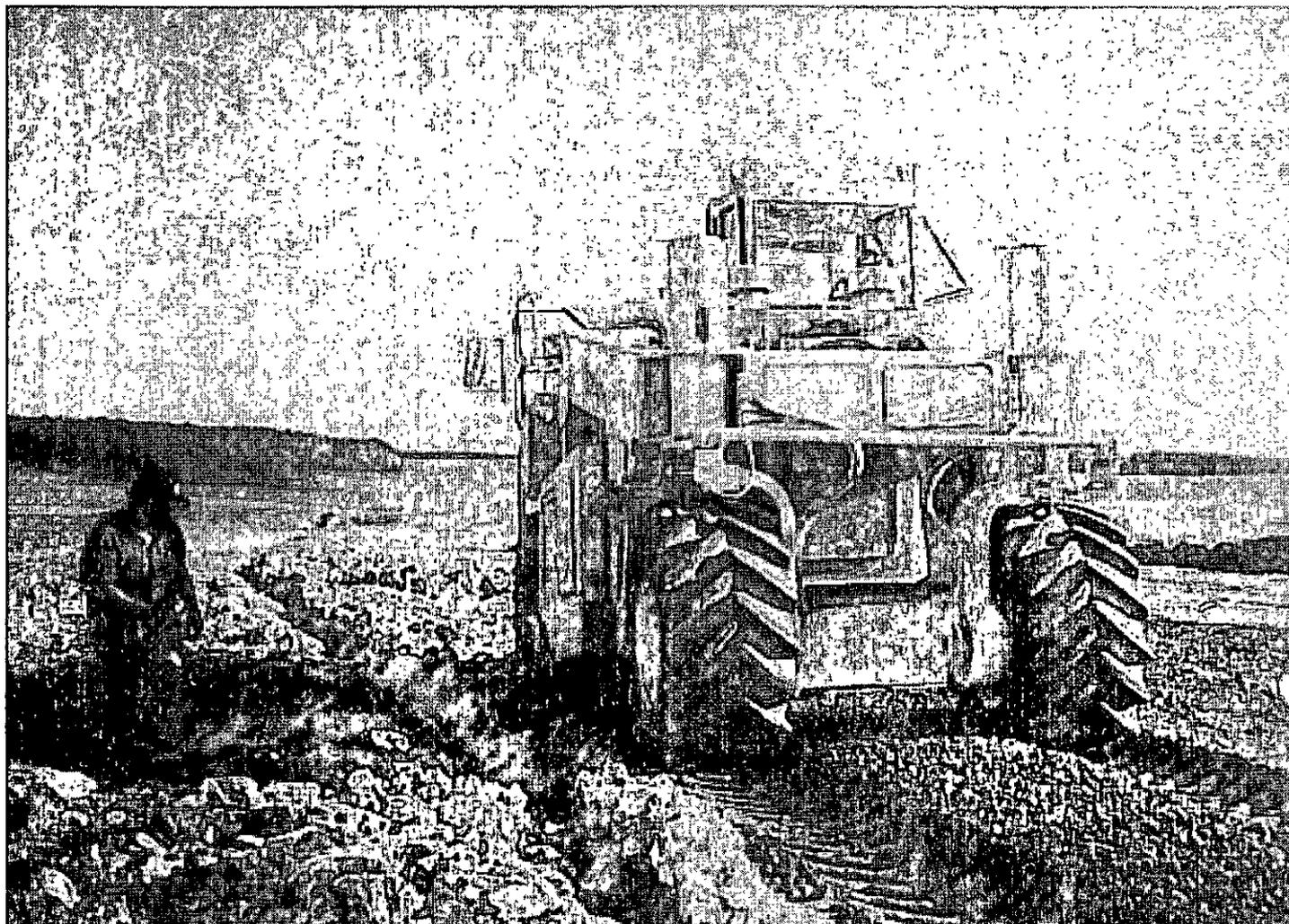
El reciclador Wirtgen WR 2500 se empleó para estabilizar 700.000 m³ de suelos. La profundidad media del tratamiento era de 40 cm. Se alcanzaron rendimientos máximos hasta 15.000 m³ por jornada. No obstante, el rendimiento medio era de 12.000 m³/día.

Al cabo de pocas jornadas se pudo apreciar el excelente resultado y potencial del reciclador WR 2500. La empresa constructora aumentó el número de máquinas destinadas al movimiento de tierras y compactación para aprovechar el rendimiento del reciclador y reducir sustancialmente el plazo de ejecución previsto inicialmente.



homogénea de tierras y cal para construir una plataforma de capacidad de soporte duradera, permeabilidad reducida e insensible a las heladas.

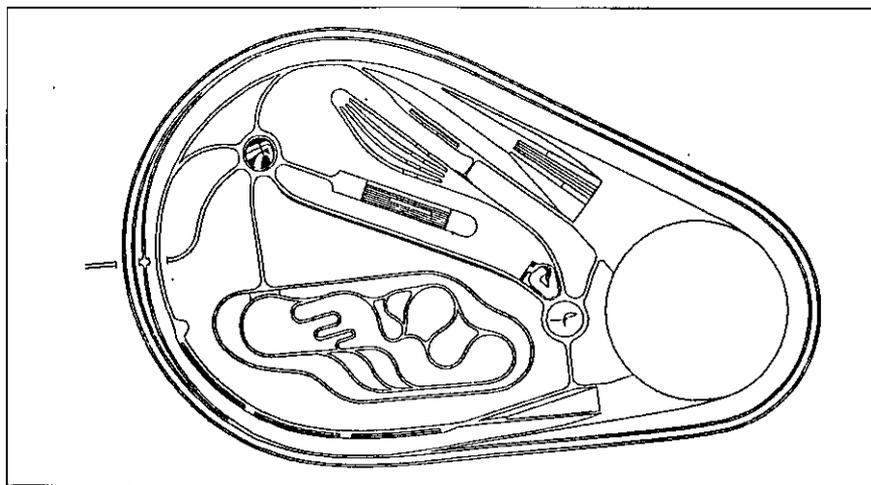
Afirmado de una plataforma para la construcción de un circuito de pruebas de automóviles



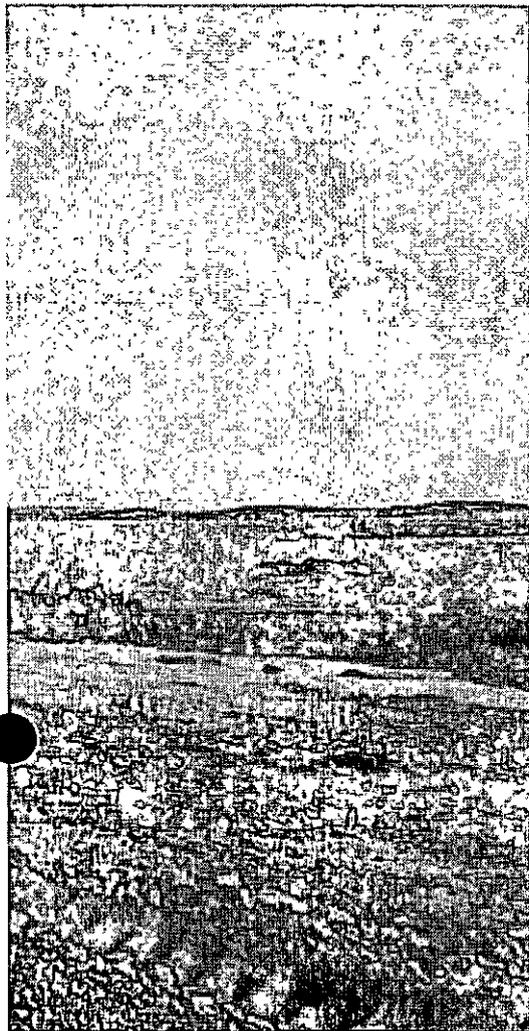
Operaciones de estabilización de la plataforma con cal, ejecutadas por el reciclador Wirtgen WR 2500 de la empresa constructora Kirchhoff.

Entre Würzburg y Heilbronn se construye actualmente un centro moderno de investigación y ensayo para Robert Bosch, una marca conocida en todo el mundo. El movimiento de tierras es de 1,8 millones de metros cúbicos en una superficie de 75 hectáreas. Estos trabajos serán ejecutados en tiempo récord: comenzaron en el pasado mes de mayo y estarán terminados a finales de este mismo año.

La superficie pavimentada para la prueba de automóviles será de 200.000 m², incluida la pista interior y exterior del trazado ovalado de 3 km de longitud, el circuito de ensayos



Plano de uno de los circuitos más modernos para pruebas de automóviles que se construye actualmente en Boxberg, en el Sur de Alemania.



clás de suelos, hasta alcanzar 1 m de espesor.

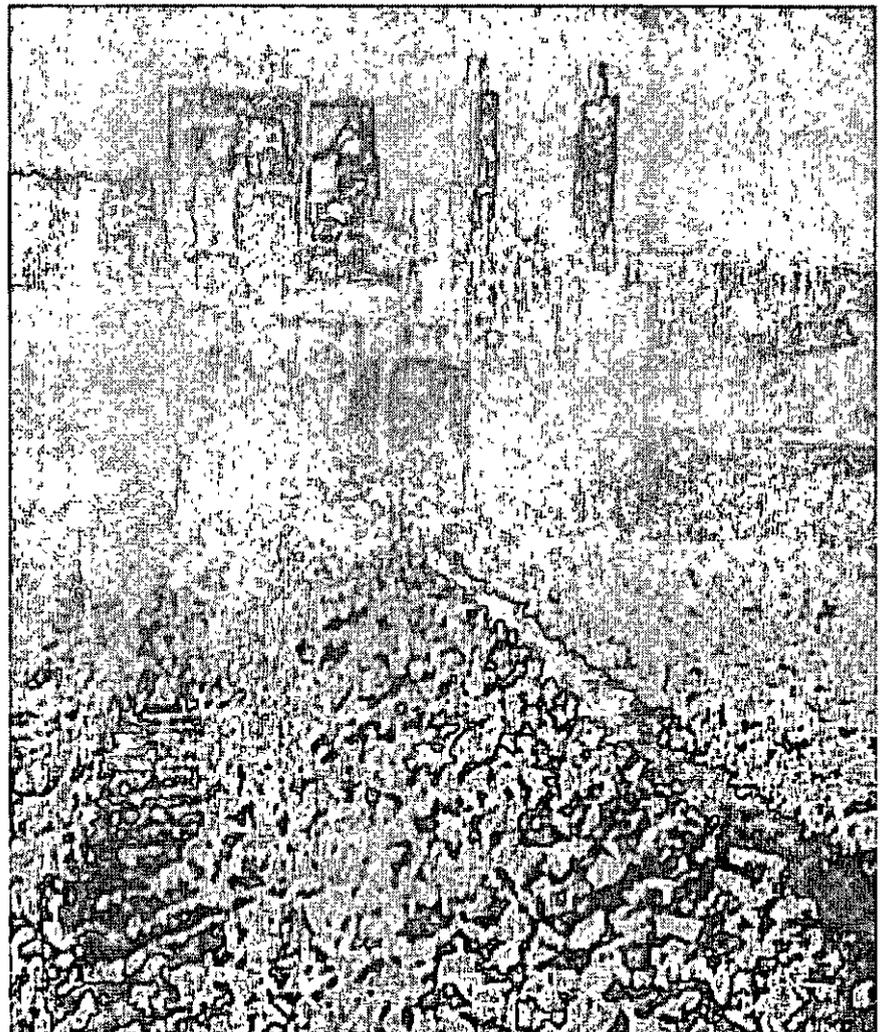
La utilidad del reciclador ha sido convincente, por la calidad de los trabajos realizados y por su gran capacidad de maniobrar sobre el terreno existente, con zonas muy difíciles.

En una segunda fase, el reciclador estabilizó 120.000 m² de suelos en varias secciones de la zanja excavada para los circuitos y pilares de muros y pantallas exteriores.

La naturaleza del material existente era un reto para el reciclador WR 2500: gran parte del suelo fresado y proce-

sado contenía piedra de alta resistencia. A pesar de ello, se pudo verificar que el desgaste de piezas y puntas no era tan elevado como se había calculado al principio para estas condiciones tan extremas.

La construcción robusta del rotor de fresado y mezclado de la máquina, así como el diseño de su carcasa de capacidad variable han sido decisivos para conseguir una rentabilidad óptima en la aplicación del reciclador WR 2500.



dinámicos de 300 m de diámetro, varios tramos con pendientes del 5 al 30 %, un recorrido serpenteado de aprox. 4 km de longitud para estudios de comportamiento, carriles con diferentes estructuras superficiales irregulares para pruebas de resistencias, así como una balsa de agua.

En la primera fase del proyecto se empleó el reciclador WR 2500 para mejorar la base de la plataforma mediante el procedimiento de estabilización de los suelos con cal en una superficie total de 250.000 m². En la zona de los cimientos para muros y pantallas exteriores se estabilizaron varias capas superpuestas de mez-

Instrucciones de manejo y primeras operaciones del WR 2500 para el tratamiento de suelos difíciles en un tramo de pendiente transversal.

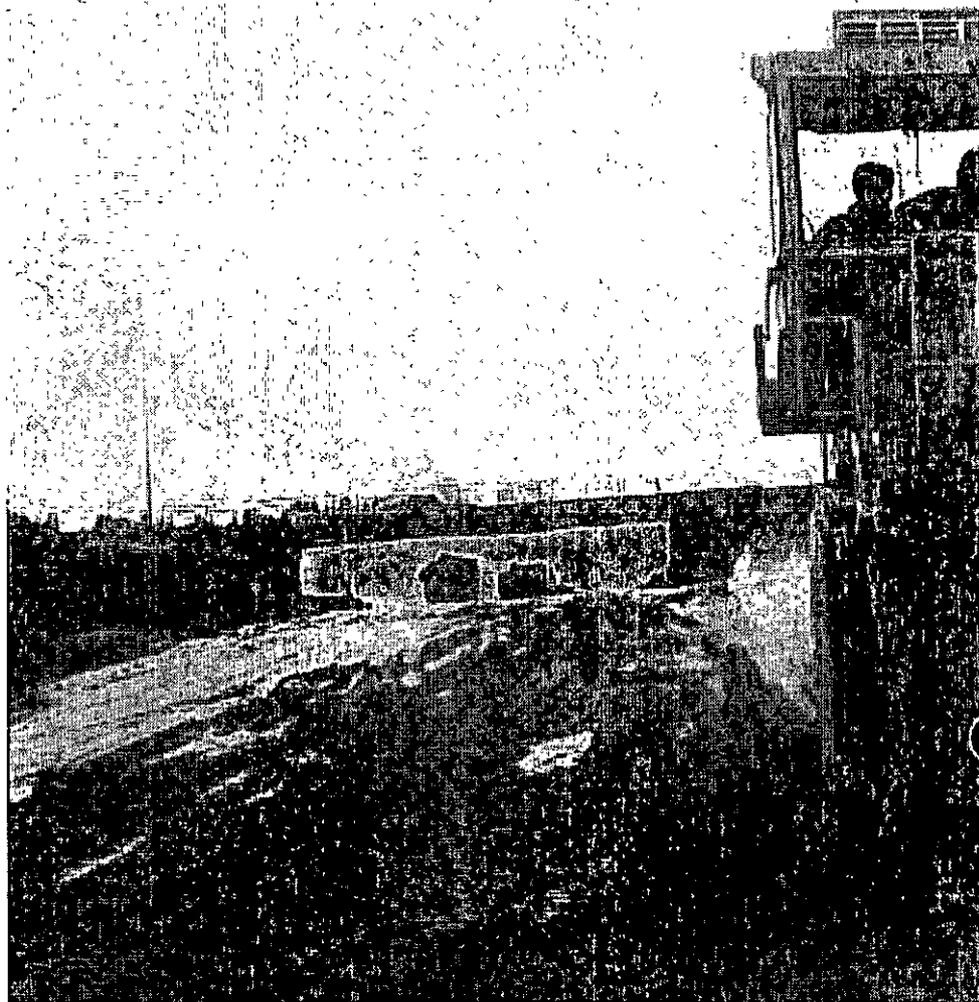
Afirmado de suelos con cemento para la construcción de una nueva vía de circunvalación

Las obras de la vía de circunvalación de Pfarrkirchen, en el Sur de Alemania se iniciaron con la apertura de un nuevo trazado. Uno de los objetivos previstos era la utilización de las tierras excavadas como material de relleno en un tramo a 1 km de distancia.

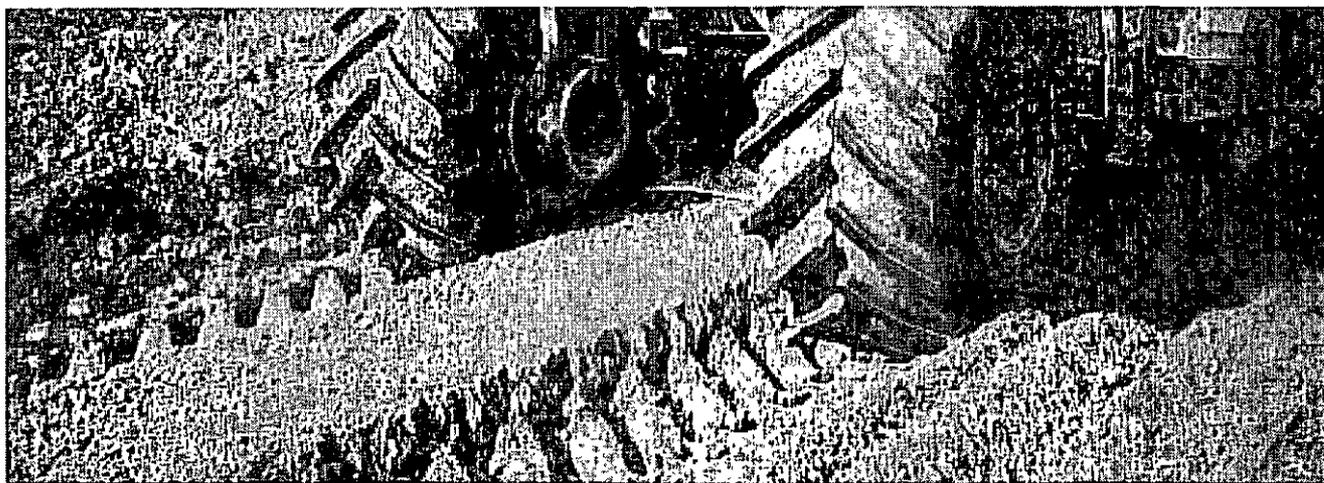
Se comprobó que las mezclas de suelos eran difíciles de compactar. Por esta razón se decidió homogeneizar los suelos con cemento "in situ", es decir, en el mismo lugar de la excavación. Seguidamente, los materiales procesados se cargaron con excavadoras sobre semirremolques pesados para transportarlos hasta los puntos de relleno, donde fueron debidamente extendidos y compactados.

Antes de utilizar el reciclador WR 2500, la empresa constructora sólo disponía de tractores con mezcladoras remolcables de ejes rotativos horizontales para 25 cm de profundidad. El reciclador Wirtgen ha permitido fresar el suelo a 50 cm de profundidad, mezclar los materiales con cemento en una sola pasada y alcanzar rendimientos medios de 1.000 m³/hora. Nunca antes, el constructor habría logrado un rendimiento similar.

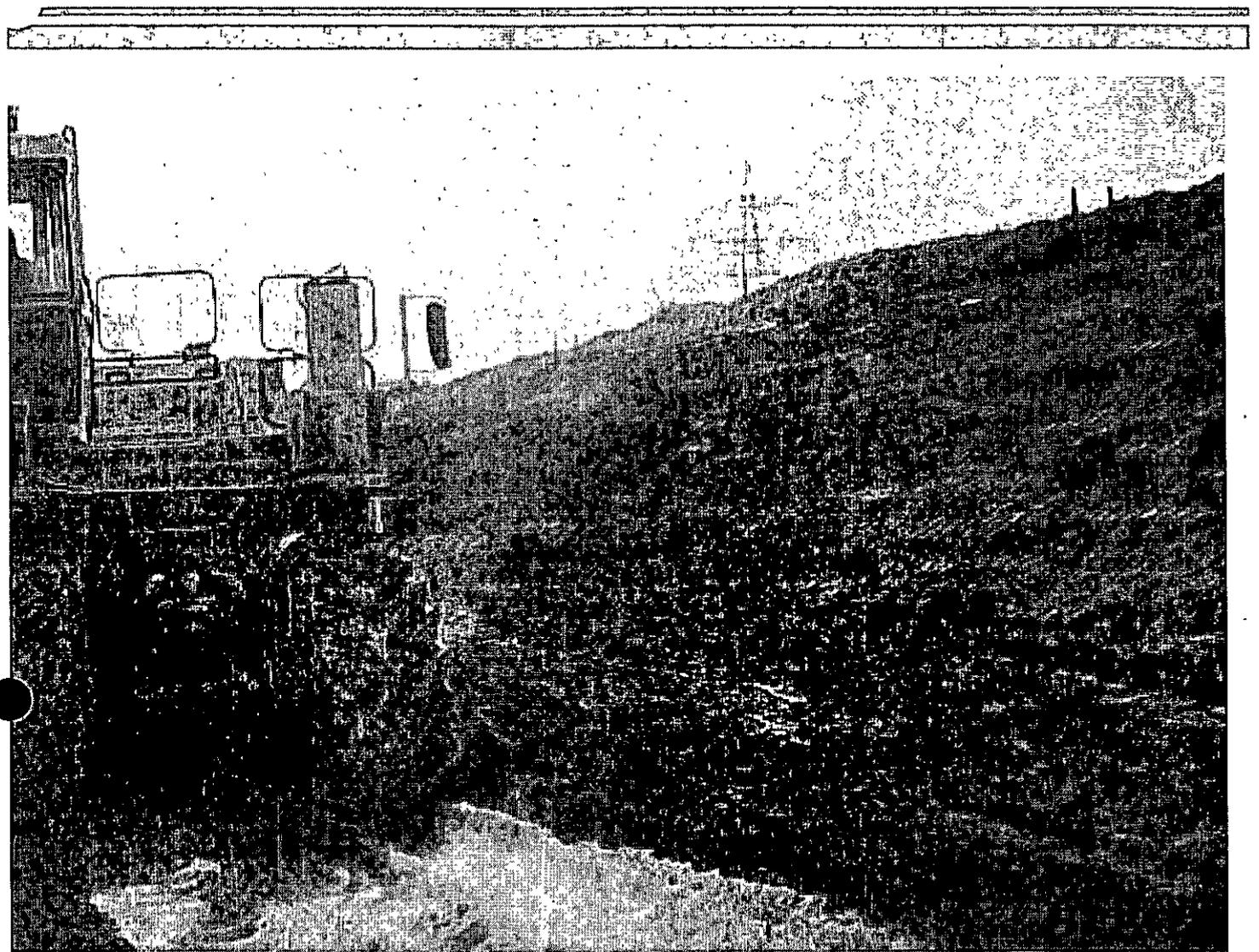
Gracias al tratamiento de capas de mayor profundidad se pudo reducir el plazo de ejecución de la obra: el proceso constructivo para mejorar la calidad de los suelos era más rápido, las operaciones de carga con excavado-



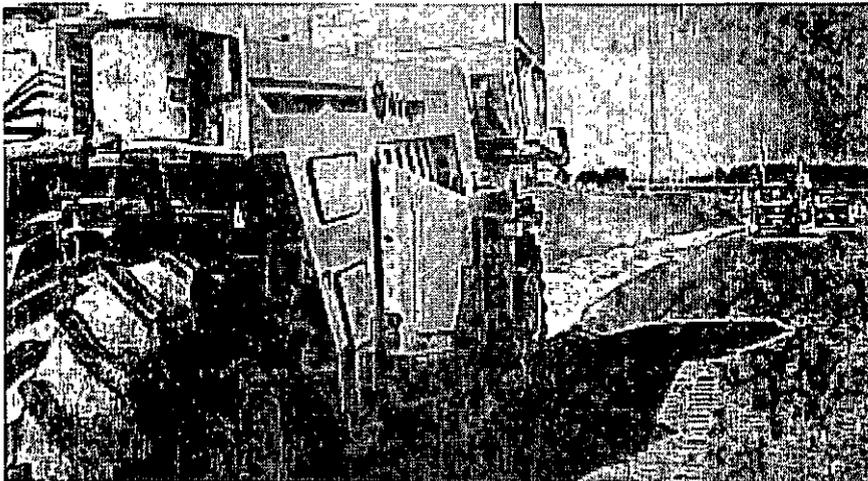
Tratamiento con cemento de la mezcla de suelos en el mismo lugar de la excavación del nuevo trazado.



Operaciones a 50 cm de profundidad en una sola pasada, para elaborar una mezcla uniforme de suelos con cemento.



Los materiales procesados han sido transportados a otros puntos de la obra para mejorar la plataforma.



Inmediatamente después de mezclar los suelos con cemento, el material procesado ha sido transportado hasta otras secciones de la obra y empleado para mejorar la plataforma.

ras mucho más económicas y los costes globales de transporte más racionales.

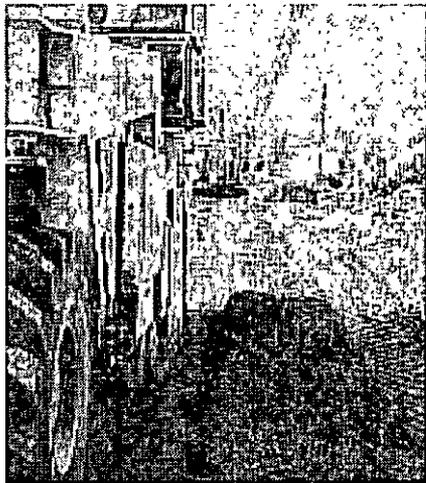
Con la utilización del reciclador WR 2500, la empresa constructora pudo aumentar considerablemente la rentabilidad diaria de los trabajos y obtener mezclas de suelos con cemento mucho más homogéneas para una compactación óptima.

Estabilización de suelos con cal en condiciones extremas en Inglaterra

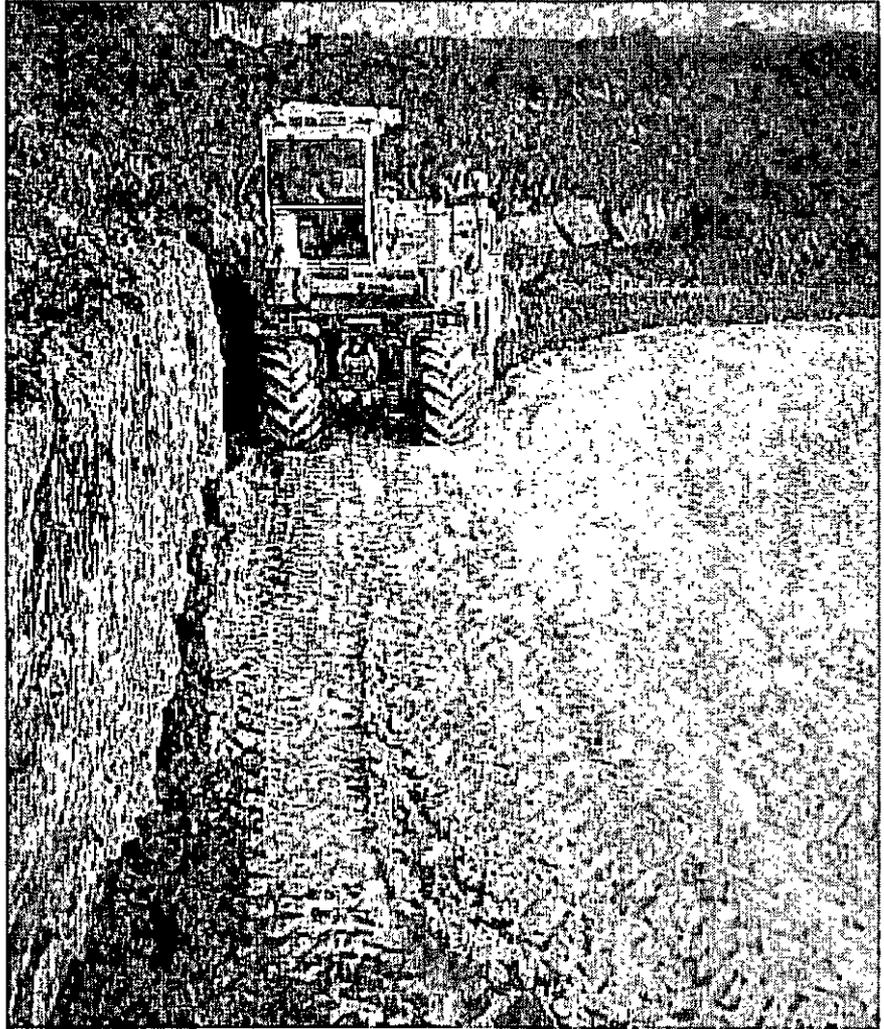
Aportación de cal para el afirmado de los suelos

La compañía Stabco utilizó su reciclador Wirtgen WR 2500 para estabilizar 64.000 m³ de suelos con cemento en la construcción de los cimientos de una depuradora de aguas. En lugar de sustituir el gran volumen de tierras por otros materiales de mejor calidad, se optó por el procedimiento de estabilizar los suelos con cal "in situ".

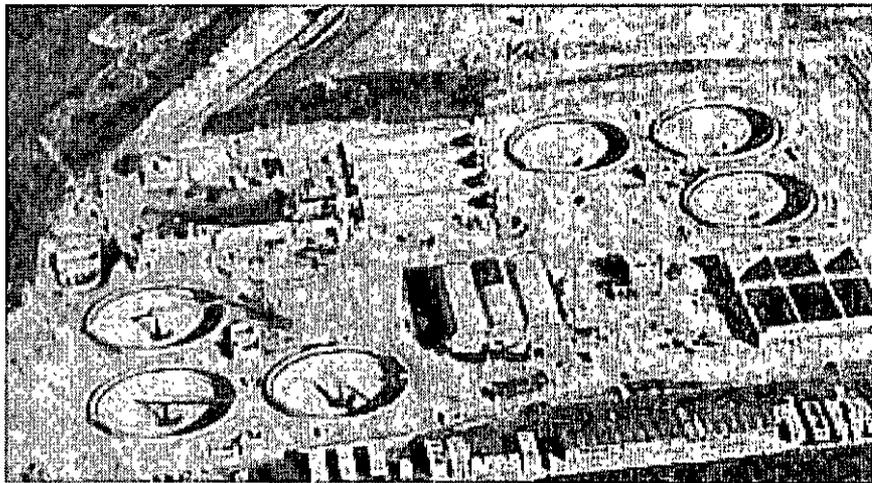
El objetivo de los trabajos consistía en la estabilización de una estructura de 15 m de espesor. Para ello era preciso extender y estabilizar sucesivamente 43 capas superyacentes, cada una de 35 cm de espesor.



Después de los trabajos de excavación se extendieron y estabilizaron las capas superyacentes.



El reciclador WR 2500 trabaja hasta la misma pared de la excavación y estabiliza las capas superyacentes, una a una, hasta alcanzar un espesor total de 15 m.



Plataforma de capas estabilizadas con excelente calidad para soportar las cargas de diversas construcciones de la depuradora.

Delante del reciclador WR 2500, el constructor repartió sobre el suelo un 6% de cal hidratada con un equipo de su fabricación. La aportación de la citada cantidad de cal ha permitido establecer el valor 12 del "punto de fijación" (moisture content value).

Mediante el empleo de un compactador monocilíndrico con pata de cabra y 18,5 t de peso se logró una densificación de la mezcla del 97 %.

El reciclador WR 2500 superó rendimientos de 1.000 m³/hora en la ejecución de los trabajos de estabilización de suelos, a pesar de las características especiales y condiciones difíciles de la obra.

Estabilización de suelos pesados con cal y ceniza en polvo

La empresa Powerbetter utilizó el equipo WR 2500 en una obra para trabajos muy difíciles que otra máquina estabilizadora convencional no hubiera podido ejecutar. El material del suelo era orgánico, pesado y húmedo.

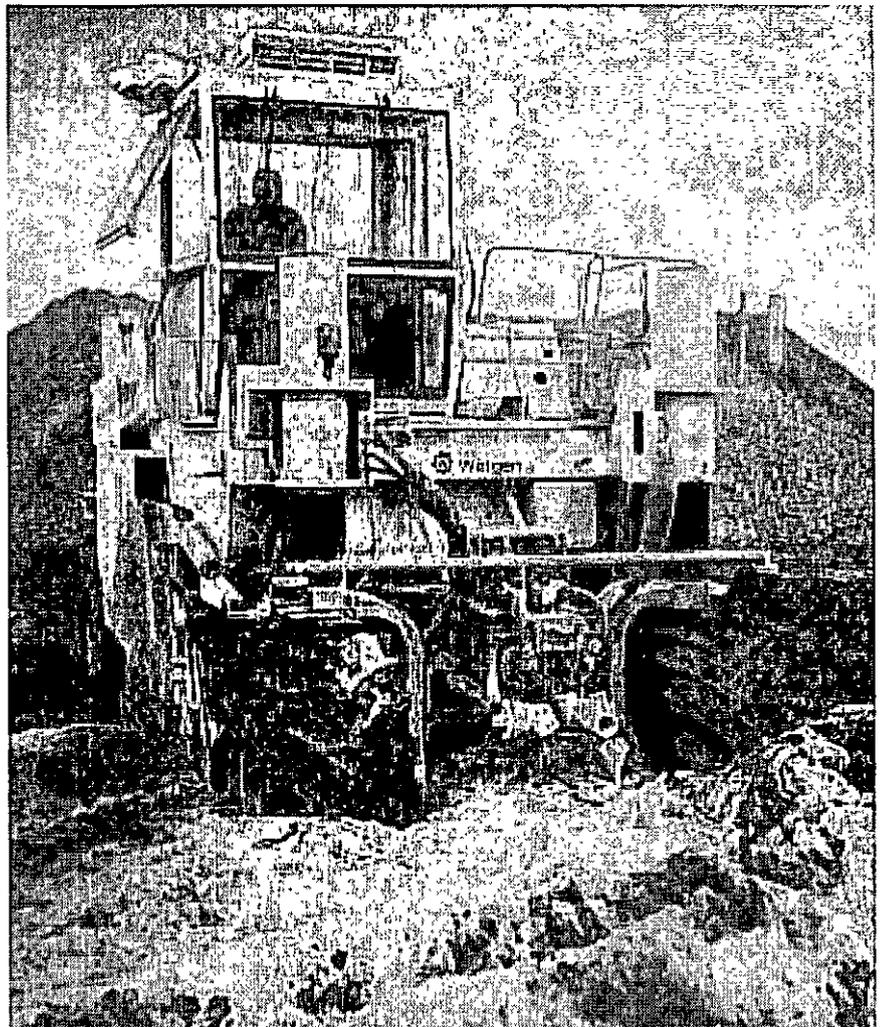
Los trabajos se realizaron en los terrenos de una antigua fábrica de cuero, en la que se habían empleado diversos ácidos y productos tóxicos para el tratamiento de las pieles. Con el paso de los años, estas sustancias se filtraron en los suelos de la planta.

La empresa constructora optó por utilizar polvo de ceniza para secar el material muy húmedo del suelo e incorporar cal de reacción inmediata para mejorar las características geotécnicas. Este proceso constructivo ha servido también para la envuelta de las sustancias nocivas y eliminar el problema de los materiales contaminados.

El reparto de la ceniza en polvo se efectuó con un bulldozer en capas de 7,5 cm de espesor. El reciclador WR 2500 mezcló las cenizas con los materiales del suelo en una primera pasada a 30 cm de profundidad. Seguidamente se aportó un 10 % de cal mediante equipos distribuidores de productos pulverulentos y el reciclador incorporó el aditivo a la mezcla en una segunda pasada a 30 cm de profundidad. Para la compactación se emplearon dos rodillos pequeños, de bajo peso operativo.

A pesar de que inicialmente el suelo solamente tenía un CBR del 1 %, la aplicación del reciclador WR 2500 para las operaciones de estabilización de las mezclas ha permitido alcanzar una capacidad portante del 8 %.

Después de nivelar el perfil del suelo mejorado, se colocó un geotextil para extender una capa superyacente de material reciclado con los escombros procedentes del derribo de la antigua fábrica. Finalmente, la estructura del firme se completó con la colocación de una capa de hormigón de 5 cm de espesor y una capa de rodadura de mezcla asfáltica. La obra realizada tenía como objetivo recuperar y explotar los terrenos dentro del plan de expansión de la nueva zona industrial.



El reciclador WR 2500 dispone de ruedas con fuerza de tracción permanentes y neumáticos sobredimensionados que permiten superar las condiciones más difíciles de la obra.



Abastecimiento de cal y carga del repartidor.

Construcción de una capa de base granular con cloruro cálcico en Bélgica

La empresa belga Staatsbader-Flamand, especializada en la construcción de carreteras, estrenó un reciclador Wirtgen WR 2500 en la primavera de 1995. Desde el primer día, la máquina ha sido empleada para ejecutar numerosos procesos constructivos en obras diferentes:

- Granulación de capas asfálticas hasta 25 cm de profundidad en la vía de acceso de una carretera nacional.
- Estabilización, con cemento, de la plataforma de acceso a una autopista.
- Estabilización, con cal, de suelos muy plásticos.

En todas las obras realizadas, el reciclador WR 2500 destacó por su gran utilidad y rentabilidad.

Al comienzo del segundo año, la cartera de contrataciones para el reciclador incluía aplicaciones técnicas interesantes en obras importantes. Entre las mismas estaba el proyecto de afirmado "in situ" de un tramo de autopista de 7 km de longitud y 9,8 m de anchura. La tarea consistía en construir una base granular de 24 cm de espesor, utilizando material de hormigón triturado y reciclado en una planta.

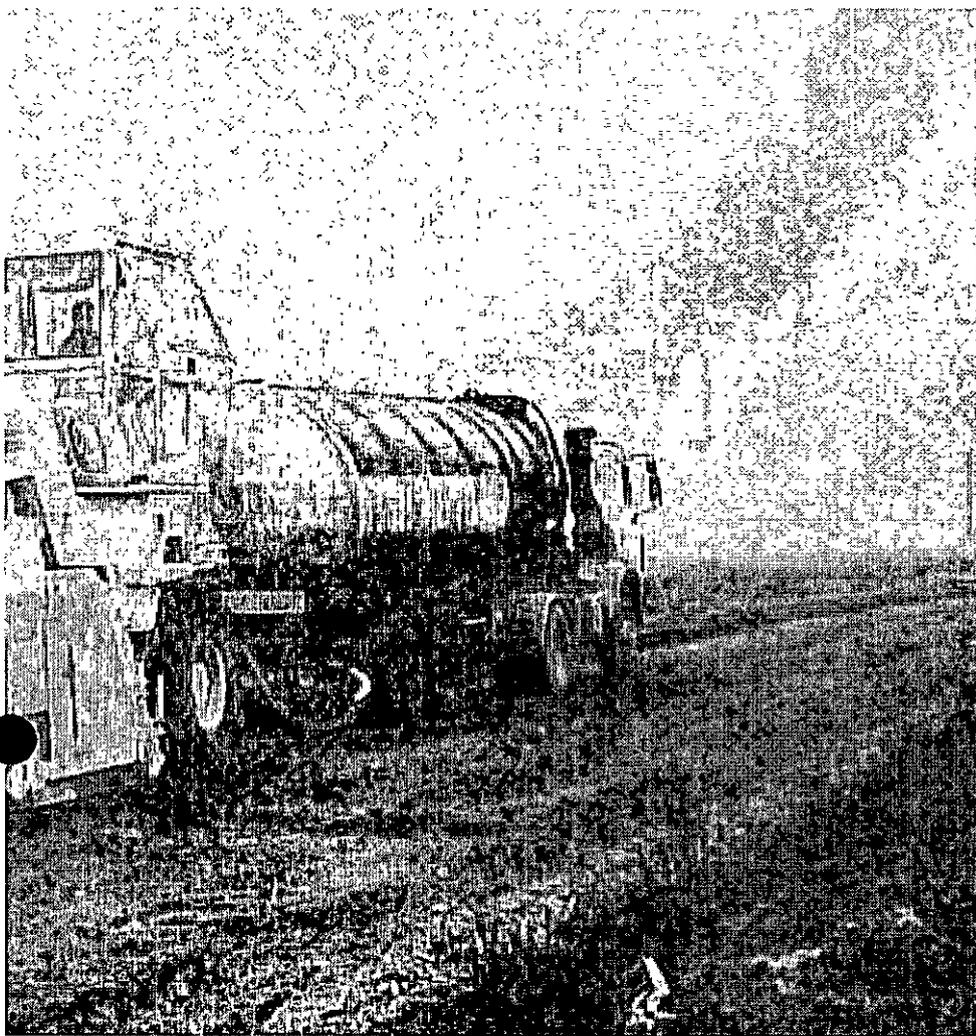
El reciclador WR 2500 fue empleado para estabilizar la mezcla de áridos reciclados con cloruro cálcico (CaCl_2). Este método constructivo es una alter-



El reciclador WR 2500 empujó el camión cisterna durante las operaciones de fresado y mezclado de



Al utilizar camiones cisterna de gran capacidad, las interrupciones por el cambio de vehículos han sido mínimas y los trabajos avanzaron a buen ritmo.

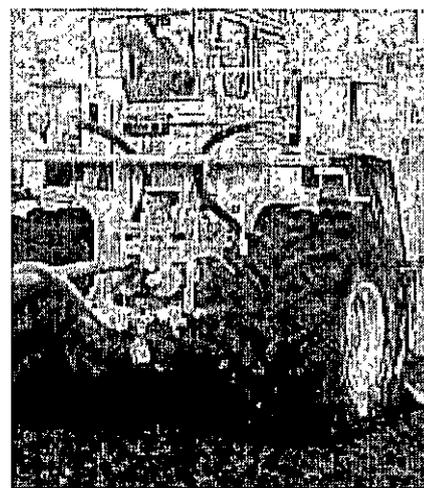


los materiales de hormigón reciclados con cloruro cálcico.

máticamente la inyección de la solución de cloruro cálcico en la cámara del rotor. La dosificación del aditivo era de 1,4 % del peso de material seco. De esta forma se añadieron 7,5 kg por m².

Con velocidades de avance entre 10 y 15 m/min, el rendimiento del reciclador WR 2500 en esta obra ha sido muy interesante.

Para regular el perfil superficial de la capa se utilizó una motoniveladora y para la compactación un rodillo vibrante.



El sistema de riego está diseñado también para agentes estabilizadores disueltos en agua.

nativa a la técnica de estabilización. No obstante, su aplicación requiere mayor tiempo de curación y depende más de las condiciones meteorológicas.

El cloruro cálcico se disolvió en agua y fue suministrado a la obra con camiones cisterna en estado líquido, es decir, en solución del 32 %.

El reciclador WR 2500 empujó la cisterna por medio de una barra de acoplamiento. Se utilizó una tubería de conexión entre cisterna y reciclador, para introducir la solución por el sistema de riego de la máquina. El microprocesador integrado controla auto-



Mezcla homogénea de los materiales con proceso óptimo de humectación para la compactación.

Reciclado en frío con cemento, sin polución del medio ambiente, en el Estado Federal de Brandeburgo

En el distrito de Oder-Spree fue preciso encontrar un proceso constructivo económico para sanear y ensanchar la calzada de la carretera de enlace entre Braunsdorf y Fürstenwalde. El firme de asfalto deteriorado tenía una longitud de 4.300 m y una anchura de 3,5 a 4,0 m. Era necesario ampliar el ancho de la calzada hasta 5,0 m.

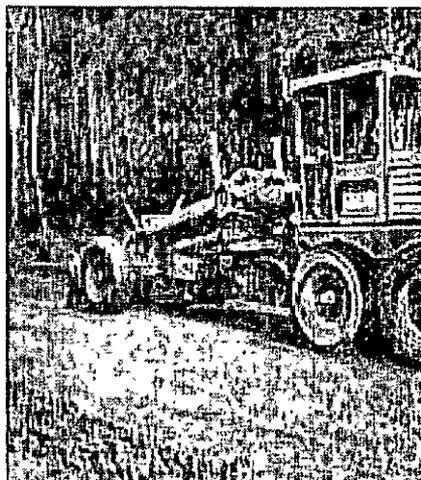
La Delegación de la Dirección de Carreteras optó por la técnica de reciclado "in situ" y construir una capa de base con ligante hidráulico. La ejecución de la obra ha sido adjudicada a la compañía constructora Märkische Verkehrsbau GmbH de Eggersdorf.



Abastecimiento de agua del mezclador de lechada WM 400 durante el tratamiento del firme deteriorado, sin paradas.



Ejecución del proceso constructivo de reciclado de la base portante sin juntas, en tramos de 3 secciones paralelas.



Perfilado de la superficie de firme reciclado.

Durante los primeros días se utilizó una fresadora Wirtgen 1300 DC para abrir una zanja paralela de 3 m de anchura y 30 cm de profundidad a lo largo del firme existente. Esta zanja se rellenó con una mezcla de áridos.

A continuación el reciclador WR 2500 fresó y homogenizó las capas asfálticas y capas de base hasta 30 cm de profundidad en 3 carriles paralelos. La velocidad de avance era de 30 a 35 m/min.

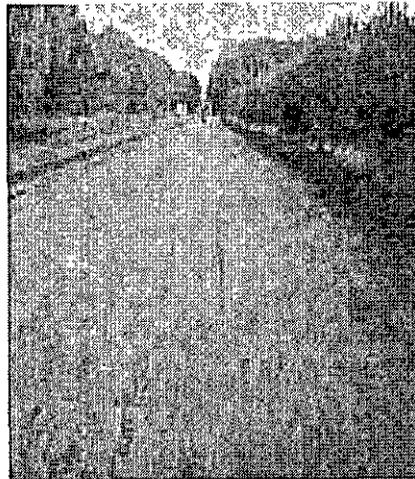
Para corregir las irregularidades superficiales del firme existente y conseguir el perfil longitudinal y transversal óptimo, se aportaron áridos nuevos en



Compactadora de neumáticos empleada para un buen sellado superficial.

secciones paralelas. La posterior compactación de la capa homogeneizada con una motoniveladora creó las condiciones necesarias para la aplicación del equipo móvil Wirtgen WM 400.

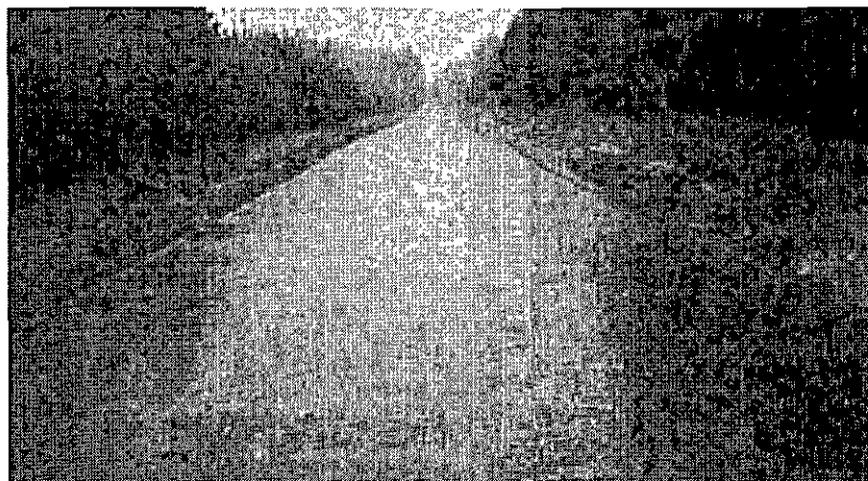
Después de preparar las dimensiones de la nueva calzada, se inició la construcción de una capa de base de alta capacidad portante en 3 carriles paralelos utilizando el reciclador WR 2500 y el equipo WM 400, que aportó la lechada de agua-cemento. La dosificación de agua era el 3 % del peso del material seco y la de cemento el 6 %. La suspensión de agua y cemento se inyectó directamente en la carcasa del rotor. Con las toberas de la rampa de



Capa de base después de la compactación y corrección del perfil.



Colocación del pavimento asfáltico con extendidora Vögele sobre la capa reciclada.



Con el reciclado en frío y el extendido de la capa asfáltica de rodadura se recuperaron en poco tiempo las características óptimas del firme para el tráfico.

riego abiertas hasta 2,0 m, se construyó el firme nuevo de 5,50 m de anchura, incluidos los solapadores correspondientes.

El abastecimiento de agua para el equipo WM 400 se realizó durante el trabajo. Sólo hubo paradas por motivos de seguridad para cargar el silo de cemento. No había espacio para girar el tren de máquinas. Era necesario retornar después de finalizar cada carril y posicionar los equipos cada vez que se iniciaba el tratamiento de un tramo paralelo.

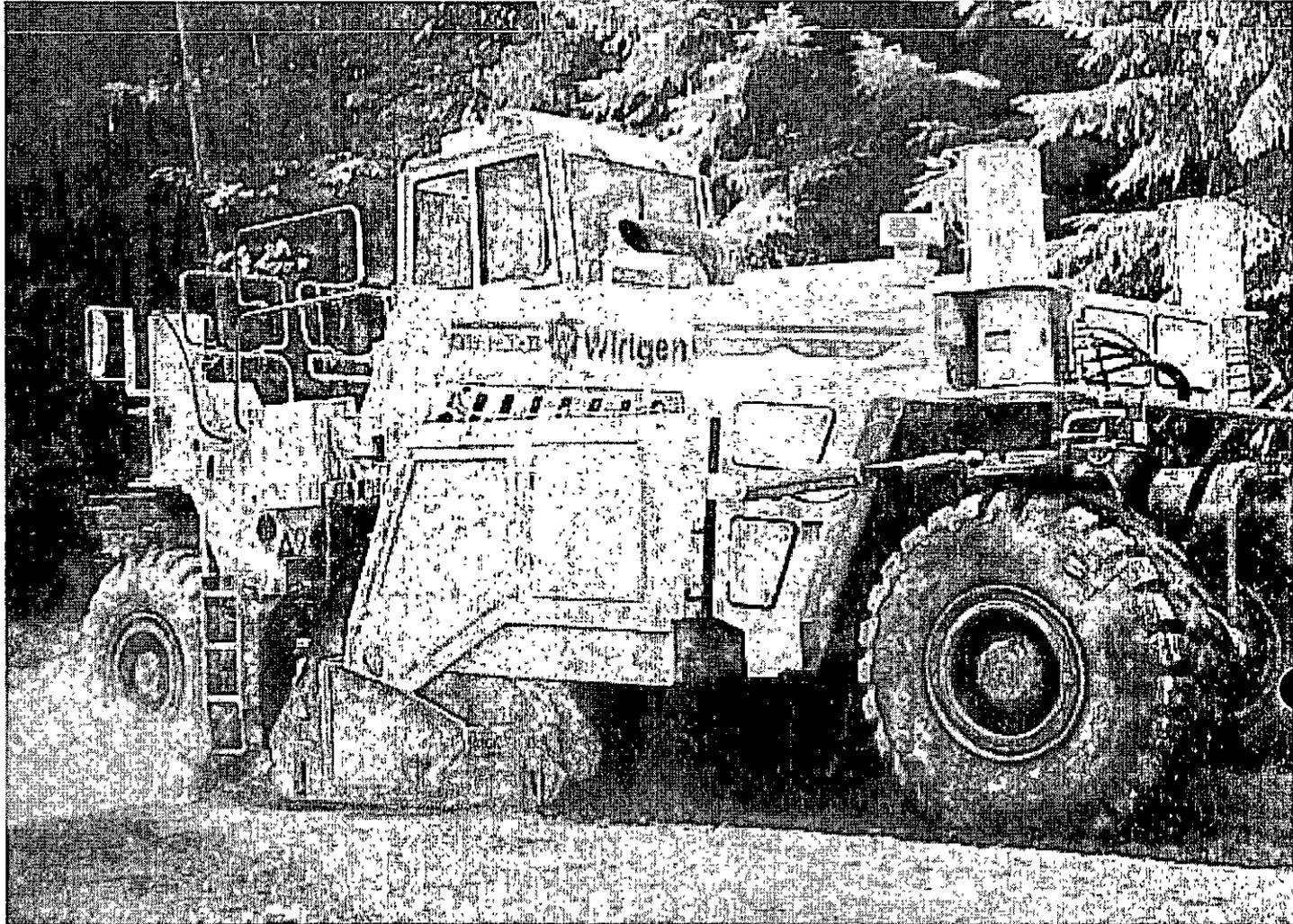
El perfil superficial de la capa reciclada se regularizó con una motoniveladora.

La compactación final se ejecutó mediante rodillo vibrante tándem y compactador de neumáticos.

Sobre la nueva base construida con ligante hidráulico se extendió una pavimento de mezclas bituminosas en caliente de 10 cm de espesor.

La economía del proceso constructivo, así como el corto plazo de ejecución y los resultados positivos de calidad han sido claves para considerar esta obra como referencia y sanear posteriormente otras carreteras de la región con el reciclador WR 2500.

Saneamiento de una carretera comarcal mediante reciclado en frío con cemento



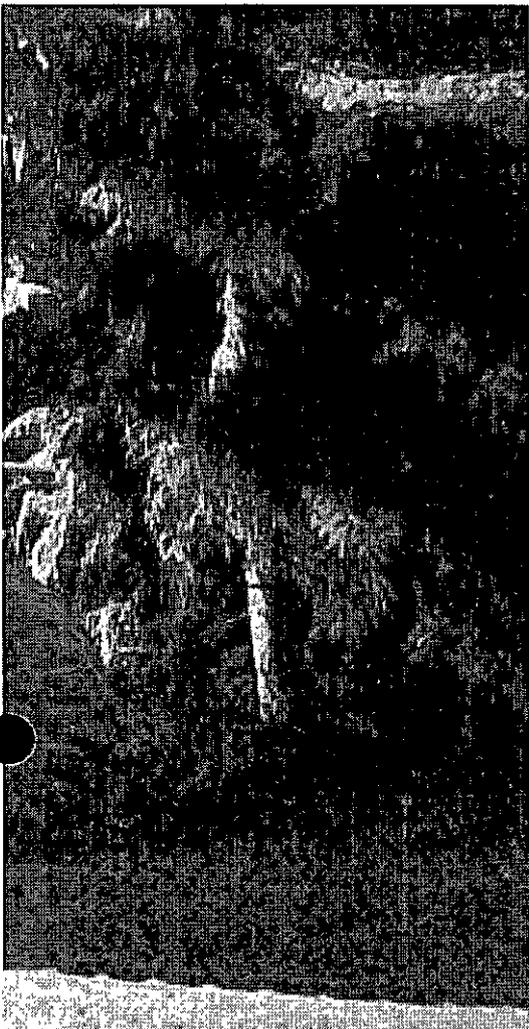
Reciclador WR 2500 para fresar el firme deteriorado y mezclar los materiales recuperados con granulado asfáltico y cemento de aportación.

En la región del Alto Palatinado, el pavimento asfáltico de una carretera comarcal estaba fuertemente dañado. Presentaba grietas, blandones y hundimientos. Una empresa constructora local analizó el empleo del reciclado en frío "in situ", propuso una solución económica y obtuvo la adjudicación de los trabajos para rehabilitar el firme.

Las obras se iniciaron con el extendido de una capa de 10 a 15 cm de espesor de granulado asfáltico, procedente de otros trabajos de fresado, sobre la construcción existente de 10 cm de pavimento asfáltico y 10 cm de base granular. De este modo, el espesor total de materiales a reciclar era de 35 cm.



La obra de reciclado: a la derecha el firme existente con granulado asfáltico aportado; a la izquierda el carril de la capa de materiales tratados con el reciclador WR 2500.



Para mejorar las propiedades de la mezcla y obtener mayor capacidad portante, se añadieron 20 kg/m² de cemento por medio de una máquina especial de dosificación.

El contenido de humedad de los materiales empleados era suficiente para preparar y compactar la mezcla sin añadir agua.

La capacidad de rendimiento del repartidor de cemento limitó la realización de los trabajos de reciclado a tramos de 250 m de longitud con 5 m de anchura total. Para conseguir un resultado uniforme a lo ancho de la calzada y eliminar juntas longitudinales se reci-

claron 3 carriles paralelos con solapados anchos.

El reciclador WR 2500 alcanzó un rendimiento de más de 1.200 m²/hora y en sólo 3 horas terminó la operación de reciclado de un tramo de 500 m.

Además de la alta producción del reciclador WR 2500, destacaron sus ventajas de auténtico todo terreno y su gran facilidad para maniobrar en los espacios muy reducidos del trazado en medio del bosque: Para girar la máquina era preciso pisar terrenos muy blandos, de escasa capacidad de soporte, impracticables para vehículos normales.



Otros vehículos se hubieran hundido en el terreno blando de los caminos de acceso. Sin embargo, el reciclador WR 2500 giró sin dificultad en espacios muy reducidos.



La máquina WR 2500 recicló la mezcla de materiales a 35 cm de profundidad para construir la nueva capa de base de la carretera.

Después de regular el perfil superficial y conseguir mediante las operaciones de compactación la capacidad portante exigida, el firme estaba apto para el tráfico.

A los pocos días de curado, la capa de base tratada con cemento fue mejorada con juntas de retracción y cubierta con una capa de rodadura de mezcla bituminosa en caliente.

Reciclado en frío con la máquina WR 2500 en Australia

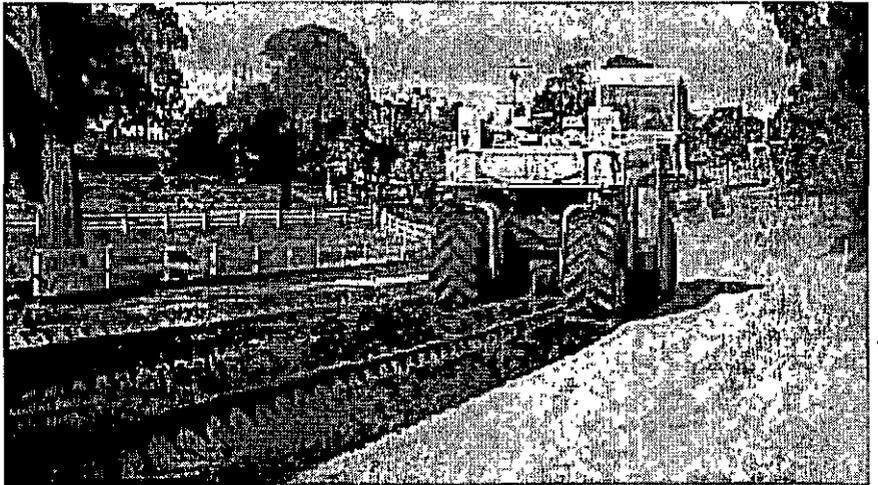
La empresa Stabilised Pavement Australia – SPA, una de las grandes compañías especializadas y con mayor parque de máquinas estabilizadoras en aquel continente, estrenó un reciclador WR 2500 en otoño del pasado año. Para aprovechar al máximo las tecnologías que ofrece Wirtgen en relación con el reciclado de firmes, la máquina se suministró con rampa de riego controlada por microprocesador para trabajar con aportaciones de espuma de betún, emulsión y agua.

Durante las primeras obras de reciclado, el WR 2500 ya dejó constancia de su capacidad para alcanzar altos rendimientos.



3 á 3 " 2 2 " , 2 á) : 3

Además de los grandes proyectos de rehabilitación de carreteras, en Australia se realizan también numerosas obras de mejora y refuerzo de la extensa red vial en las zonas suburbanas de las grandes ciudades. Aunque en la mayoría de los casos estas obras no abarcan más de 5.000 m², se exige una rápida ejecución de los trabajos por causa del intenso tráfico interurbano. El método más usual es la distribución de cemento sobre el pavimento deteriorado, fresar el firme de 15 a 30 cm de profundidad, mezclar los materiales con aportación de agua, alisar la capa reciclada con el escudo integrado en la máquina, establecer el perfil exacto y compactar la capa reciclada.



Reciclado de carriles paralelos a lo ancho de la calzada, antes de establecer el perfil superficial exacto.



En esta obra se utilizó un equipo con rodillo pata de cabra para precompactar la mezcla de materiales reciclados con la máquina WR 2500.



El firme saneado, después de la compactación final con rodillo monocilíndrico liso.

Inmediatamente después de terminar las operaciones de este proceso constructivo, la carretera está apta para el tráfico de vehículos.

En función de la intensidad y carga del tráfico, se procede a realizar posteriormente un riego de protección o extendido de una capa de rodadura con mezcla bituminosa en caliente.

Reutilización de materiales en un gran proyecto de infraestructura vial en Brasil

El primer reciclador Wirtgen WR 2500 que llegó a Brasil se utilizó para realizar el proyecto de ensanche de la autovía Fernao Dias. La carretera entre Sao Paulo y Minas Gerais fue construida en el año 1950.

La carretera Fernao Dias dispone actualmente de sólo dos carriles y es conocida por su elevado índice de accidentes de tráfico. La finalidad de las obras de ampliación de la calzada y construcción de cuatro carriles en esta importante vía de comunicación consistía en mejorar la seguridad del tráfico y establecer las condiciones necesarias para poder reducir los tiempos del largo recorrido entre Sao Paulo y Belo Horizonte.

Este método de reutilización integral de los materiales "in situ" ofrece la gran ventaja de prescindir del abastecimiento y transporte de importantes cantidades de áridos nuevos que serían necesarios para otros procesos constructivos.

Tramo primero

La obra se inició con el extendido de una mezcla de áridos sobre la calzada y los carriles laterales para corregir la granulometría de los materiales existentes a lo ancho de 13 m. Seguidamente, el reciclador WR 2500 realizó las operaciones de granulación y mezclado de las capas de 27 cm de profundidad total, es decir, el tratamiento



La rentabilidad del reciclador en esta obra de 100 km de longitud se basa principalmente en la reutilización de los materiales existentes "in situ".

El proyecto, actualmente en vías de ejecución, está situado en el Estado de Minas Gerais. La obra se realizará en siete tramos sucesivos.

A lo largo de los 100 km, el reciclador WR 2500 ha sido usado por tres empresas constructoras locales. La máquina incorpora la tecnología más avanzada de Wirtgen para reciclar los diferentes materiales existentes en las capas asfálticas y de la subbase granular de la calzada. La aplicación de este proceso constructivo permite elaborar una mezcla de minerales de alta calidad y construir una nueva capa de base con mayor capacidad portante en cada uno de los siete tramos.

simultáneo del espesor de 5 cm de áridos agregados, 17 cm de pavimentos asfáltico y 5 cm de la base granular subyacente. Para obtener el contenido de humedad óptimo y facilitar la compactación de la mezcla, se aportó la correspondiente dosificación de agua mediante la rampa de riego integrada en la máquina.

El conjunto de operaciones de perfilado y terminación han sido ejecutados con motoniveladora y equipos pesados de compactación. El reciclador WR 2500 alcanzó rendimientos medios de 260 m³/h en el primer tramo.

Tramo segundo

Aquí, las mezclas de materiales gra-



Brasil mejora su infraestructura vial: Rehabilitación y ampliación de la autovía Fernao Dias.

nulados se utilizaron para compensar el perfil superficial y también para construir "in situ" zonas de plataformas estabilizadas.

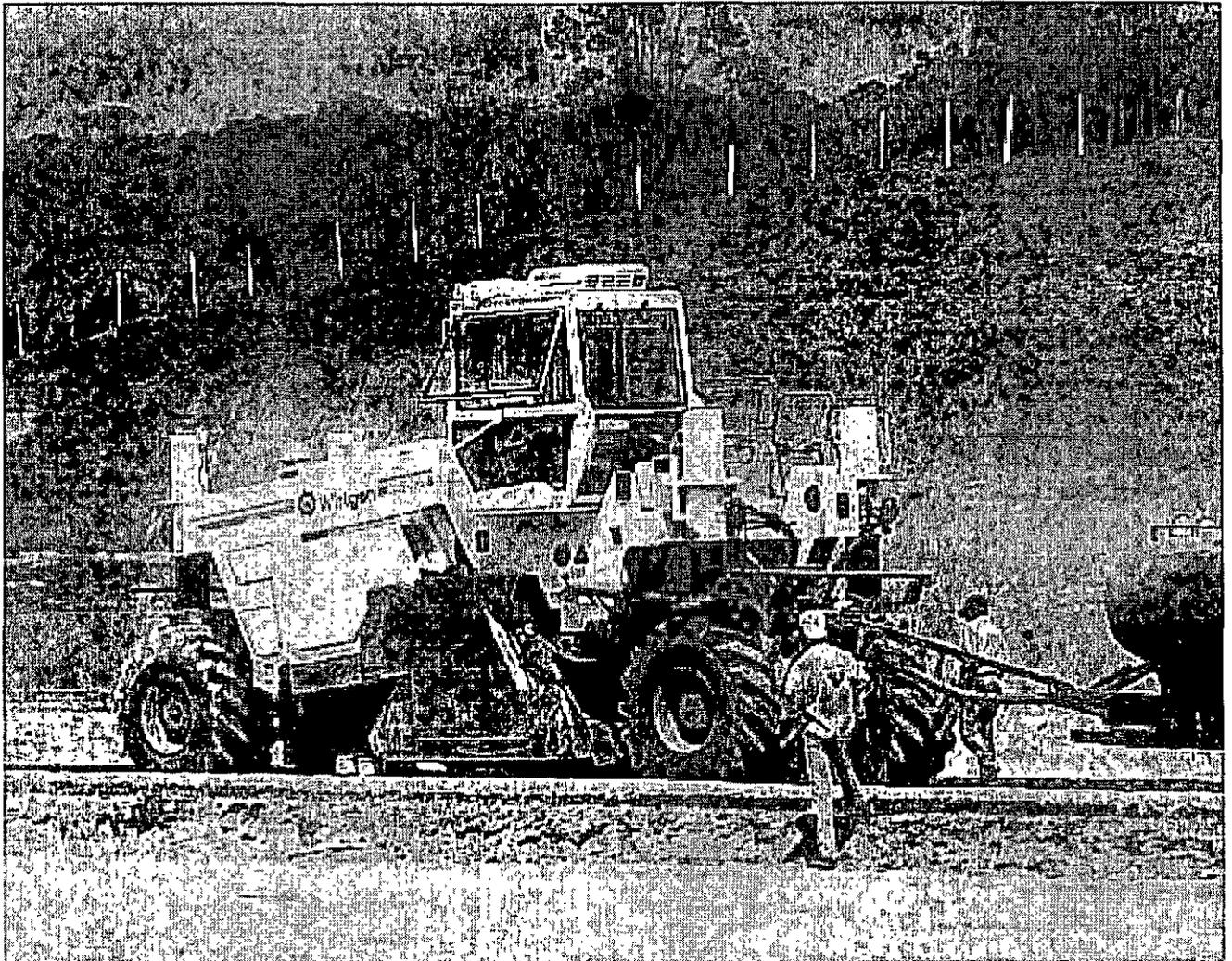
Se extendieron áridos finos (7 %) y arena (7 %) sobre la calzada para fresar y granular los materiales con el reciclador a 20 cm de profundidad de trabajo, es decir, el tratamiento homogéneo de los materiales extendidos, 15 cm de pavimento asfáltico y 3 cm de la subbase existente, añadiendo el agua necesaria para la compactación óptima de la mezcla.

Seguidamente, el material reciclado se cargó en camiones para transportarlo hasta otras secciones de la obra y construir una capa de base de mayor capacidad portante, perfilada y compactada.

En otra zona, el pavimento había recibido sucesivos refuerzos con capas de mezclas bituminosas hasta alcanzar 45 cm de espesor. Por tanto, se estimó proceder como sigue: recuperar primero los materiales de la parte superior para reutilizarlos en la construcción de capas de base en ciertas secciones de la obra y reciclar la parte restante del pavimento para transformarlo "in situ" en una capa de base.

Finalmente se aplicó el siguiente procedimiento:

Extender el 2 % de arena y 2 % de cemento sobre el firme de asfalto, fresar los materiales a 22 cm de profundidad



El reciclador WR 2500 recuperó y recicló los materiales del pavimento asfáltico existente de 45 cm de espesor para la construcción de las capas de base de los carriles de ampliaciones.

(materiales aportados y 19 cm de pavimento asfáltico) y reciclar los materiales con cemento. La mezcla elaborada se transportó a continuación hasta las secciones afectadas para construir capas de base.

Sobre el espesor del pavimento asfáltico restante se volvió a extender una mezcla de áridos para reciclar los materiales hasta un total de 20 cm de profundidad y construir "in situ" la capa de base. En estas operaciones se alcanzaron rendimientos de aprox. 230 m³/h.

Tramo tercero

El proceso constructivo aplicado en este tramo de la obra consistía en reci-

clar con agua los materiales existentes a 13 m de anchura. La profundidad del tratamiento era variable, entre 20 y 27 cm, por la diversidad de los espesores del pavimento asfáltico. El conjunto de operaciones de nuevo perfilado y acabado han sido realizados con motoniveladoras y equipos pesados de compactación. El reciclador WR 2500 alcanzó rendimientos de cerca de 300 m³/h.

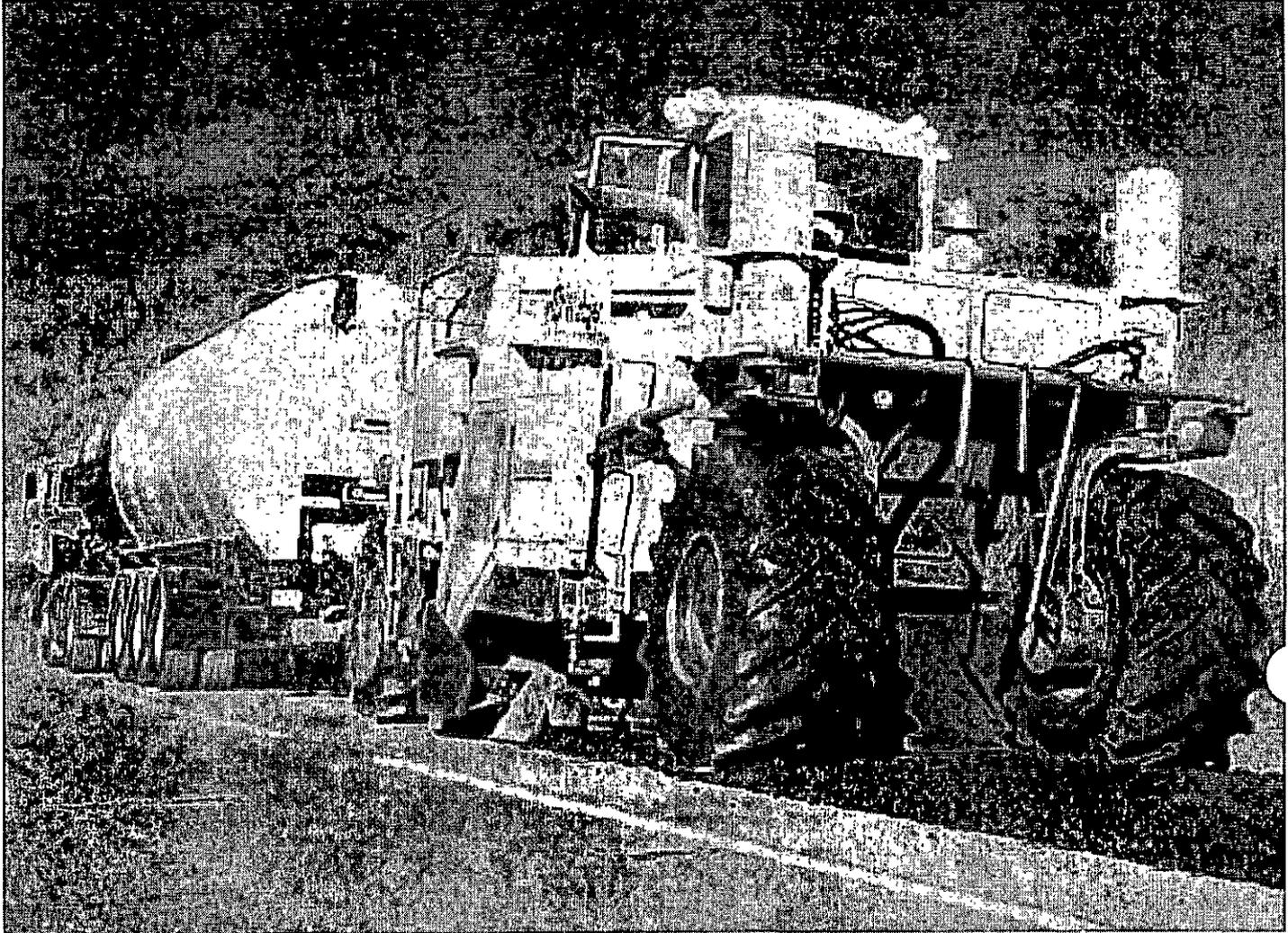
Las tres empresas constructoras que emplearon el reciclador WR 2500 con éxito, confirmaron las ventajas de aplicación del proceso constructivo:

- Reutilización integral de los materiales de la estructura del firme existente

para elaborar mezclas de alta calidad.

- Reducción de los plazos de ejecución, gracias a los elevados rendimientos del reciclador.
- Importante ahorro al reducir al mínimo el volumen necesario de nuevos áridos y el coste de su transporte.
- Posibilidad de trabajar incluso en plena época de lluvias durante las horas en que no llueve.
- Ofrecer a las autoridades y administraciones de carreteras una tecnología notablemente ecológica.
- Reducir considerablemente los costes de contratación de obras de saneamiento y rehabilitación de carreteras.

Obra de rehabilitación de una carretera en España: Reciclado en frío con cemento y emulsión

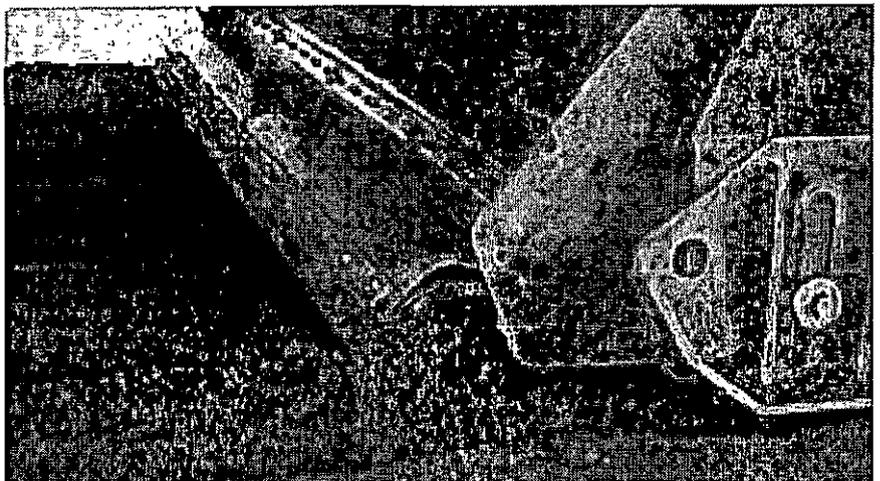


Un tren compacto para los trabajos de reciclado: camión con cisterna combinada para agua y emulsión empleado en la obra de 14 km de longitud.

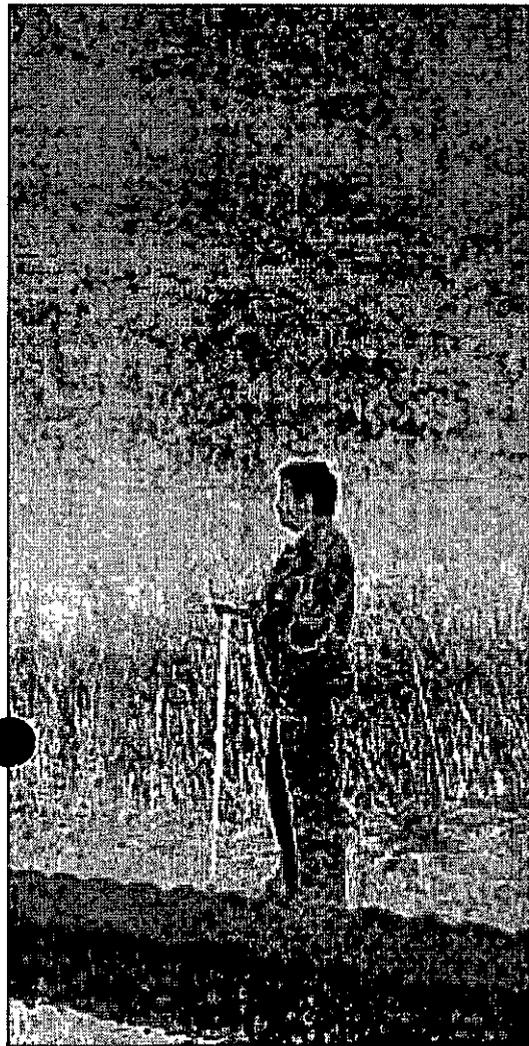
La tecnología de Wirtgen para el reciclado en frío con emulsión no es una novedad en España. Varias obras importantes ya han sido realizadas con máquinas fresadoras-recicladoras-extendedoras 2100 DCR.

En octubre de 1996, la empresa Asfaltos y Construcciones Elsan empleó por primera vez el reciclador WR 2500 en la ejecución de una obra de saneamiento de la infraestructura vial de la Junta de Castilla y León.

La finalidad de los trabajos consistía en la rehabilitación del firme de la carretera comarcal C-612, entre Medina de Rioseco y Villafrechós, mediante la reu-



La mezcla de materiales reciclados: Granulometría óptima, envuelta homogénea y extendido uniforme del espesor de la capa.



Control de las operaciones de reciclado por monitor incorporado en el panel de mando.

idoneidad y compatibilidad con emulsiones y cementos.

La máquina WR 2500 recicló el firme a 15 cm de profundidad, con aportación de dosificaciones del 2 % de cemento, 3 % de emulsión bituminosa y aprox. 1 % de agua (los porcentajes se refieren al peso de material seco).

La distribución del cemento sobre la calzada se realizó con un repartidor remolcado. Para el abastecimiento de emulsión se empleó un camión con cisterna combinada que fue empujado durante las operaciones de reciclado. La dosificación de emulsión y agua se controló por medio del automatismo

electrónico con microprocesador del sistema de riego integrado en la máquina.

Para la rehabilitación del firme de 6,4 m de anchura era preciso reciclar 3 carriles paralelos con solapados.

La mezcla homogénea de materiales reciclados fue compactada con rodillo vibrante tándem de 16 t de peso y un compactador de neumáticos de 32 t.

La utilización de un tren compacto de equipos ha permitido mantener en todo momento una vía abierta para el tráfico.

La máquina WR 2500 recicló los aprox. 90.000 m² de firme del tramo de 13 km con pendientes de hasta el 4 % en 3 semanas.

Después de la terminación del proceso de transformar el firme degradado en una estructura homogénea de mayor capacidad portante, la capa reciclada ha sido cubierta con mezcla bituminosa en caliente de 5 cm de espesor.

El desarrollo de los trabajos de reciclado en frío fue controlado por el laboratorio de un centro de estudios de Madrid, que confirmó el cumplimiento de la calidad exigida en esta obra.

tilización de los materiales "in situ" para aumentar la capacidad portante y mejorar las condiciones para un tráfico de mayor intensidad.

En la estructura del firme con una sección de mezcla bituminosa de 4-6 cm de espesor y base granular de 20 cm de espesor se apreciaban deterioros motivados por problemas de carga, es decir, grietas longitudinales, piel de cocodrilo, baches y roderas con efectos negativos para la seguridad del tráfico.

Para el estudio previo de los materiales se fresaron muestras representativas del firme y se realizaron ensayos de



Reciclado del tercer carril con cemento, sin interrupción del tráfico.

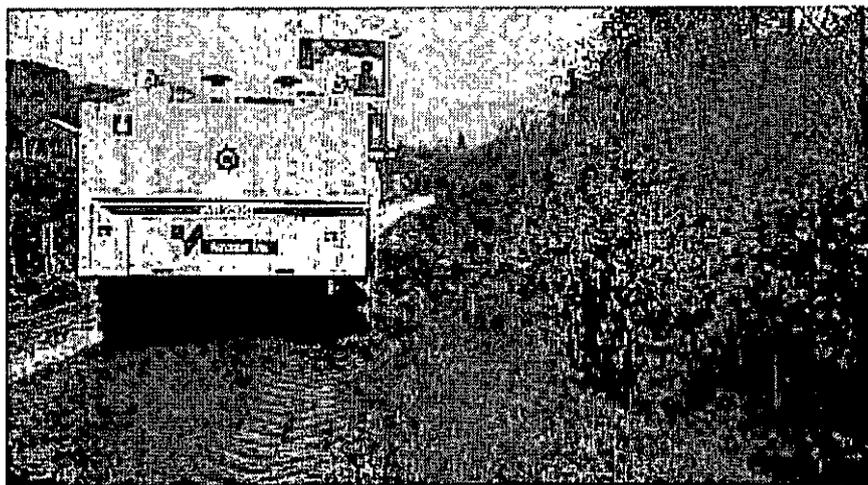
Rehabilitación de una extensa red de carreteras en Noruega: Reciclado en frío con emulsión



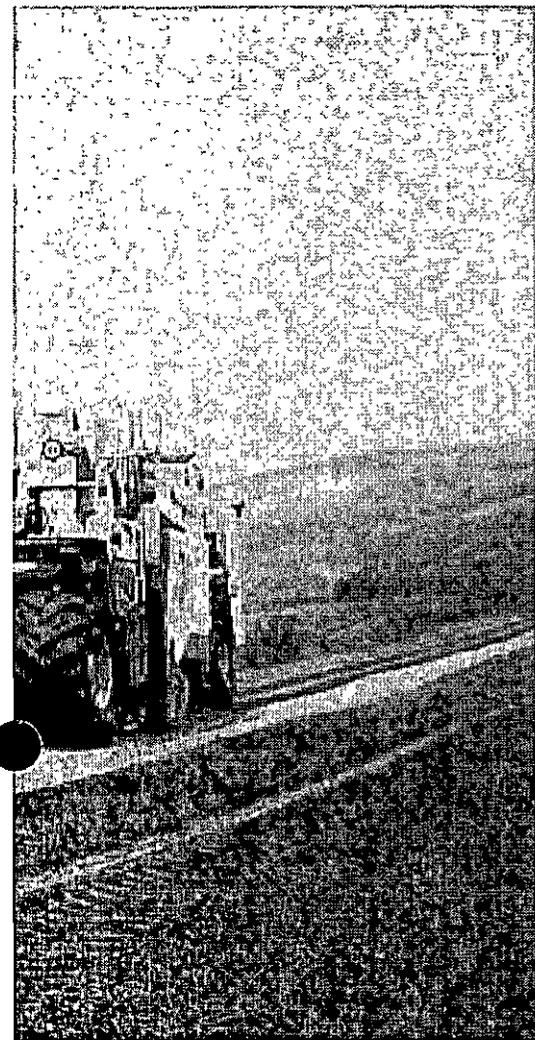
Para corregir la granulometría del material fresado, aquí se agregan áridos de tamaños menores antes de elaborar la mezcla homogénea con el aglo asfáltico y de la base granular.

Nodest Vei es una de las mayores empresas noruegas especializadas en la construcción de carreteras que dispone desde mediados del año pasado de un reciclador Wirtgen WR 2500 equipado con la instalación combinada para espuma de betún. Nodest Vei aprovecha las técnicas de aplicación de esta instalación para procesos alternativos de reciclado en frío, es decir, en el 25 % de las obras contratadas emplea espuma de betún y en el 75 % de los casos emulsiones bituminosas.

La suma de muchas, en parte también pequeñas, obras de saneamiento de carreteras asciende cada año a más de 400.000 m² y es preciso ejecutarlos



Trabajos de reciclado del pavimento existente hasta el límite de la calzada, con ligante hidrocarbonado.



merante y los materiales reutilizados del pavimento

A la izquierda, áridos distribuidos sobre el firme. A la derecha, mezcla homogénea del material reciclado.



En esta vía de baja intensidad de tráfico en Noruega se permite el paso lento de vehículos sobre la capa reciclada antes de la compactación.

durante los cortos veranos de Noruega. Para rehabilitar los tramos de carreteras deteriorados y agotados, el método más usual en Noruega consiste en reciclar de 2 a 3 carriles paralelos y perfilar la rasante con motoniveladora. Este procedimiento ofrece las ventajas de poder corregir los perfiles longitudinales y transversales de las calzadas en los numerosos trayectos de montaña, además de eliminar las juntas longitudinales por medio de solapados anchos. La humedad de las mezclas recicladas facilita los trabajos de compactación de los rodillos vibrantes tándem y operaciones de sellado superficial con compactadores de neumáticos.

Reconstrucción del pavimento con betún destilado de pizarra en Estonia

La Dirección General de Carreteras de Estonia adjudicó a la empresa privada TEEDE REV-2 en verano del año pasado la ejecución del proyecto de saneamiento de la carretera comarcal entre Pärnu y Likula.

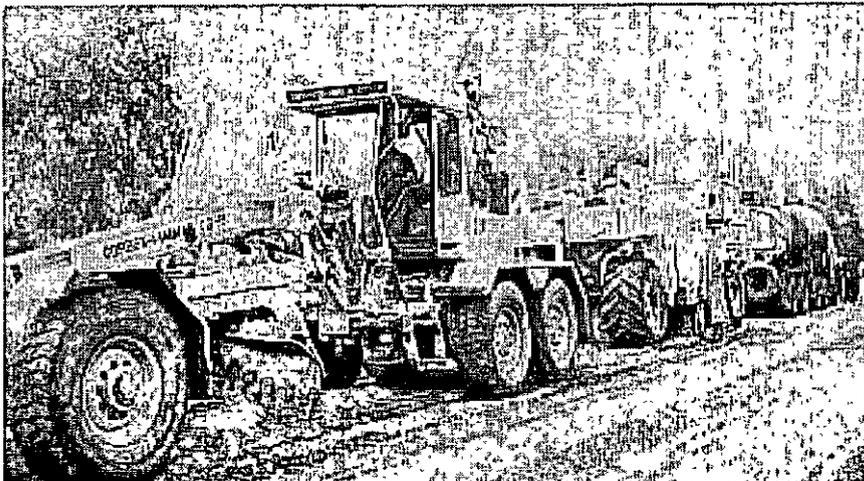
Se consideró que el firme de esta antigua vía comercial del este de Estonia estaba agotado. Además de deformaciones longitudinales y transversales, el pavimento fuertemente bacheado y fisurado ya no cumplía sus funciones, ni tenía capacidad para soportar el tráfico creciente. La estructura del firme estaba construida de capas de mezclas asfálticas y base subyacente de grava y zahorra con granulometría irregular y tamaños hasta 20 mm. El tramo era de 6,5 km de longitud, con anchura de calzada de 8 m. El cliente optó por emplear en junio dos máquinas Wirtgen, una 2100 DCR y una WR 2500, para fresar los 52.000 m² del pavimento y reutilizar los materiales existentes con aportación de betún destilado de pizarra y áridos para enriquecer la mezcla.

Los estudios y ensayos para determinar previamente todos los parámetros relevantes fueron realizados en el laboratorio del Centro Técnico de la Delegación de Carreteras en Tallin.

El betún destilado de pizarra es un ligante que se fabrica y emplea tradicionalmente en Estonia. Gracias al equipo de riego de espuma de betún,



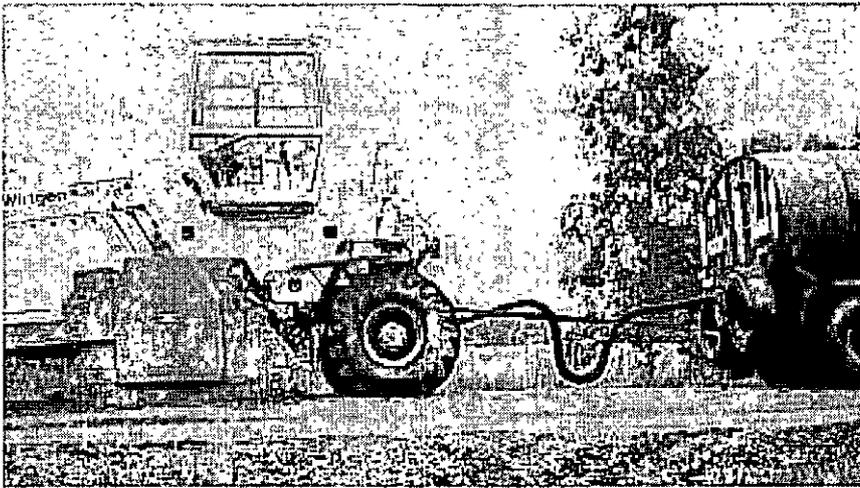
Después del proceso de granulación con la máquina 2100 DCR, los materiales existentes fueron mezclados y reciclados por la máquina WR 2500 con betún destilado de pizarra.



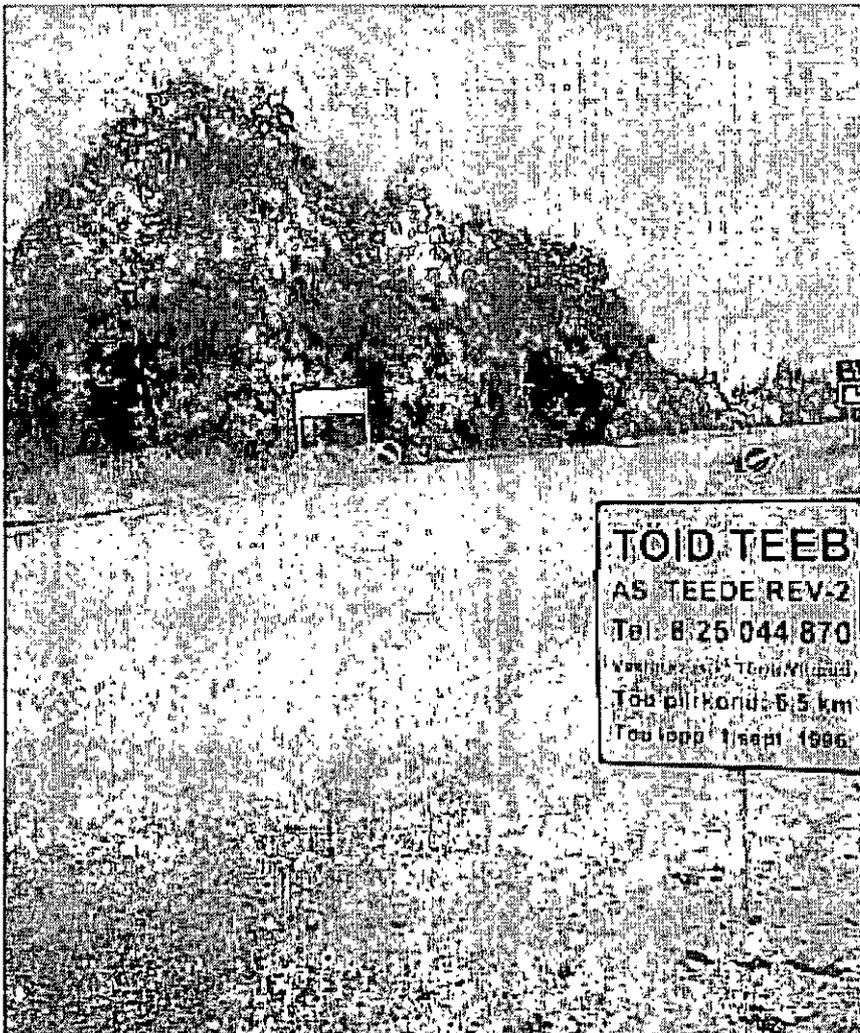
Operaciones con motoniveladora para corregir los perfiles longitudinales y transversales del firme reconstruido.

instalado en el reciclador WR 2500, ha sido posible utilizar por primera vez el betún destilado de pizarra para técnicas de reciclado en la reconstrucción de pavimentos.

Durante la ejecución de la obra, las condiciones meteorológicas eran muy variables: lluvias, tiempo soleado, vientos de escasa y media velocidad y temperaturas entre 15 y 20 °C.



El reciclador WR 2500 empujó el camión cisterna de 20 t de betún sobre la capa de material recuperado.



El nuevo firme perfilado, antes del tratamiento superficial.

Procedimiento de ejecución:

1. Fresar las capas del firme de asfalto y parte de la base granular hasta 18 cm de profundidad con la máquina 2100 DCR, dejando los materiales depositados en hilera.
2. Extender el material recuperado con motoniveladora.
3. Precompactar la capa con 2 rodillos vibrantes tándem de 10 y 12 t.
4. Aportar los áridos necesarios de 20 /40 mm (124 kg/m²) y extenderlos con motoniveladora.
5. Acoplar el camión cisterna (capacidad 20.000 l) al reciclador WR 2500. La máquina realizó el siguiente conjunto de operaciones: empujar la cisterna, fresar y homogeneizar la mezcla de materiales, añadir 6,2 l/m² de betún destilado de pizarra, inyectar la dosificación de ligante (sin espuma) en la carcasa del rotor y reciclar la mezcla con velocidad de avance entre 10 y 12 m/min.
6. Perfilar la capa reciclada con motoniveladora.
7. Compactar el firme con rodillo vibrante tándem de 12 t de peso.

Después de un tiempo de curado (2 - 3 días), la capa reciclada recibió un sellado superficial de riego monocapa engravillada aplicando 1,1 l/m² de emulsión PB 4/PB 5 con áridos A 8/12.

Gracias al buen resultado del proceso constructivo con máquinas Wirtgen, la empresa constructora realizó posteriormente otra obra de similares características y especificaciones para emplear la técnica de reciclado en frío en la reconstrucción de una carretera de 25 km de longitud (195.000 m²) en el sur de Estonia.

Reciclado en frío con cemento y emulsión sin emisión de polvo en Holanda

La técnica de reciclado en frío se aplica en Holanda desde hace años. Debido a las condiciones climáticas y fuertes vientos del país, los profesionales aceptaron desde el primer día la utilidad del equipo móvil WM 400 de Wirtgen que permite elaborar la suspensión agua-cemento e incorporar el aglomerante en forma de lechada, sin emisión de polvo. La compañía Bel, especializada en servicios del sector, empleó a primeros del año pasado un tren completo de reciclado, compuesto de reciclador WR 2500 y equipo WM 400 montado sobre la plataforma de un semirremolque para acometer numerosas obras de reciclado con cemento.

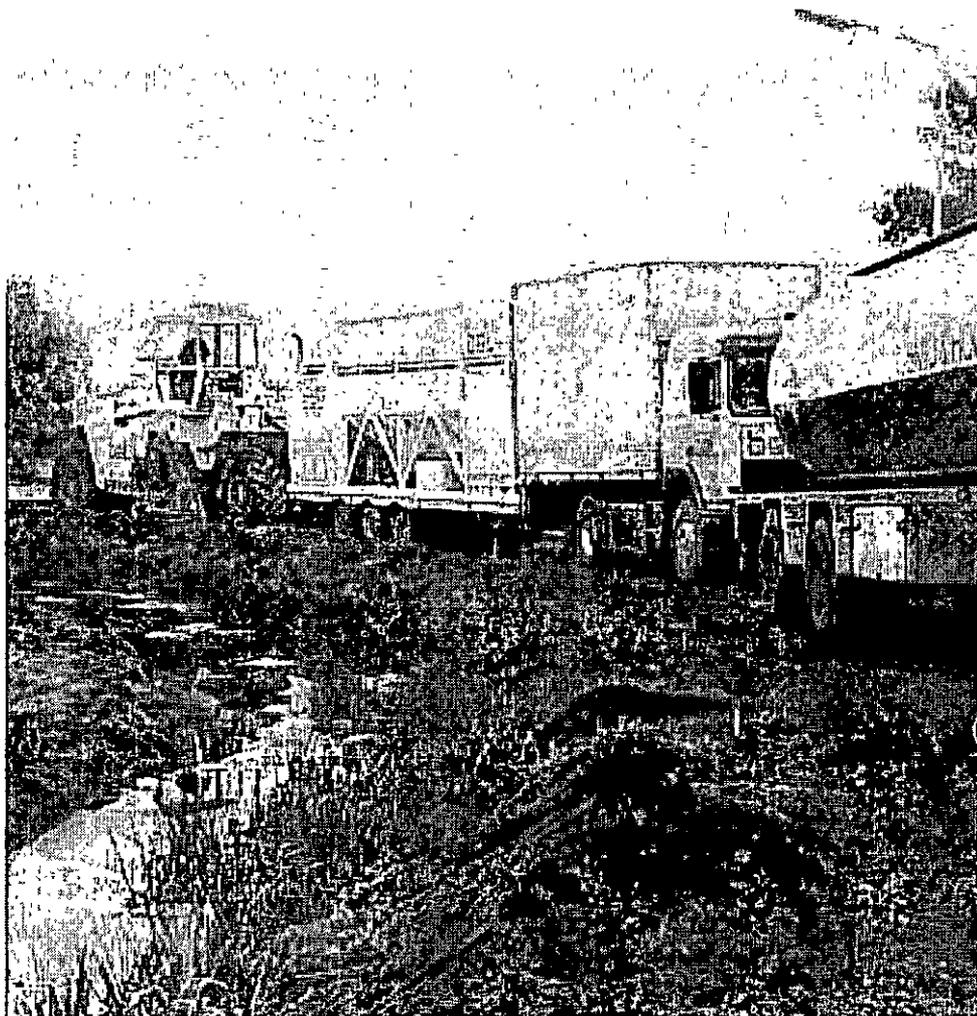
Gracias a las buenas referencias de los trabajos realizados, la Comisión Nacional de Construcción aprobó el proceso constructivo y subastó un proyecto de mejora y refuerzo de firme en Echtener y Groteveenpolder. La empresa adjudicataria, D. Oosterhuis, encomendó a Bel la ejecución de los trabajos de reciclado en frío.

El tramo que requería la aplicación de reciclado tenía una longitud de 4,5 km y anchura de 4 m. La estructura del pavimento había sido construida en tiempos pasados con mezclas de alto contenido de alquitrán. En consecuencia, los objetivos de la actuación eran: aislamiento de los materiales contaminados y aumento de la capacidad portante.

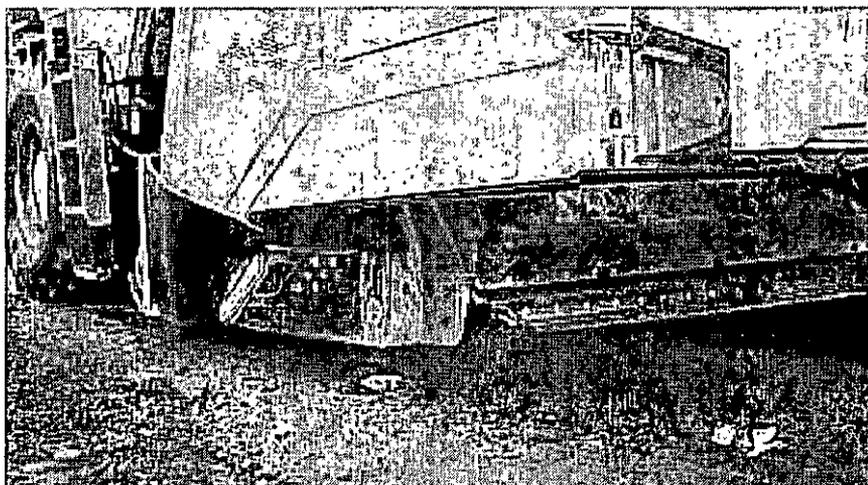
El reciclador WR 2500 fresó 18.000 m² en sólo 5 jornadas a 25 cm de profundidad triturando el material, el cual era recogido con excavadora y depositado en los laterales de la calzada.

Sobre la superficie de la base granular se colocó un geotextil que fue cubierto primero con arena en capa de 10 cm de espesor y posteriormente con los materiales recuperados, procedentes del fresado inicial. Para perfilar la capa se utilizó una motoniveladora.

Acto seguido se construyó "in situ" una capa superyacente con mezclas de áridos aportados y dotaciones del 3 % de cemento y 3 % de emulsión bituminosa. Para el conjunto de estas



Tren de equipos para un reciclado continuo: Al frente el camión cisterna con emulsión, en el centro el semirremolque. El reciclador WR 2500 empuja ambos vehículos.



Incorporación uniforme de cemento y emulsión para una envuelta óptima del material contaminado.



el mezclador WM 400 de lechada montado sobre

operaciones se utilizó un tren de equipos compuesto del reciclador WR 2500 acoplado al mezclador WM 400 de agua-cemento y al camión cisterna de emulsión. El riego de emulsión se controló por medio del sistema automático con microprocesador. Ambas instalaciones garantizaron el cumplimiento de las especificaciones contempladas en los ensayos previos del laboratorio.

Se utilizó una motoniveladora para regular el perfil final de la capa y un rodillo monocilíndrico pesado para compactar el firme.

Los trabajos de reciclado terminaron después de 6 jornadas.



En lugar del convencional reparto de cemento: Incorporación directa de la lechada elaborada por el equipo WM 400 en la carcasa del rotor, sin emisión de polvo.



Terminación del perfil transversal en secciones de curvas.

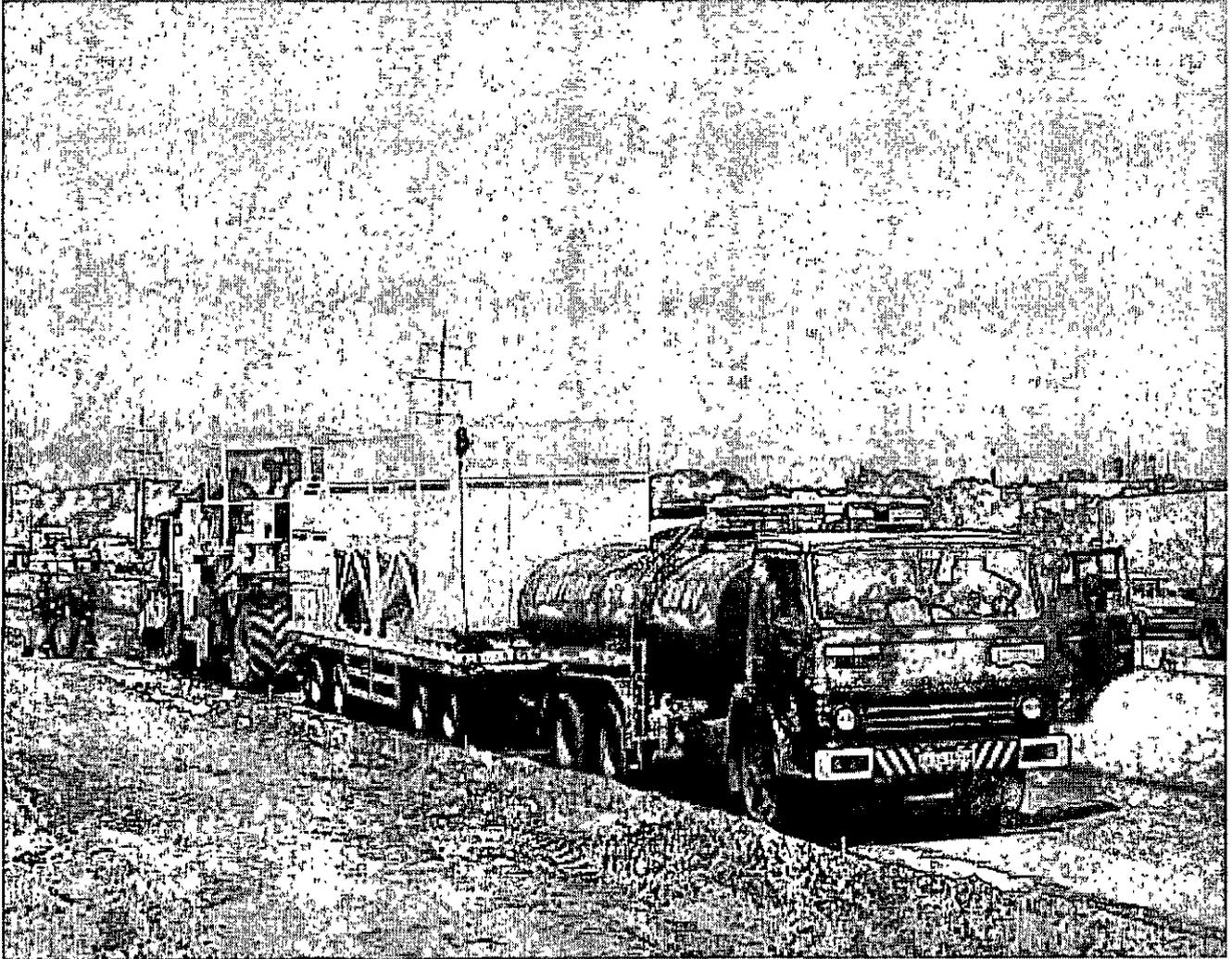
La textura superficial se selló con un tratamiento auxiliar, aplicando un riego de protección con emulsión y gravilla de 4/8. Posteriormente, la superficie fue cubierta con una capa de mezcla en caliente de 4,5 cm de espesor.

Los técnicos de la Administración optaron por el proceso constructivo de mezclar los materiales "in situ" para aprovechar la ventaja de una ejecución rápida de la obra en 11 días con mínimas interferencias del tráfico. También los factores económicos fueron decisivos: Después de calcular los costes de fabricación de las mezclas en planta, transportes y extendido, comprobaron que era posible ahorrar hasta el 45 % de los gastos totales.



Compactación con rodillo monocilíndrico vibrante pesado.

Rehabilitación de la autopista M5 cerca de Moscú mediante reciclado en frío



La solución técnica aprobada consistía en reciclar el firme con aportación de cemento y emulsión para construir una capa de base homogénea de 20 cm de espesor, con capacidad portante adaptada al tráfico que debe soportar.

Este gran proyecto de saneamiento y ensanche de la autopista M5 de Moscú a Rasjan se realizó con aplicación de la tecnología Wirtgen más avanzada para trabajos de reciclado en frío. El reciclador WR 2500 y el equipo WM 400 para incorporar la suspensión de agua-cemento sin emisión de polvo.

Para financiar el proyecto, el Banco Mundial de Comercio concedió al Departamento Ruso de Construcción de Carreteras un crédito de 17 millones de US\$.

La adjudicación de la obra del tramo de 32 km de longitud recayó en la



Reciclado en frío del arcén exterior de la autopista M5 con intensidad de tráfico de aprox. 40.000 vehículos/día.

unión temporal de empresas constituida por dos compañías rusas y Wirtgen Internacional.

En los primeros 10 km del tramo inicial, la intensidad del tráfico es muy alta (40.000 vehículos/día). De acuerdo con el proyecto de saneamiento y ensanche, era preciso reciclar con cemento y emulsión los arcenes para transformarlos en capas de base con capacidad portante adaptada al tráfico de los vehículos.

A continuación se utilizó un martillo autopropulsado Wirtgen BZT 7000 para eliminar las tensiones del pavimento de hormigón existente, colocar un geotextil a lo ancho y largo de la superficie, así como extender la nueva estructura superyacente de mezclas bituminosas: capa de base de 10 cm, capa intermedia de 5 cm y capa de rodadura de 5 cm de espesor. La terminación de la obra incluía un programa de trabajos de corrección de terraplenes, montaje de barreras metálicas de seguridad, instalaciones de iluminación y de señalizaciones viales.

En el segundo tramo de la autopista, las condiciones de soporte de los carriles derechos eran insuficientes para las cargas del tráfico de los vehículos pesados. La solución adoptada fue el fresado del pavimento de estos carriles y reciclado de los arcenes exteriores a 2,5 m de anchura con la máquina Wirtgen WR 2500.



Compactación de la capa reciclada de 20 cm de espesor con equipo monocilíndrico pesado y rodillo vibrante tándem.



Verificación de la capacidad portante antes del extendido de mezclas bituminosas.

El proyecto original recogía especificaciones para reciclar materiales existentes con emulsión y diseñar una capa de base de 30 cm de espesor. Investigaciones, ensayos y cálculos comparativos de un centro de ingeniería experimentado demostraron que la técnica aplicada con aportación de determinadas dosificaciones de cemento y emulsión permite reducir el espesor de la capa reciclada a 20 cm sin disminuir la capacidad portante exigida. Esta solución, más acorde con las necesidades técnicas de plazo de ejecución fue presentada y aprobada por la Administración. En consecuencia, se realizaron los trabajos según el programa siguiente: aportar y repartir arena, material de fresado y diferentes tamaños de áridos sobre la calzada para mezclarlos con el reciclador WR 2500 y añadir las dosificaciones previamente determinadas del 5 % de emulsión, 4,5 % de cemento y 3 % de agua en forma de lechada. Para compactar la mezcla reciclada se emplearon rodillos de gran peso operativo.

Sobre la nueva plataforma de superficie bien nivelada y uniforme se extendieron tres capas de mezclas bituminosas en caliente.



Colocación de la capa asfáltica de base a lo ancho de dos carriles y compactación con rodillo vibrante tándem.

Rendimiento máximo de reciclado en frío con espuma de betón en Noruega



Ejemplo de rendimiento máximo en obras de reciclado con espuma de betón: Saneamiento de tramos de carreteras de 1,5 km de longitud y tres carriles paralelos.

Temperaturas muy bajas en invierno y ciclos frecuentes de hielo-deshielo requieren técnicas especiales de reconstrucción de pavimentos en Noruega. El agua almacenada en las bases del firme reblandece las secciones estructurales. Aparecen hundimientos y grietas que agravan la situación y originan la inestabilidad de los firmes para el tráfico. Por tanto, son cada vez mayores las necesidades de acciones económicas para solucionar el mantenimiento de la amplia red vial del país.

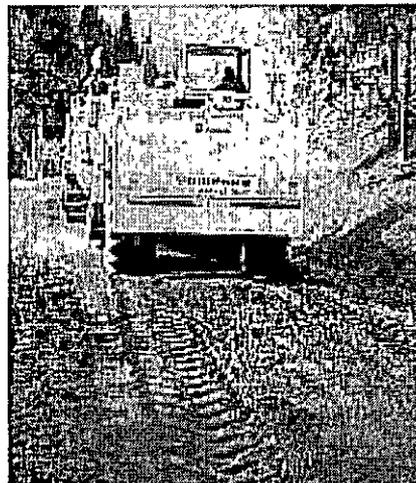
La empresa Veidekke tiene una larga experiencia en aplicar diferentes métodos de reciclado en frío. Después de analizar todas las alternativas, la empresa tomó la decisión de adquirir un reciclador WR 2500 con instalación combinada de riego, apropiada para utilizar también la espuma de betón.

En menos de medio año, la firma Veidekke aplicó la tecnología de Wirtgen con espuma de betón en un total de 800.000 m² de obras ejecutadas en numerosas regiones de Noruega.

Con mucha frecuencia, los proyectos de reciclado no se limitan exclusivamente a la incorporación del nuevo aglomerante. También se agregan áridos para corregir la granulometría del material reciclado y mejorar la calidad



Reciclador WR 2500 y camión con cisterna aislada térmicamente. El betón de 180 °C de temperatura se transforma en espuma y se incorpora de forma uniforme en la mezcla de materiales.



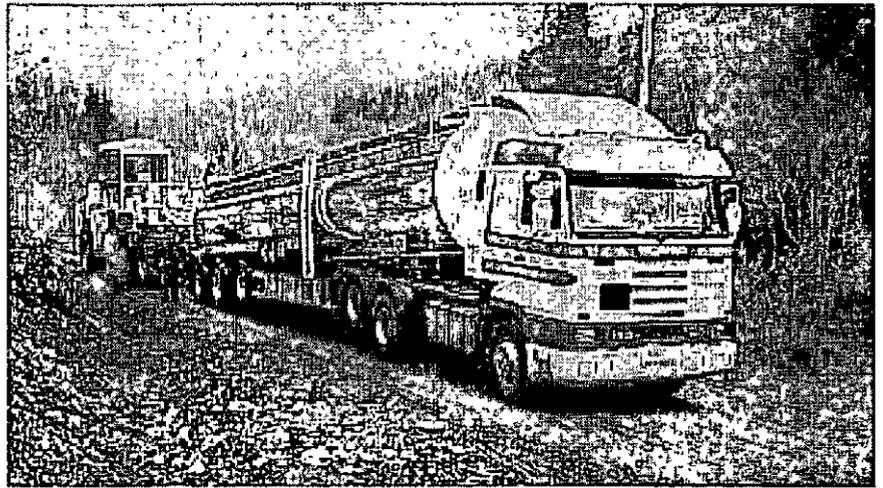
Depósito adicional de agua. El depósito estándar sirve para llevar aditivos.

de la mezcla reciclada. Asimismo es habitual aportar material fresado para reacondicionar los perfiles de las carreteras. En estos casos, los materiales de aportación se reparten sobre el firme degradado y se extienden con motoniveladora para incorporarlos al proceso de fresado y mezclado del reciclador WR 2500 que normalmente trabaja a profundidades de 10 a 20 cm.

Las bajas temperaturas durante el invierno obligan a proyectar firmes flexibles. Por consiguiente, se utiliza preferentemente betón de la clase B 370 para el proceso constructivo de reciclado en frío.

El ligante se incorpora a través de las 16 cámaras de expansión instaladas en la parte superior de la cámara de mezclado del reciclador WR 2500. El betún entra a 180 °C de temperatura y, al transformarse en espuma, multiplica por 20 su volumen original. El resultado es una distribución uniforme y fiable de la dosificación. El nuevo concepto y desarrollo técnico de Wirtgen es distinto a otras instalaciones convencionales. El calentamiento eléctrico de la instalación garantiza las temperaturas óptimas de los circuitos, incluso durante las paradas.

La instalación Wirtgen tampoco requiere limpieza al finalizar los trabajos.



Alto rendimiento del reciclador WR 2500: cisterna de betún con capacidad de abastecimiento para reciclar 2.500 m² en algo menos de 2 horas.



Capa de reciclado sin juntas después de la compactación, apta para el tráfico.

La transformación del betún en espuma y la dosificación de la misma es controlada y regulada automáticamente por el microprocesador del reciclador WR 2500. La máquina suministrada a la empresa Veidekke se completó con un equipo adicional de dosificación de aditivos para mejorar las propiedades de adhesividad del betún en caliente.

Durante el proceso operativo, el reciclador WR 2500 está acoplado al camión cisterna de betún con aislamiento térmico. Con una dosificación del 3% del peso, el consumo medio de betún en caliente es de 100 t por jornada para reciclar aprox. 10.000 m² por día, es decir, sanear la anchura total de un tramo de carretera de 1,5 km de longitud.

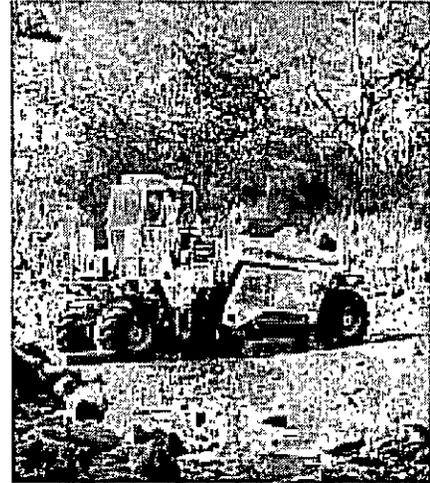
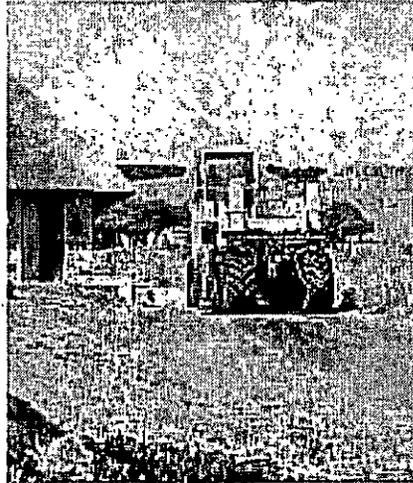
Los trabajos de rehabilitación del afirmado se realizan sin cortar el tráfico. Después de regular o corregir los perfiles con motoniveladora y compactar la capa reciclada, la apertura al tráfico es inmediata. En función del tráfico esperado, se extienden posteriormente una o dos capas de mezclas bituminosas en caliente.

Método ecológico de afirmado de pistas en una reserva natural zoológica de Sudáfrica

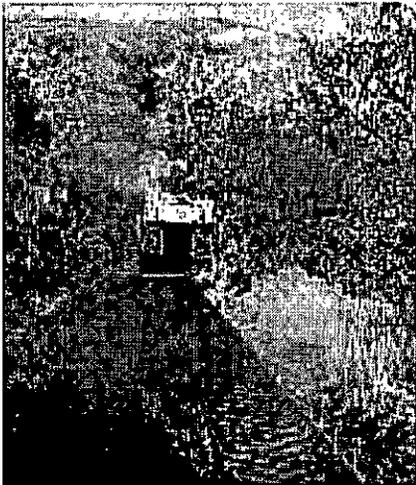
El parque Itala Game, en la región de Zwazulu/Natal, es una de las reservas zoológicas más bonitas de Sudáfrica. En una zona montañosa con pistas no pavimentadas hasta 1.000 m de altitud, las filtraciones continuas de agua en periodos de lluvias causan problemas de acceso a vehículos, especialmente en las fuertes pendientes.

Para sanear un tramo de pista degradada dentro del parque era necesario encontrar un proceso constructivo económico, de rápida ejecución y respetuoso con el entorno.

Las prestaciones del reciclador WR 2500 con aportación de espuma



Era imposible acceder a la obra con vehículos de transporte pesado: El reciclador WR 2500 recorrió largas distancias por caminos difíciles y dejó constancia de su gran movilidad.



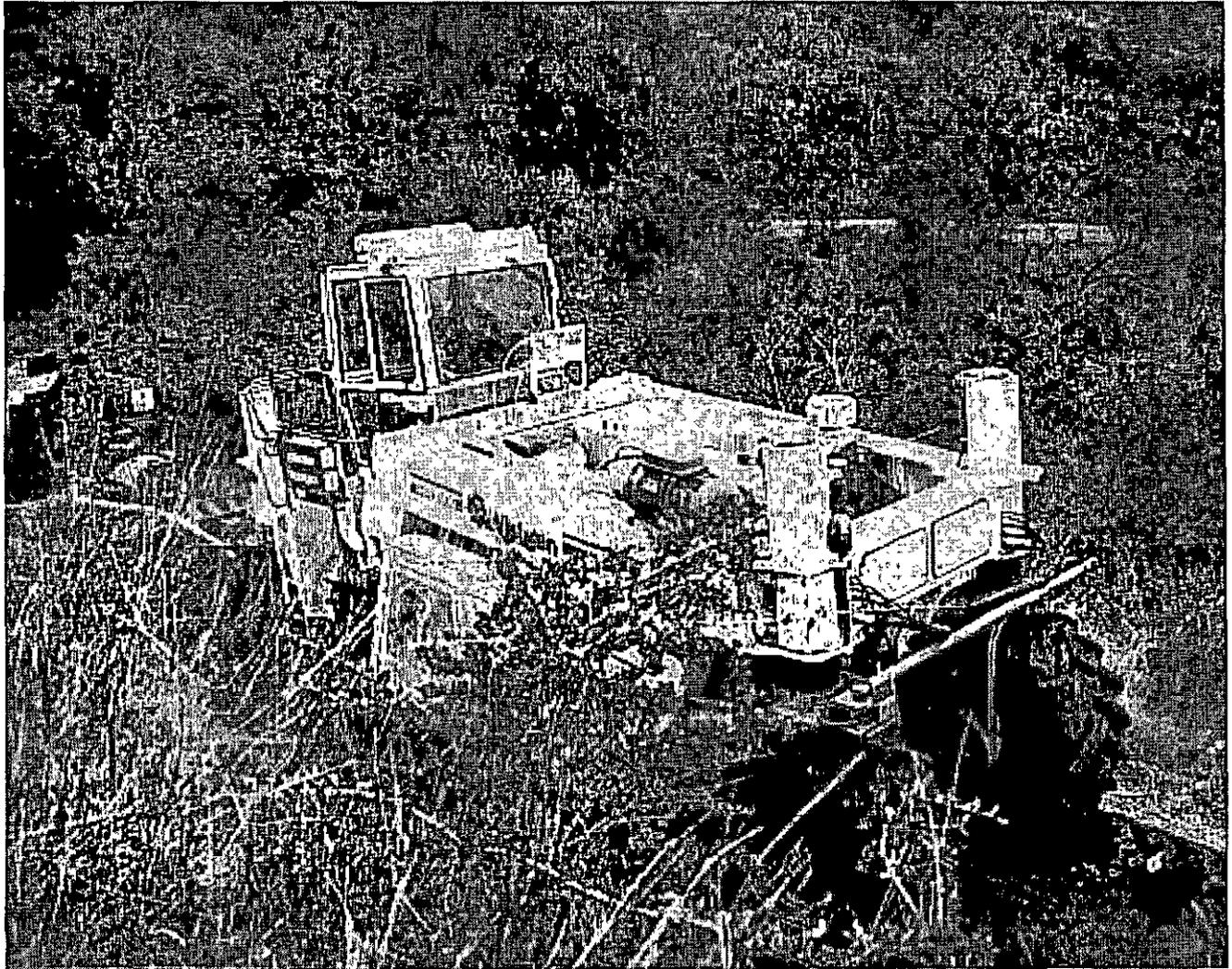
Afirmado de un carril con incorporación de espuma de betón.

de betón eran idóneas para realizar el afirmado "in situ" de la vía con pocos equipos en condiciones extremas: curvas cerradas, fuertes pendientes, árboles a escasa distancia de los bordes exteriores y perturbación mínima de la vida de los animales salvajes.

Durante la ejecución de los trabajos, el reciclador WR 2500 empujó un camión cisterna de 10 t de betón y un camión cisterna de agua, fresó el firme a 100 mm de profundidad e incorporó simultáneamente el 4 % de betón, así como aprox. el 2,5 % de agua necesaria para optimizar el proceso de compactación de la mezcla de materiales reciclados.



Más ecológico y compacto es imposible: El tren completo de reciclado avanza por los tramos más tortuosos.



Con un presupuesto mínimo se ha conseguido el afirmado de las pista del parque, sin afectar al entorno natural.



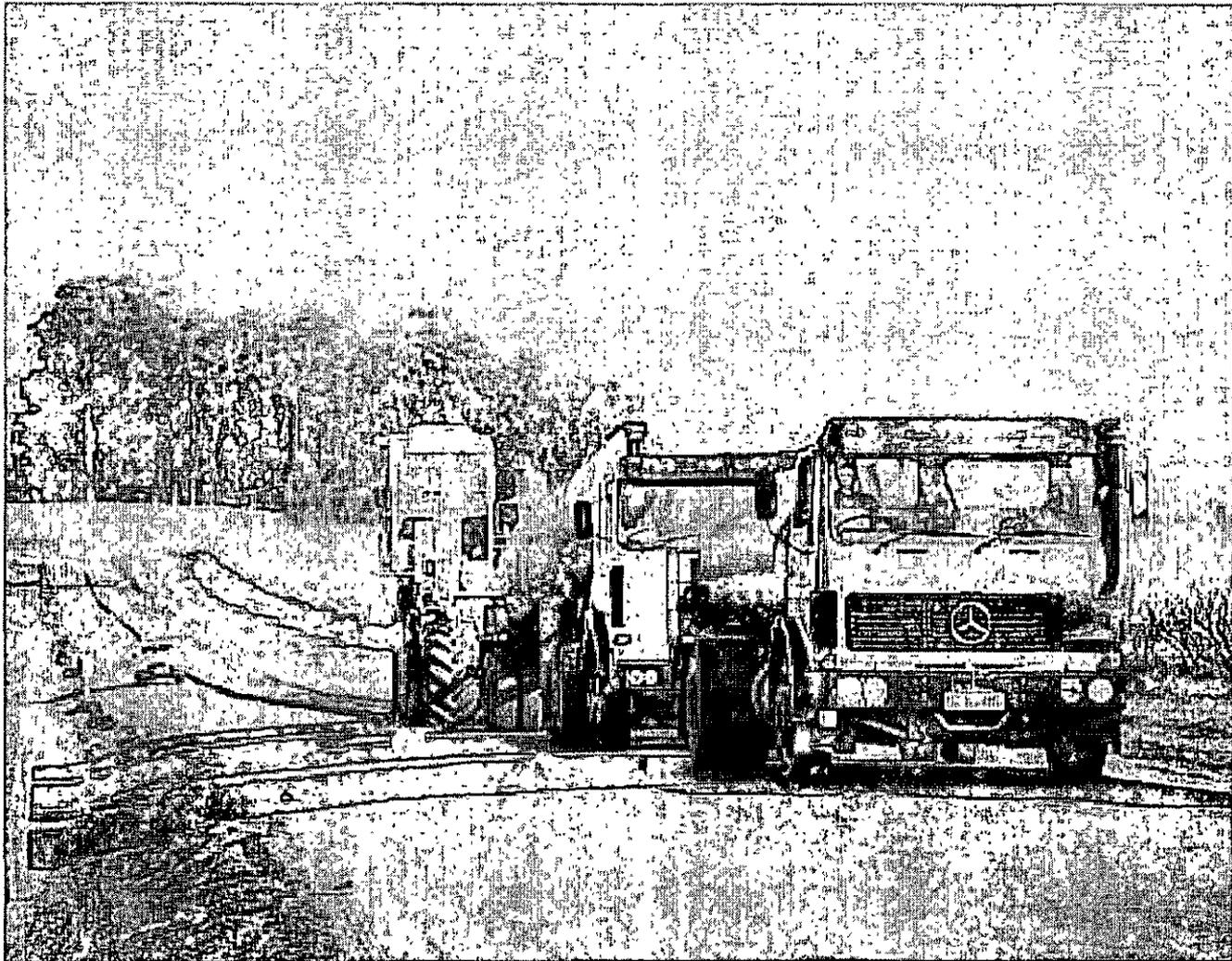
Abastecimiento continuo de agua y betún en caliente para el reciclador WR 2500.

En sólo una semana, el reciclador WR 2500 terminó los trabajos de afirmado de 10 km de pistas con un presupuesto mínimo. Se ha conseguido aumentar el atractivo turístico de la reserva natural zoológica. Además, la calidad de las obras ejecutadas permite a la administración del parque reducir sustancialmente los costes anuales de la reparación de los daños causados por las lluvias en la extensa red de pistas.

La reutilización de los materiales "in situ" supone un importante ahorro, al reducir al mínimo el volumen necesario de nuevos áridos. La extracción de áridos dentro del parque natural es

impensable y el abastecimiento de yacimientos alejados de las obras es difícil y costoso.

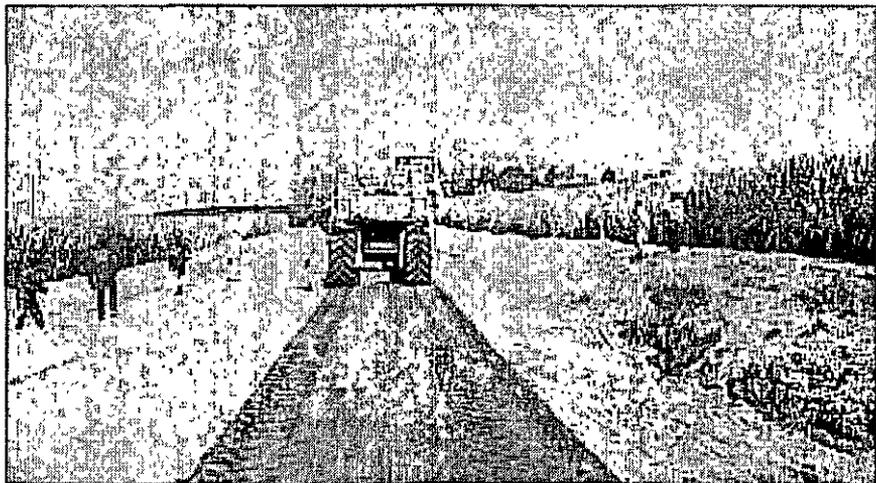
Empleo de espuma de betún para mejora de firmes de la red vial en Sudáfrica



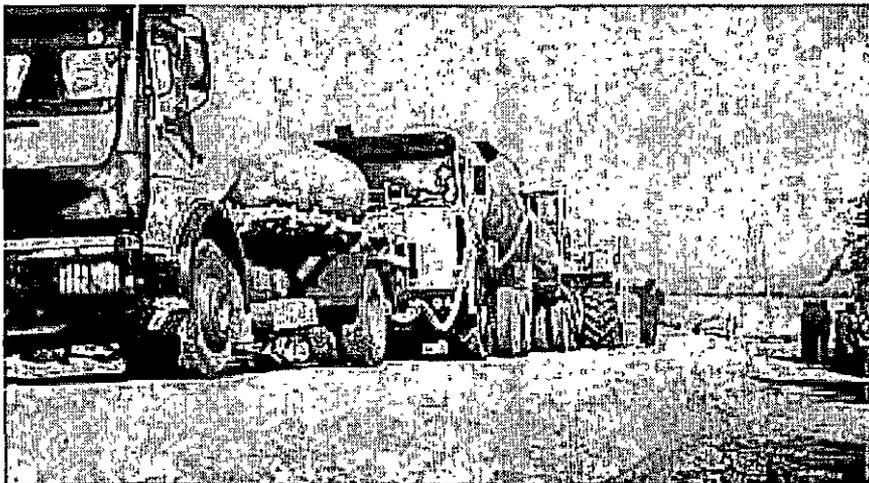
Reacondicionamiento de la carretera deteriorada por problemas ambientales y de carga mediante extendido de un nuevo perfil de áridos y empleo de un tren de reciclado con aportación de espuma de betún y agua.

En las montañas entre Evanda y Nagle Dam, en Sudáfrica, existe una pista pavimentada de 28 km de longitud. Se trata de una vía rural de comunicación con numerosos pueblos de comunidades zulú que habitan en la región. El tráfico normal de vehículos era difícil en tiempos de lluvia y muy limitado durante los largos periodos de sequía por causa del polvo intenso y de los daños en la estructura del firme.

La administración pública decidió solucionar el problema de la infraestructura regional y reacondicionar el firme de la vía.



Aplicación de la tecnología Wirtgen para construir un firme sólido con espuma de betún eliminando el polvo del tráfico, perjudicial para las plantaciones de caña de azúcar.



La tobera de control instalada en el exterior del reciclador WR 2500 permite comprobar durante el trabajo periódicamente las propiedades de la espuma de betún.

Era necesario restablecer los perfiles de la pista a lo largo y ancho con áridos agregados y mejorar la capacidad portante con aportación de espuma de betún.

Se utilizó un tren de reciclado, compuesto del reciclador WR 2500 acoplado a un camión cisterna de 20 t de betún y un camión cisterna de 12.000 litros de agua. De los 5 m de anchura de la pista, el tren de reciclado ocupó 2,5 m y el carril paralelo dejó la vía abierta para el tráfico. La corrección del perfil de la mezcla de materiales reciclados se realizó con motoniveladora y la compactación con tres equipos: 2 rodillos vibrantes tándem y 1 compactador de neumáticos. Posteriormente se aplicó un riego antipolvo de ligante bituminoso y arena.

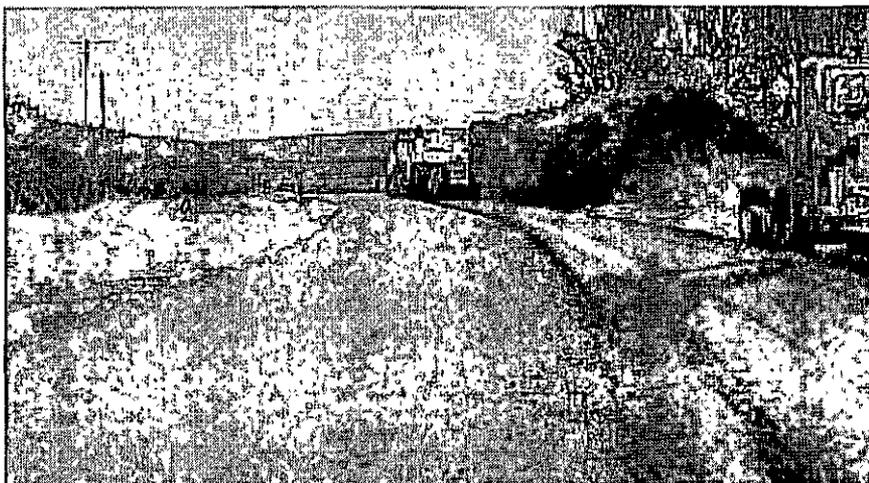
La ejecución de las obras tuvo lugar de modo continuo. El convoy de maquinaria trabajó en tramos de 500 m de longitud, es decir, giró después de terminar un carril para completar las operaciones en sentido contrario. Al tratarse de una carretera abierta al tráfico, la obra recibió la señalización preceptiva y ayuda de personal para regular la circulación de vehículos.

Los materiales originales no tratados con ligante requerían una alta dosificación de espuma de betún (4,5 % de peso) para conseguir una envuelta

óptima y homogénea de la mezcla. Simultáneamente era preciso controlar los diferentes contenidos de humedad existentes y añadir las cantidades de agua para favorecer la compactación. En algunas secciones, la dosificación de agua alcanzó el 5 %.

A pesar de problemas de suministros de betún en caliente y agua, la producción diaria del reciclador WR 2500 era del orden de 7.500 m².

El ingeniero jefe de la obra confirmó la alta calidad de las mezclas recicladas y su satisfacción respecto al gran rendimiento de la máquina.



Tratamiento de la mezcla de materiales para construir un firme resistente y de superficie apta para el tráfico.



Objetivo de los ingenieros de caminos en Sudáfrica: mejorar la red vial con técnicas fiables y económicas.

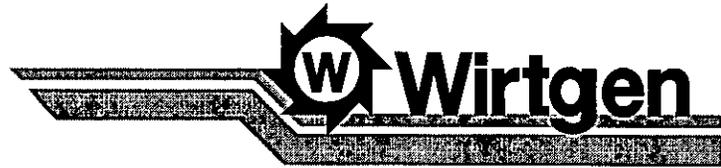


Wirtgen GmbH · Hohner Strasse 2
53578 Windhagen · Alemania

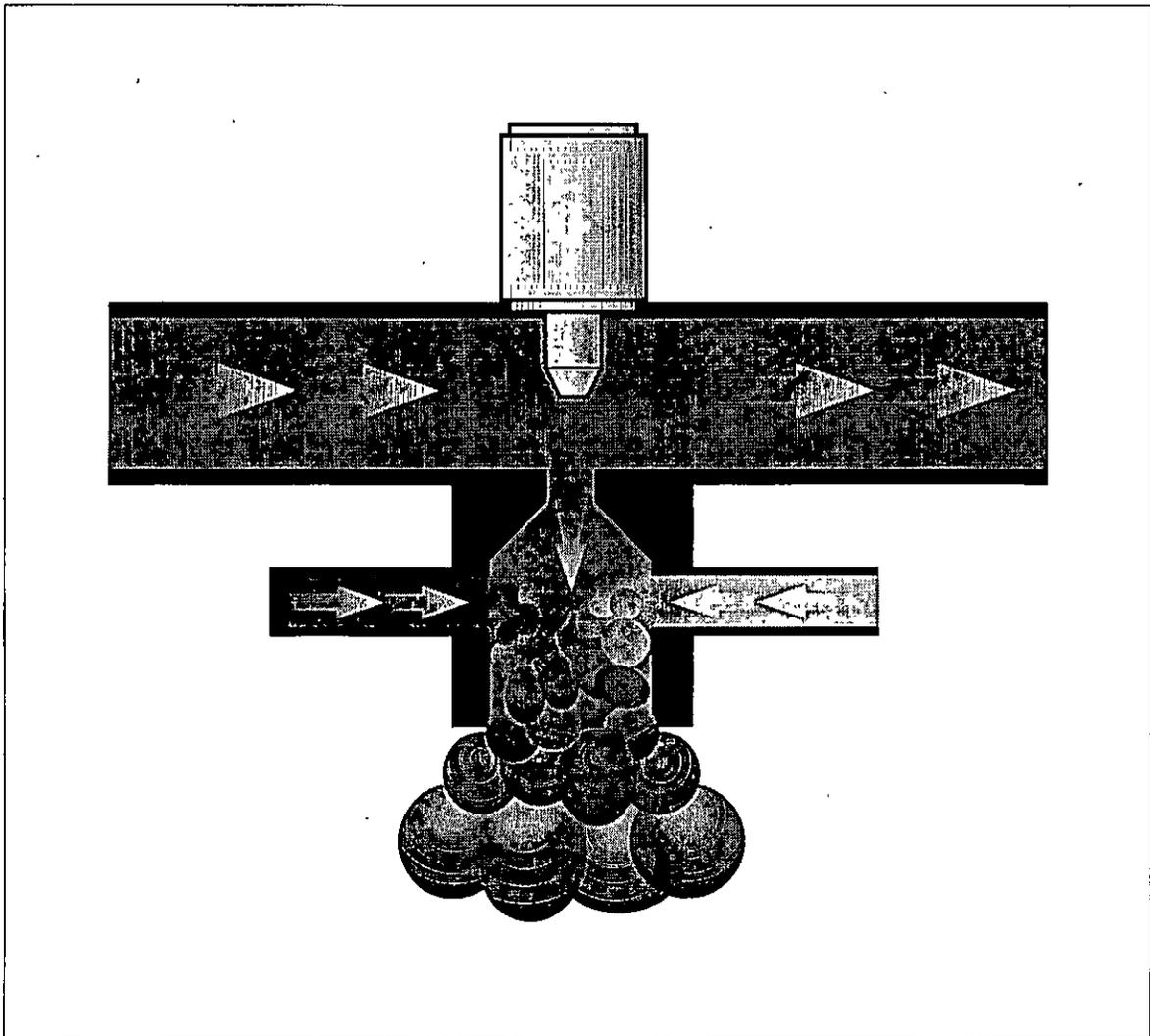
Tel.: +49 (0) 26 45/131-0

Fax: +49 (0) 26 45/131-242

Internet: www.wirtgen.de



***Betún espumado –
el ligante innovador para
la construcción de carreteras***



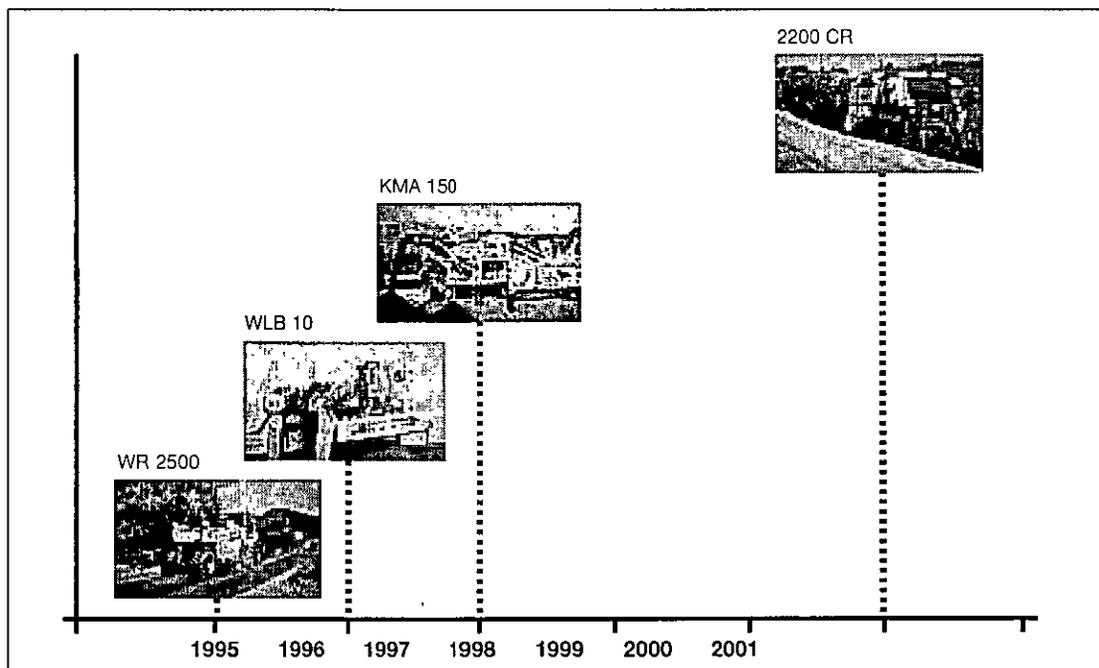
Índice

1. Los hitos en el desarrollo de la tecnología del betún espumado de Wirtgen	5
2. Betún espumado – el ligante innovador para la construcción de carreteras	6
2.1 ¿Qué es betún espumado?	6
2.2 La calidad del betún espumado	8
2.3 La producción de betún espumado en las máquinas recicladoras de Wirtgen	8
2.4 El análisis de las propiedades de espumado del betún con el equipo de laboratorio de Wirtgen	11
3. El empleo de betún espumado como ligante en la mezcla en frío	12
3.1 Campos de aplicación	12
3.2 La idoneidad de la mezcla de minerales empleada	13
3.3 Las propiedades de la mezcla en frío	14
4. Ejemplos a escala mundial de proyectos de rehabilitación de carreteras con betún espumado	14
4.1 Medidas de construcción por medio de una recicladora WR 2500 de Wirtgen	14
4.1.1 Arabia Saudita – una carretera en el desierto para el tráfico de gran tonelaje	14
4.1.2 Saneamiento de las vías a lo largo de la red de canales en el distrito Los Baños/EE.UU.	15
4.1.3 Eficaz y fiable, incluso bajo condiciones climáticas extremas: la máquina WR 2500 de Wirtgen durante la rehabilitación de una autopista en el Irán	16
4.1.4 Saneamiento convincente con betún espumado: renace una arteria de tráfico en Brasil	17
4.1.5 Máximo rendimiento gracias al empleo de betún espumado en un proyecto de saneamiento en Noruega	18
4.2 Producción de mezcla en frío con la mezcladora móvil de reciclaje en frío KMA 150 de Wirtgen	19
4.2.1 Mezcla en frío hecha de roca nueva y betún espumado, propia para el almacenaje, en Noruega	19
4.2.2 Procesamiento de asfalto fresado con una mezcladora KMA 150 de Wirtgen en Gran Bretaña	20
4.3 Medidas de construcción con una recicladora en frío 2200 CR de Wirtgen	21
4.3.1 La máquina 2200 CR de Wirtgen durante una aplicación para el saneamiento de una calzada urbana en Sudáfrica	21
5. Las ventajas de la tecnología innovadora del betún espumado de Wirtgen en síntesis	23
6. Fotografías de proyectos en todo el mundo	24

Betún espumado – el ligante innovador para la construcción de carreteras

1. Los hitos en el desarrollo de la tecnología del betún espumado de Wirtgen

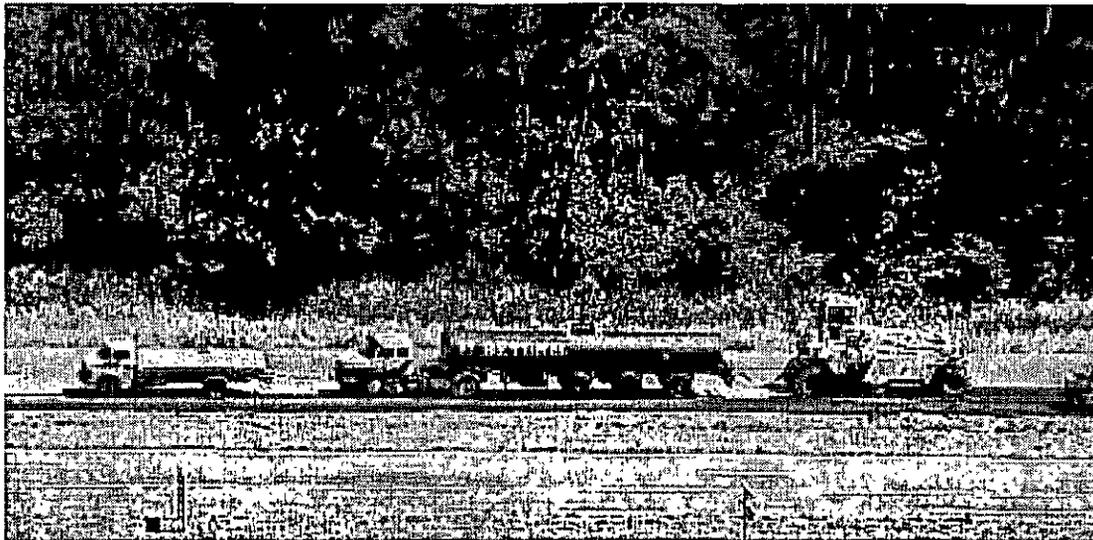
Con la introducción del económico reciclaje en frío como método para rehabilitar carreteras deterioradas, comenzó la marcha triunfal alrededor de todo el mundo de una tecnología, que se distingue por sus ventajas ecológicas y económicas. La reutilización de la estructura existente de la carretera, la cual, añadiéndole ligantes, puede volver a convertirse en una capa de base para una carretera nueva, es la base para un método de reciclaje, que hoy en día, a nivel mundial, representa uno de los pilares de la rehabilitación económica de calzadas. Casi desde un principio, Wirtgen ha participado activamente en el desarrollo de máquinas y equipos eficientes. Durante este tiempo, en nuestra empresa se ha ido estableciendo un centro de competencia para el reciclaje en frío, cuyos desarrollos orientadores de maquinaria han contribuido decisivamente al éxito del procedimiento en todo el mundo.



Máxima competencia en el transcurso de muchos años: las etapas de desarrollo de la tecnología de maquinaria de Wirtgen para el reciclaje en frío empleando betún espumado.

Hoy en día, esta tecnología se aplica con mucho éxito, a escala mundial. En Europa, particularmente en Noruega, Gran Bretaña y en los Países Bajos, pero también en países de Europa Oriental, tales como Rusia o las Repúblicas Bálticas, en el reciclaje en frío se impone cada vez más el empleo de betún espumado como alternativa de los ligantes clásicos. Existen también un gran número de proyectos en América de Norte y en Sudamérica. Incluso en países, en los que las condiciones climatológicas son extremas, como Arabia Saudita, Irán, Libia o algunos estados africanos (Malawi, Nigeria o Sudáfrica), la tecnología del betún espumado ha sido aplicada con mucho éxito. Y también en el continente asiático o en Australia se han saneado carreteras en cortísimo tiempo mediante el reciclaje en frío con betún espumado.

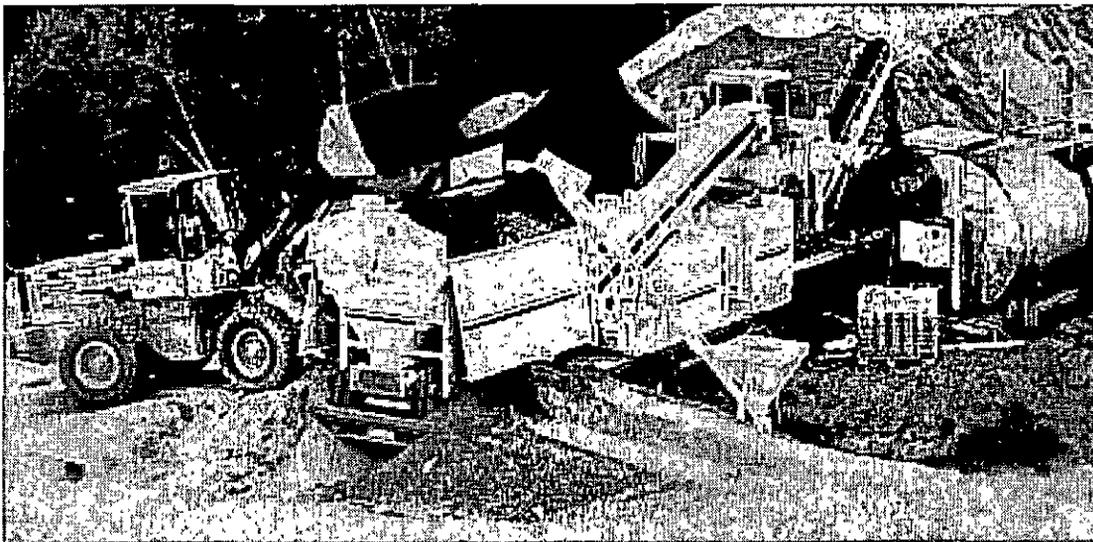
El empleo a nivel mundial de betún espumado en innumerables países, que se extienden sobre casi todas las zonas climáticas, es una prueba más de la excelente idoneidad de este ligante para las más variadas condiciones ambientales.



La recicladora WR 2500 de Wirtgen impresiona por su eficacia en el reciclaje en frío con betún espumado en una obra de construcción de una autopista en Brasil.

También las cantidades empleadas hablan un lenguaje claro:

En el año 2000, en los Países Bajos fueron producidas aproximadamente 100.000 t de mezcla en frío, utilizando betún espumado. También en Brasil, desde 1998 se ha empleado el betún espumado como ligante en la construcción de más de 2,5 millones de m² de carreteras. En Noruega, en donde ya desde 1983 se efectúa el reciclaje en frío con betún espumado, han sido rehabilitados casi 3,0 millones de m² de carretera mediante este procedimiento; una prueba del alto grado de fiabilidad, que con razón se le atribuye a esta tecnología innovadora.



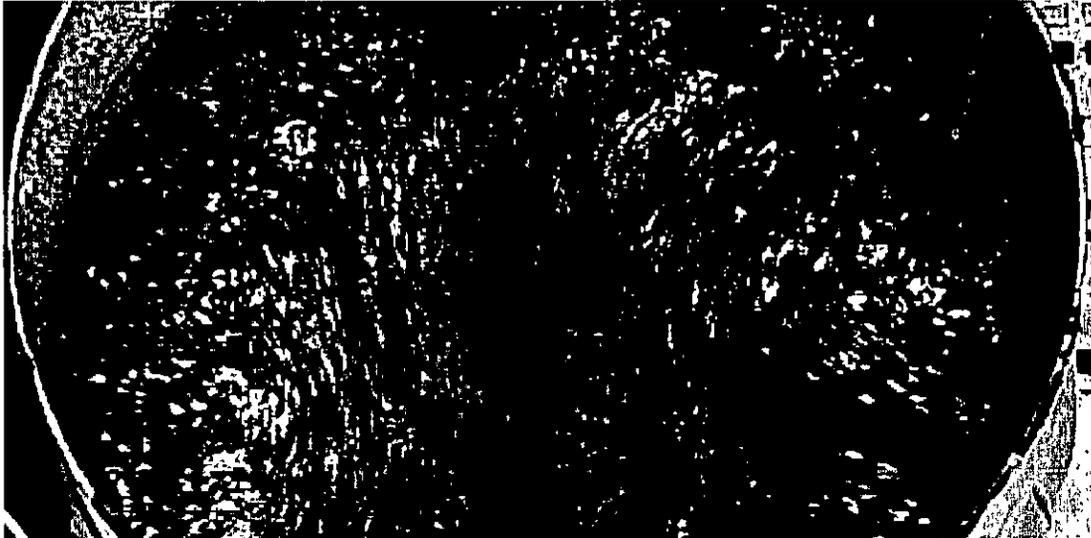
Es posible producir aglomerado de excelente calidad propio para el almacenaje, añadiendo betún espumado, incluso bajo condiciones meteorológicas frías: aquí se aprecia la aplicación de un equipo móvil cerca de Lillehammer/Noruega.

2. Betún espumado – el ligante innovador en la construcción de carreteras

2.1 ¿Qué es betún espumado?

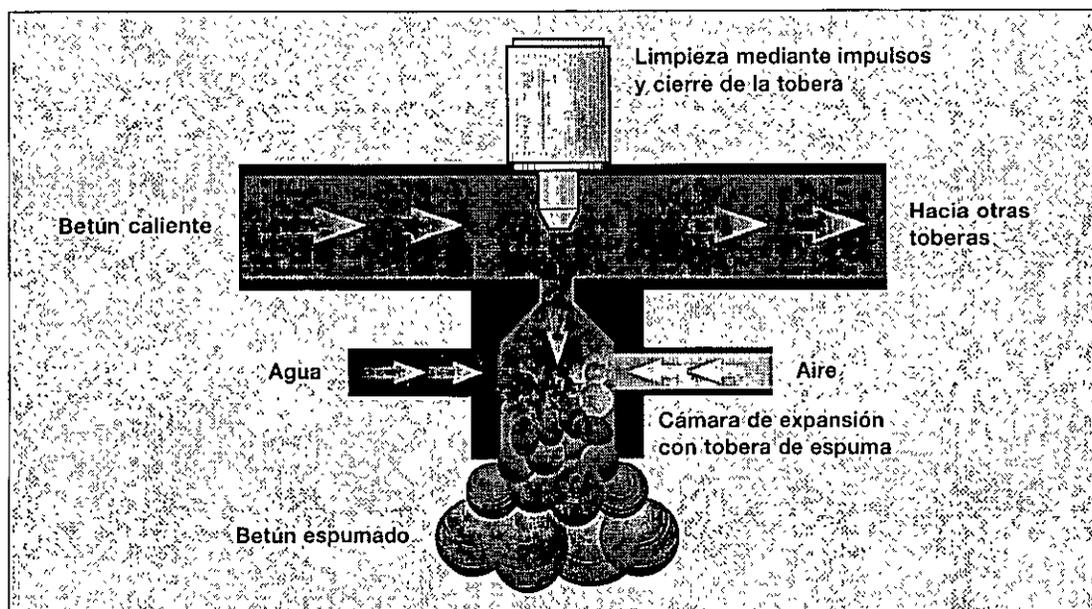
El betún espumado se forma cuando se espuma betún caliente, añadiendo una pequeña

cantidad de agua (aprox. un 2 - 3 % del betún caliente). El betún que para ello se utiliza, es betún usual en el comercio de las clases B60 hasta B200 y que también se emplea en la construcción de carreteras de asfalto. En el momento en el que se añade agua al betún caliente, el agua se evapora de golpe, produciendo una expansión explosiva del betún en el vapor de agua saturado, debido a la cual el volumen se multiplica por 15 a 20.



Pequeñas cantidades de agua producen una reacción en el betún caliente, de la cual resulta la expansión explosiva del volumen del betún.

La intensidad y la eficiencia del espumado se pueden controlar óptimamente, mediante la realización regulada, teniendo en cuenta las condiciones físicas y ambientales, tales como presión y temperatura. En los equipos de Wirtgen, este proceso se realiza en cámaras de expansión individuales, en las cuales se inyecta el agua en el flujo de betún calentado a 180 °C. La inyección se lleva a cabo a una presión de aproximadamente 5 bares. El betún espumado producido de esta manera in situ, escapa de las cámaras de expansión a través de una tobera y puede ser empleado directamente, incorporándolo a la mezcla de minerales a estabilizar.



Teniendo en cuenta la presión y la temperatura, en las cámaras de expansión se produce betún espumado de excelente calidad.

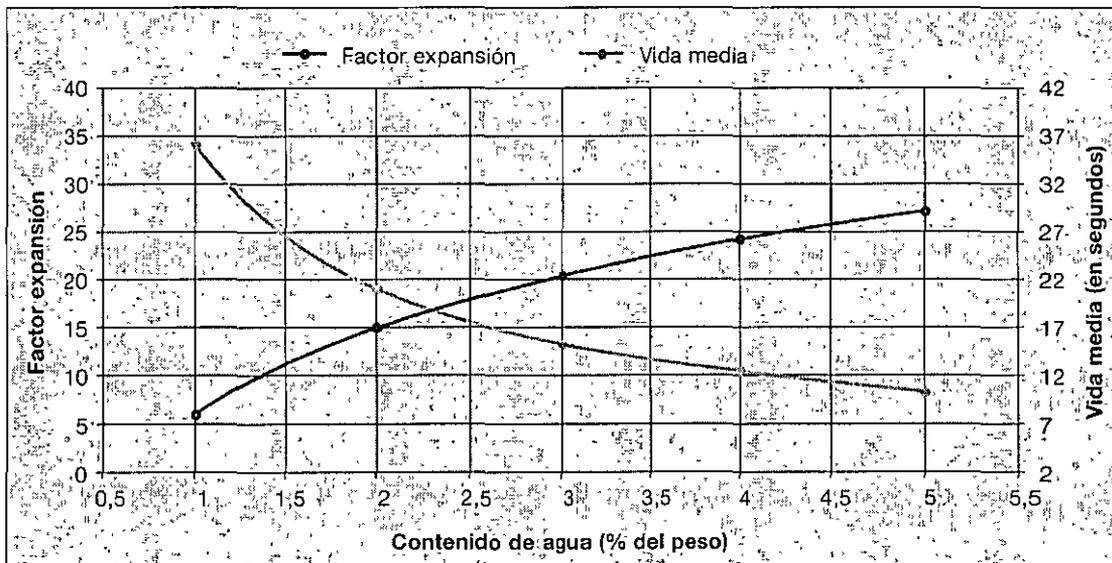
2.2 La calidad del betún espumado

La calidad del producto final, es decir, el betún espumado, es determinada principalmente, por los factores “expansión” y “vida media”.

Como “expansión” se define la relación entre el volumen máximo alcanzado del betún en estado espumado y el volumen del betún sin espumar. Normalmente, la expansión del betún espumado produce una multiplicación del volumen original del betún por 15–20.

Por vida media se entiende el tiempo transcurrido que tarda la espuma en sedimentarse hasta la mitad del volumen máximo obtenido, una vez terminado el espumado. Después de un tiempo, la espuma del betún se sedimenta. La vida media se indica en segundos y, por lo general, dura entre 5 y 10 segundos.

Básicamente se puede decir: cuanto mayor sea la expansión y cuanto mayor sea la vida media, tanto mejor será la calidad del betún espumado.

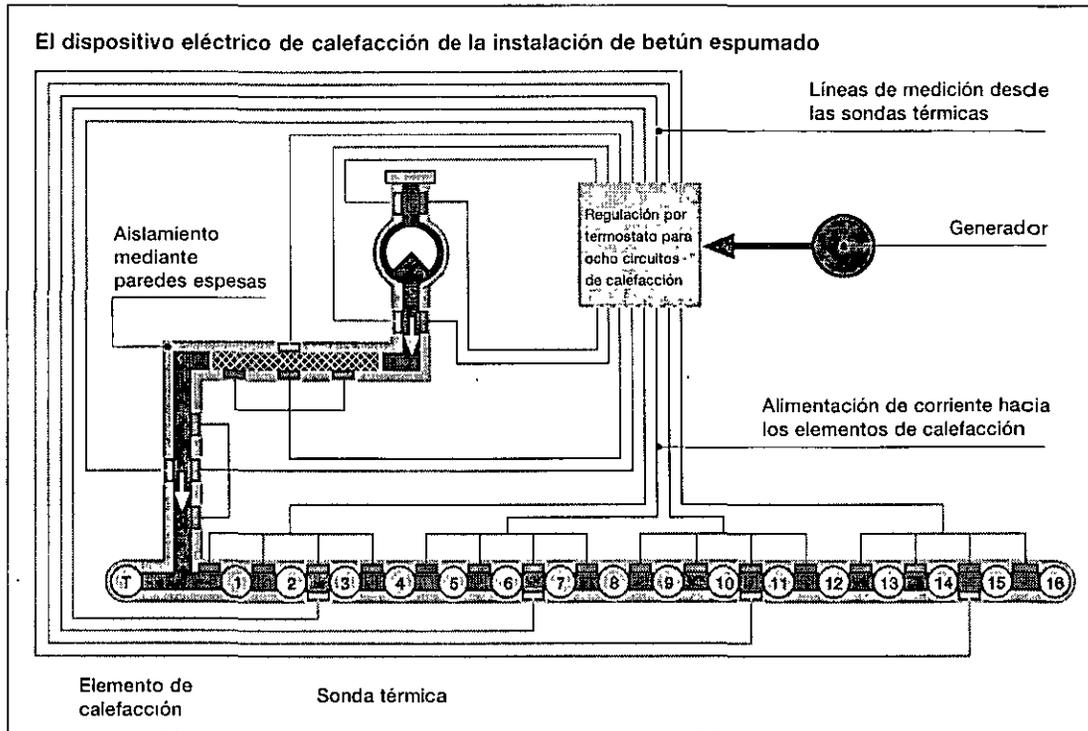


Para la valoración de la calidad del betún espumado es de suma importancia tener presente, que los factores vida media y expansión se desarrollan en sentido contrario, mientras más aumente la cantidad de agua agregada.

2.3 La producción de betún espumado en las máquinas recicladoras de Wirtgen

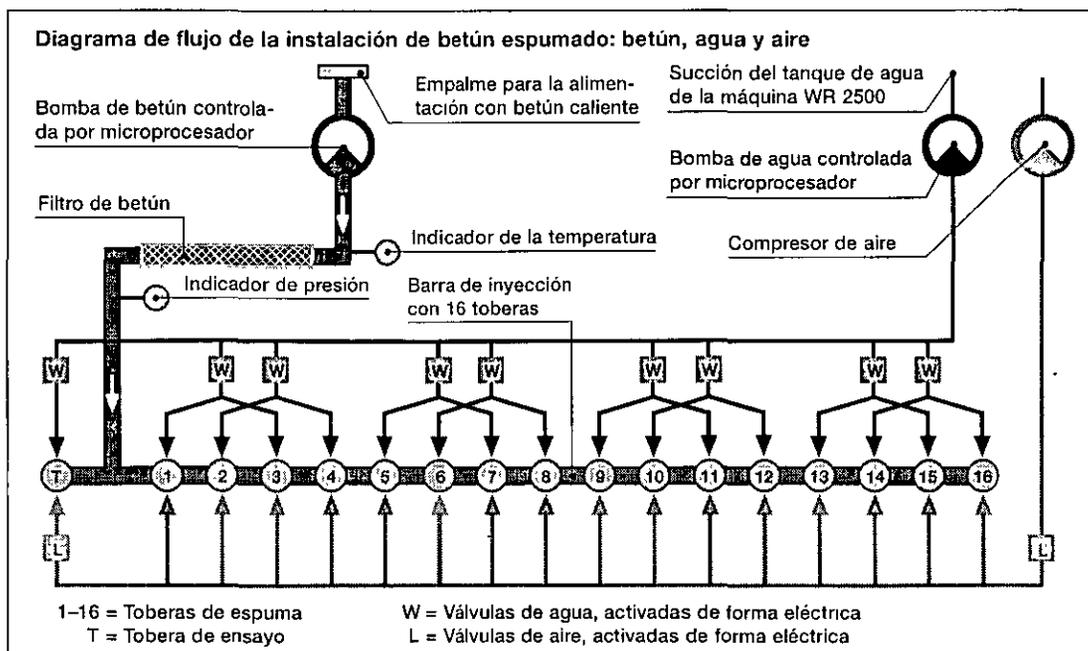
La calidad del ligante betún espumado depende decisivamente de la tecnología de inyección aplicada. En el desarrollo de las barras de inyección de alta calidad, empleadas en las máquinas de Wirtgen, fueron de trascendental importancia una serie de características relevantes para la aplicación:

El dispositivo de calefacción controlado por termostato se encarga de la temperatura óptima de servicio en el sistema antes y durante la producción del betún espumado, por lo que no se requiere un lavado complicado del equipo al interrumpir la aplicación o al finalizar el trabajo.

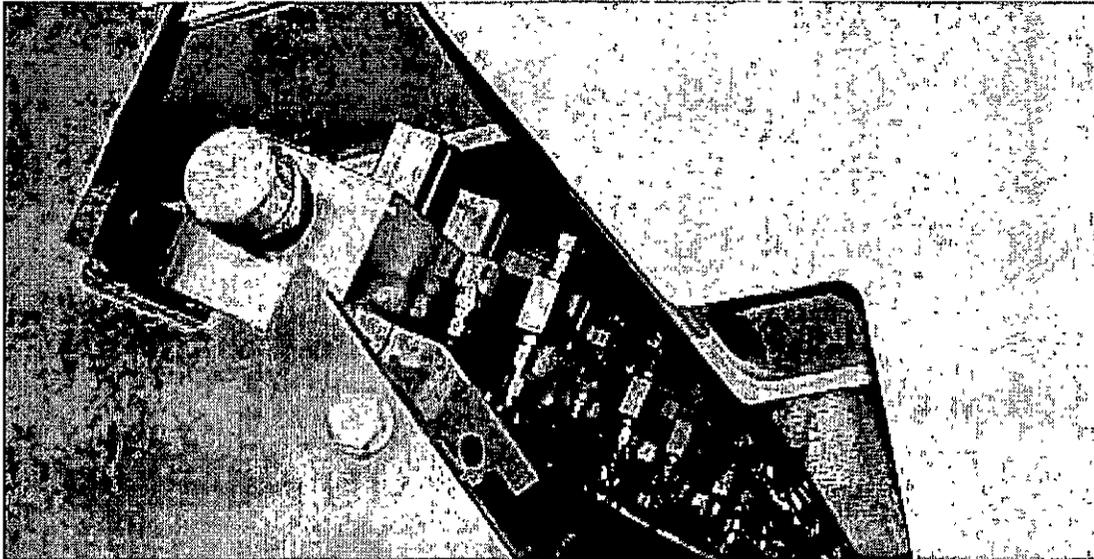


Técnica perfeccionada para la producción de espuma: en el equipo calentado eléctricamente y aislado mediante paredes espesas, el betún se mantiene constantemente a una temperatura óptima de elaboración.

El espumado se realiza en una serie de cámaras de expansión separadas y equipadas con toberas, a través de las cuales el betún se inyecta de manera uniforme sobre todo el ancho de trabajo. El espumado, así como las dosificaciones se controlan por medio de microprocesador, teniendo en cuenta la anchura de trabajo, la profundidad de trabajo, la velocidad de avance y la densidad del material a procesar. La adición de agua y de aire se realiza mediante toberas separadas.

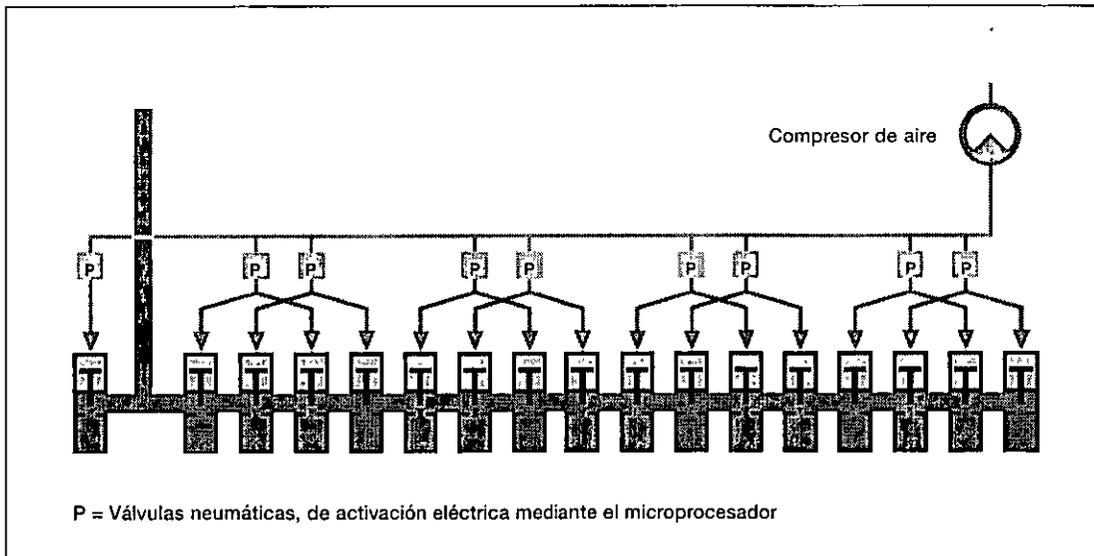


En la producción de betún espumado en las máquinas de Wirtgen, controlada por microprocesador, se dosifican exactamente y se inyectan betún, agua y aire.



La barra de inyección de la recicladora WR 2500 de Wirtgen cuenta con 16 toberas, en cuyas cámaras de expansión se espuma el betún caliente y, una vez transformado en betún espumado se inyecta de manera uniforme sobre el ancho de mezcla.

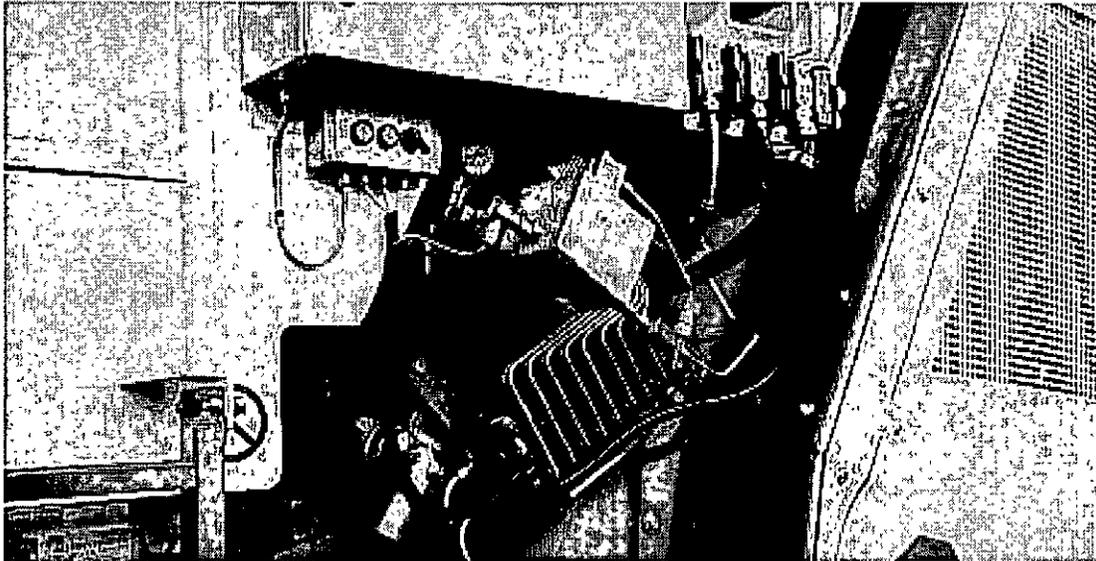
Las varillas de accionamiento neumático, que se encuentran en cada tobera y que se activan mediante impulsos en función del tiempo, limpian periódicamente las toberas durante el pro-



Fiabilidad operacional permanente gracias a las varillas de accionamiento neumático: el mando por impulsos garantiza el flujo ininterrumpido del betún caliente.

ceso de inyección, impidiendo así su obturación debido a suciedades. Al mismo tiempo, es posible variar el ancho de inyección obturando las toberas.

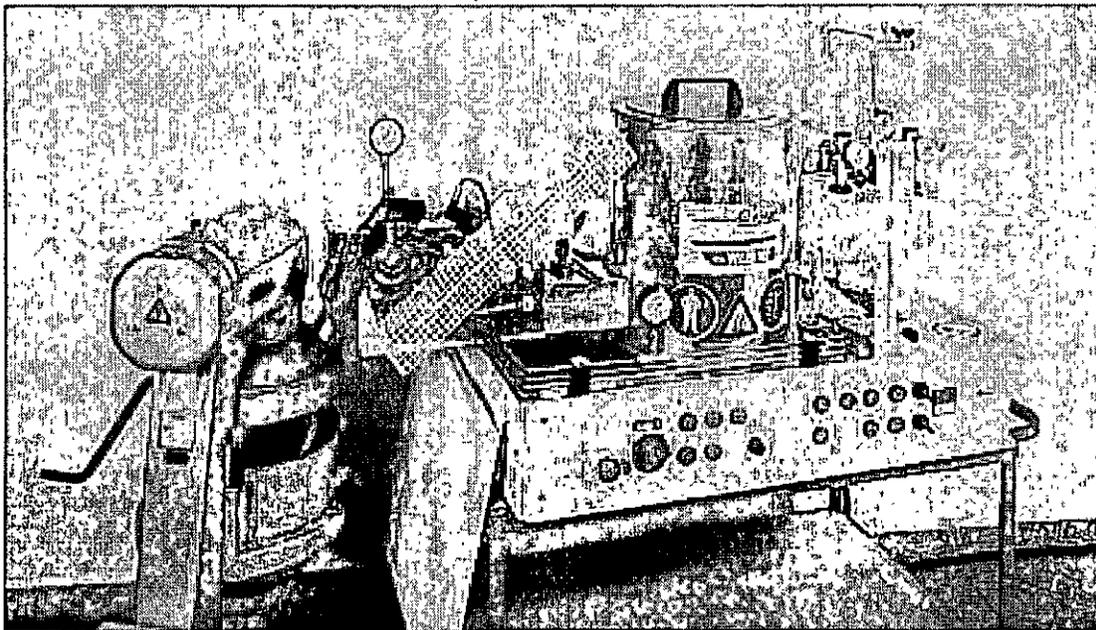
Cada tobera puede cerrarse desde la cabina del conductor, a fin de reducir la anchura de trabajo. Esto es de especial importancia al trabajar vías que solapan. En el momento en el que toberas individuales estén cerradas, el microprocesador automáticamente reduce la cantidad de ligante añadido; de manera que el porcentaje de betún espumado se mantenga constante.



A fin de controlar y optimizar las propiedades del espumado (expansión y vida media) durante la aplicación, es posible tomar pruebas de espuma mediante una tobera de ensayo exterior.

2.4 El análisis de las propiedades de espumado del betún con el equipo de laboratorio de Wirtgen

A fin de optimizar las propiedades del espumado del betún empleado, es posible efectuar un análisis de idoneidad por medio del equipo móvil de laboratorio para el análisis de betún espumado WLB 10, antes de comenzar con las obras. Para determinar las condiciones ambientales óptimas durante el espumado, se efectúan unas series de ensayos, variando la temperatura del betún y las cantidades añadidas de agua y de aire. Una vez terminadas las series de ensayos será posible inyectar la espuma de betún directamente en un mezclador de laboratorio y emplearlo para la producción de probetas para el análisis de idoneidad de los aglomerados producidos.



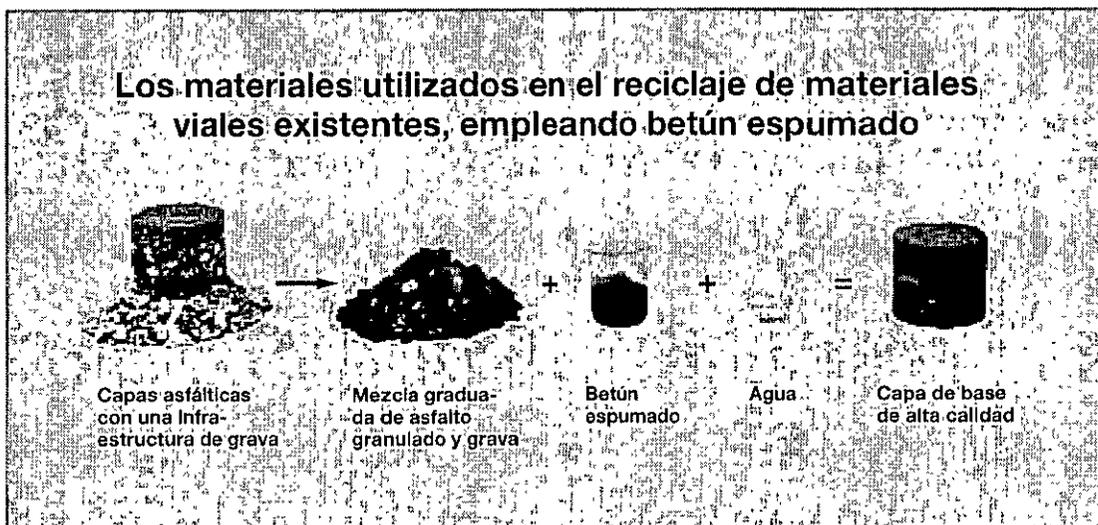
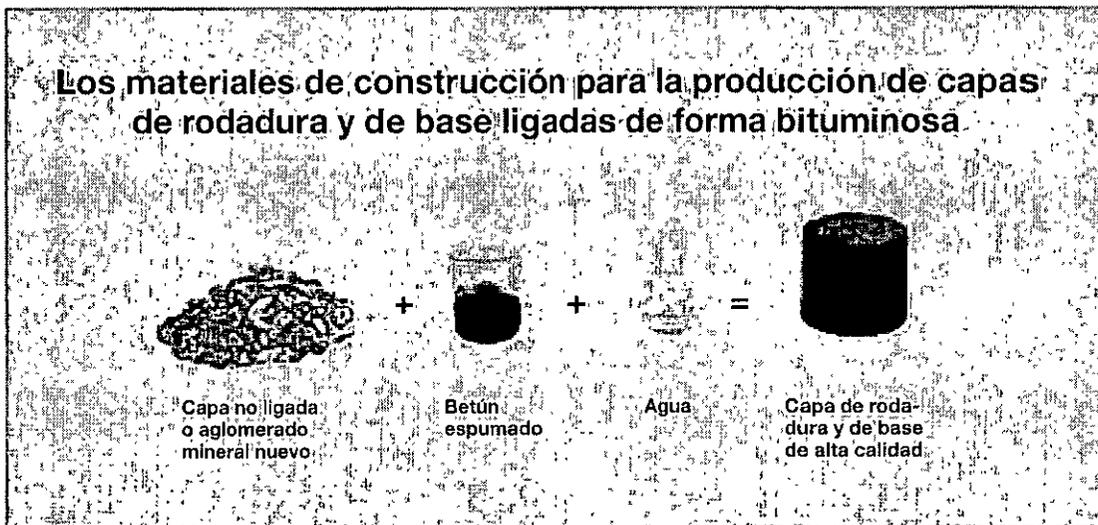
Mediante el equipo móvil de laboratorio para el análisis de betún espumado WLB 10 de Wirtgen, es posible examinar las propiedades del espumado, ya desde antes de comenzar con un proyecto.

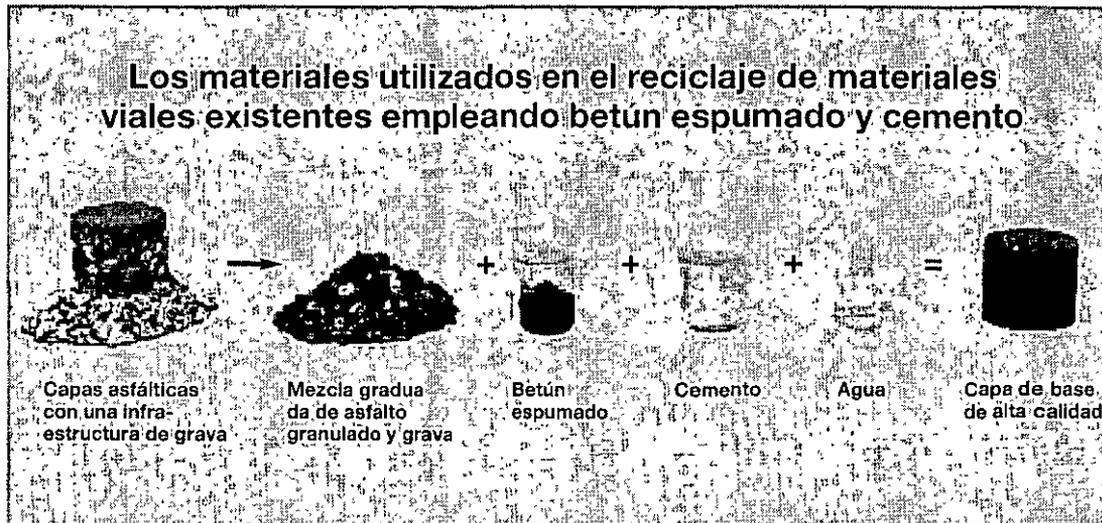
3. El empleo de betún espumado como ligante para la mezcla en frío

3.1 Campos de aplicación

El betún espumado es un ligante que ofrece múltiples posibilidades de uso y que se puede emplear para mezclas de minerales de los más diferentes tipos y procedencias. Así, por ejemplo, es posible emplear asfalto fresado, material escarificado alquitranoso o mezcla nueva de grava mineral con betún espumado en la construcción de carreteras nuevas o para la rehabilitación de calzadas. También aquellas rutas de comunicación con capas de base de grava no ligadas, que entorpecen el tráfico debido al desprendimiento de polvo y que se enlodan en tiempos de lluvias, se estabilizan con éxito, empleando betún espumado.

El procesamiento en frío con betún espumado representa una buena alternativa de la construcción completamente nueva. Por medio de una recicladora, se incorpora el betún espumado en la capa de base no ligada, lo que incrementa la capacidad portante y, al mismo tiempo, la vida útil de la capa. Tanto el tratamiento de la superficie, como también una capa adicional de asfalto de poco espesor son medios apropiados para el sellado.

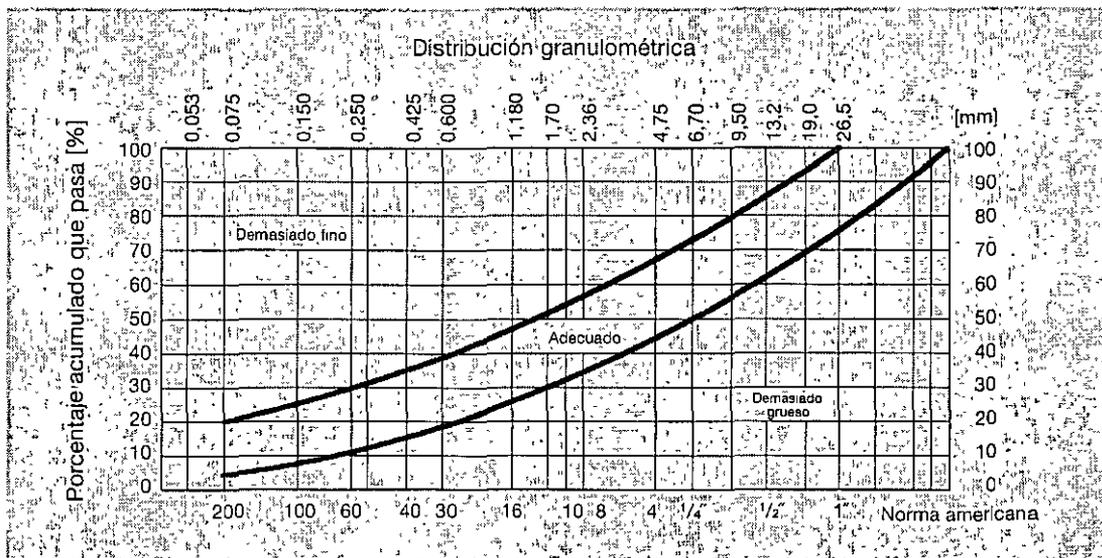




La gama de las mezclas originales de minerales es muy variado: añadiendo betún espumado, las más distintas mezclas de aglomerados minerales y de grava se convierten en capas de base de alta calidad.

3.2 La idoneidad de la mezcla de minerales empleada

La curva granulométrica de un material de granulación bien graduada y con una distribución satisfactoria de grano grueso y grano fino, permite sacar conclusiones sobre si es necesaria la adición de aglomerado mineral adicional. Si la mezcla de minerales no presenta suficiente contenido de finos (por lo menos un 4-5% paso de tamiz 0,075 mm), será posible añadir, por ejemplo, arenilla 0/2 con una gran porción de rellenedor. El porcentaje de finos en la mezcla de minerales es de suma importancia para el empleo de betún espumado como ligante. El proceso de espumado incrementa el área superficial del betún, reduciendo, a la vez, la viscosidad. Las propiedades de flujo mejoradas ocasionan el revestimiento de los componentes de la mezcla de minerales, que presentan un tamaño de granulación relativamente fino. El rellenedor crea, junto con el betún espumoso como ligante, un mortero que integra el grano grueso.



Ejemplo del sector de una curva granulométrica de una mezcla de minerales, para el cual el betún espumado es apto como ligante.

3.3 Las propiedades de la mezcla en frío

El análisis de idoneidad de una mezcla en frío, producida añadiendo betún espumado, generalmente se efectúa por medio de la determinación de la resistencia a la tracción indirecta en probetas tipo Marshall. Después del secado y de la puesta en agua ulterior, se analizan las probetas. Los valores de resistencia, que resultan del ensayo de la resistencia a la tracción indirecta, normalmente oscilan en las siguientes gamas (adición de aprox. 1,5 a 4,5 % de betún espumado y 1 a 2 % de cemento):

a) asfalto fresado resultante (RAP)/material triturado (50 % de c/u)	350 – 800 kPa
b) roca triturada	400 – 900 kPa
c) grava natural	250 – 500 kPa

El módulo resiliente de un material estabilizado con betún espumado y cemento, normalmente presenta los siguientes valores:

a) asfalto fresado resultante (RAP)/material triturado (50 % de c/u)	2.500 – 5.000 MPa
b) roca triturada	3.000 – 6.000 MPa
c) grava natural	2.000 – 4.000 MPa

4. Ejemplos a escala mundial de proyectos de rehabilitación de carreteras con betún espumado

4.1 Medidas de construcción por medio de una recicladora WR 2500 de Wirtgen

4.1.1 Arabia Saudita – una carretera en el desierto para el tráfico de gran tonelaje

En un trayecto de más de 380 km de longitud, la carretera de dos carriles Shaybah Access Road une la ruta principal de Batha y el área Saudi Aramco Shaybah en el desierto de Rub' al Khali. A fin de poner en explotación un campo petrolífero, incluyendo una refinería y debido al tráfico de gran tonelaje a esperar en relación con el transporte de piezas de las plantas de procesamiento, con un peso que puede ascender hasta 200 t, resultó imprescindible la construcción de una vía fiable de tráfico. Originalmente, la Shaybah Access Road había sido construida sólo como carretera no ligada de roca yesosa del triásico superior, por lo que fue posible sanearla en todo su largo en tan solo 180 días, empleando la tecnología de betún espumado.

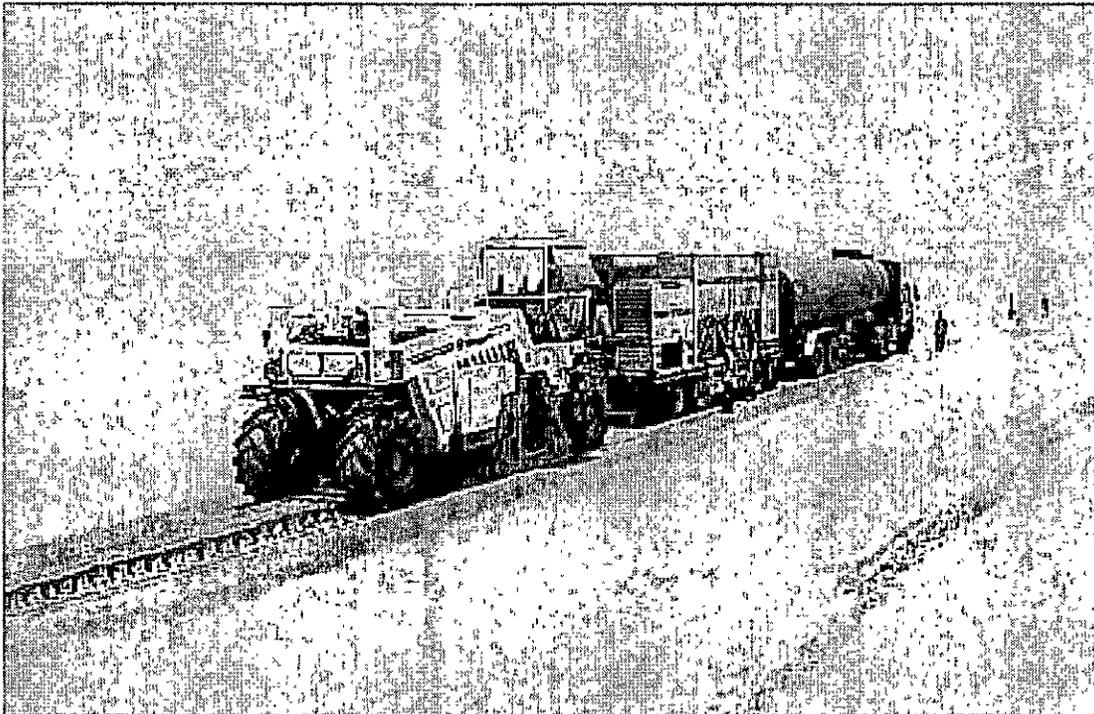
Para ello, durante la etapa principal de construcción, se utilizaron 3 recicladoras en frío WR 2500 de Wirtgen, así como mezcladoras de suspensión móviles WM 400. Añadiendo un 5 % de betún espumado y un 2 % de cemento como suspensión, fue posible fresar un promedio diario de aprox. 35.000 m² de carretera existente y procesarlo con los ligantes. La profundidad de trabajo fue de 20 cm. A fin de obtener propiedades óptimas de elaboración y compactación del subsuelo de roca yesosa del triásico superior y arena, se añadió aproximadamente un 4 % de agua. Además de las máquinas WR 2500 y WM 400 de Wirtgen, se emplearon motoniveladoras para corregir el perfil, así como también compactadores vibratorios y compactadores de neumáticos para compactar el aglomerado.

A fin de alcanzar un desarrollo óptimo del trabajo y de obtener la mejor calidad de ejecución posible, dos trenes de reciclaje, uno inmediatamente detrás del otro, trabajaron dedicados a la rehabilitación de uno de los dos carriles de la carretera. De esta manera fue posible garantizar la obtención de una buena adherencia de las vías de trabajo entre sí y la corrección óptima del perfil de la carretera completa. Así durante el tiempo completo de construcción, fue

posible que los camiones de gran tonelaje transitaran por la obra móvil.

Para finalizar, sobre la capa de base saneada se aplicó un tratamiento bituminoso de la superficie.

En un protocolo de inspección, los expertos en la construcción de carreteras elogiaron la excelente idoneidad del betún espumado como ligante, incluso bajo estas condiciones climáticas extremas, así como la elevada rentabilidad. Los métodos de construcción convencionales con mezclas en caliente, que se habían previsto originalmente, fueron rechazados, ya que con ellos no hubiese sido posible cumplir ni con las condiciones económicas, ni con el cronograma del proyecto.



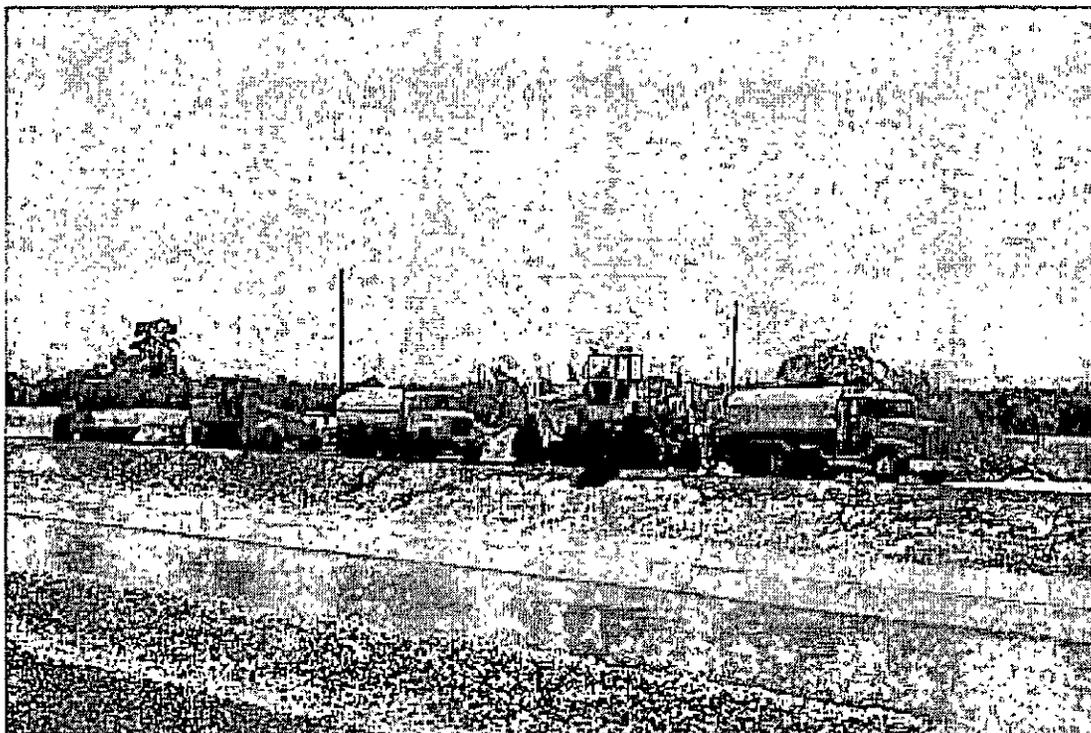
En funcionamiento continuo las 24 horas del día, incluso bajo condiciones climáticas extremas: uno de los tres trenes de reciclaje de Wirtgen, compuesto de la máquina WR 2500 y de la mezcladora de suspensión WM 400, durante la rehabilitación económica de la Shaybah Access Road

4.1.2 Saneamiento de las vías a lo largo de la red de canales en el distrito Los Baños/EE.UU.

Es mantenimiento de las vías a lo largo de la red de canal es de la incumbencia de la San Luis & Delta-Mendota Water Authority en California. Además de los vehículos de inspección de la autoridad, estas carreteras las emplean también los campesinos de las regiones circunyacentes. Particularmente en épocas de cosecha, circulan vehículos de elevada carga útil por estos caminos. Las vías, cuya infraestructura en un principio únicamente consistía de material barroso de excavación procedente del canal, presentaban un fuerte agrietamiento en la capa de rodadura de asfalto. Sucesivamente, la penetración de agua produjo daños mayores y erosión por lavaje.

La autoridad decidió aplicar la tecnología del betún espumado de Wirtgen, empleando la recicladora WR 2500, a fin de rehabilitar la red vial dañada.

Durante el primer paso, se granuló el camino existente en el ancho completo de aprox. 4,3 m, antes de que una motoniveladora, así como una compactadora efectuaran una primera corrección del perfil y la precompactación de la infraestructura homogeneizada. Durante el segundo paso, se llevó a cabo la incorporación de una combinación de ligantes compuesta de 1,5 % de cemento y de un 3 % de betún espumado, mediante un tren de pavimentación, el cual, además de la recicladora WR 2500 de Wirtgen, también comprendía un carrotanque de agua, así como un carrotanque de betún. Después de la compactación final de la red vial mediante compactadores vibratorios y compactadores de neumáticos, se aplicó un tratamiento de superficie para el sellado. También en este caso, el saneamiento de las vías a lo largo de la red de canales resultó ser un método de rehabilitación rápido y eficaz, en el cual no fue necesario emplear material de otra procedencia.



El tren de reciclaje con la máquina WR 2500 trabajando a lo largo de la red de canales en el distrito Los Baños: en el futuro, las vías de canal serán aptas para el tráfico, incluso de vehículos agrícolas pesados.

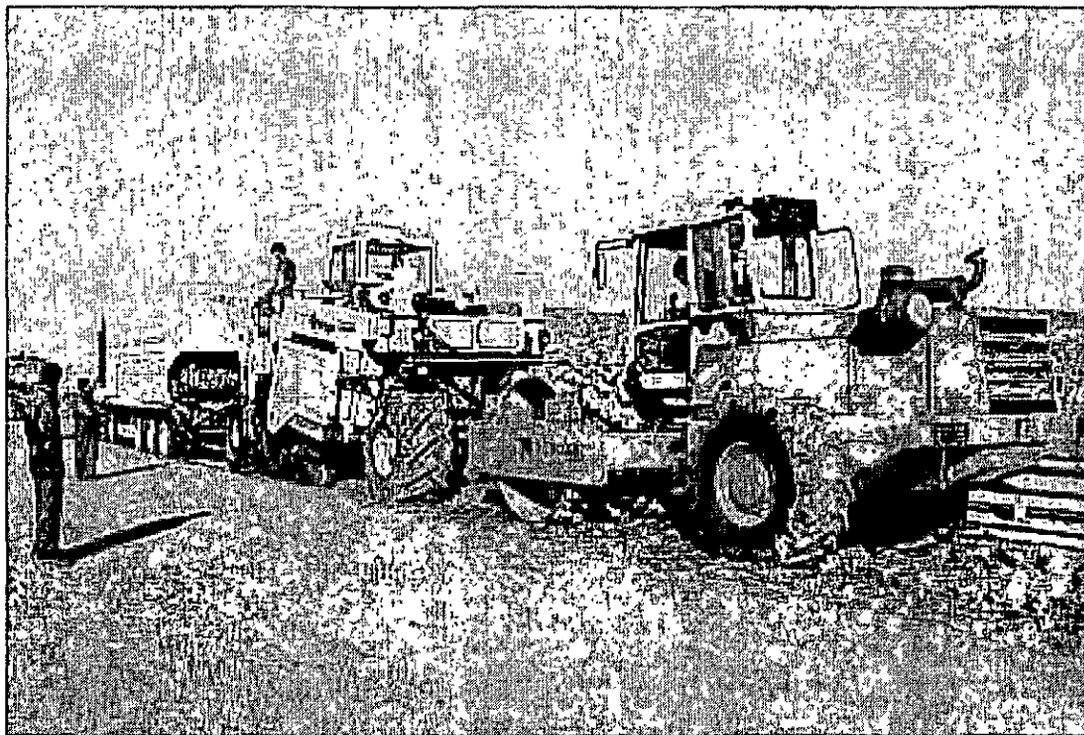
4.1.3 Eficaz y fiable, incluso bajo condiciones climáticas extremas: la máquina WR 2500 de Wirtgen durante la rehabilitación de una autopista en el Irán

Hace ya algunos años, en el Irán se había comenzado con la construcción de una autopista de seis vías, la Teheran-Qom Highway. Desafortunadamente, la rodadura de la carretera nunca fue terminada, por lo que, durante varios años, la capa de base permaneció abierta y sin protección. Con el tiempo, el clima predominante, así como el tráfico pesado produjeron graves daños en la capa de base. Por lo tanto, antes de la terminación de los trabajos de construcción, primeramente fue necesario llevar a cabo el saneamiento de la estructura completa de la carretera.

A fin de mantener el nivel de altura existente, la superficie de la carretera, en primer lugar, fue fresada a una profundidad de 10 cm. La capa restante, fue tratada hasta una profundi-

dad de 25 cm, con un tren de reciclaje, compuesto de la recicladora WR 2500 de Wirtgen y la mezcladora de suspensión WM 1000, añadiendo un 3,5 % de betún espumado y 1,0 % de cemento (como suspensión). De esta manera, fue rehabilitada rápida y económicamente una superficie de más de 800.000 m² de capa de base, en ambas direcciones.

Antes de que la sección saneada fuera abierta al tráfico, la capa de base fue cubierta con una capa ligante de 6 cm de espesor y una capa de asfalto de 6 cm.



Reciclaje en frío con betún espumado ejemplar: durante los trabajos en el Teheran-Qom Highway, se manifestó con especial claridad la eficacia de la máquina WR 2500 de Wirtgen.

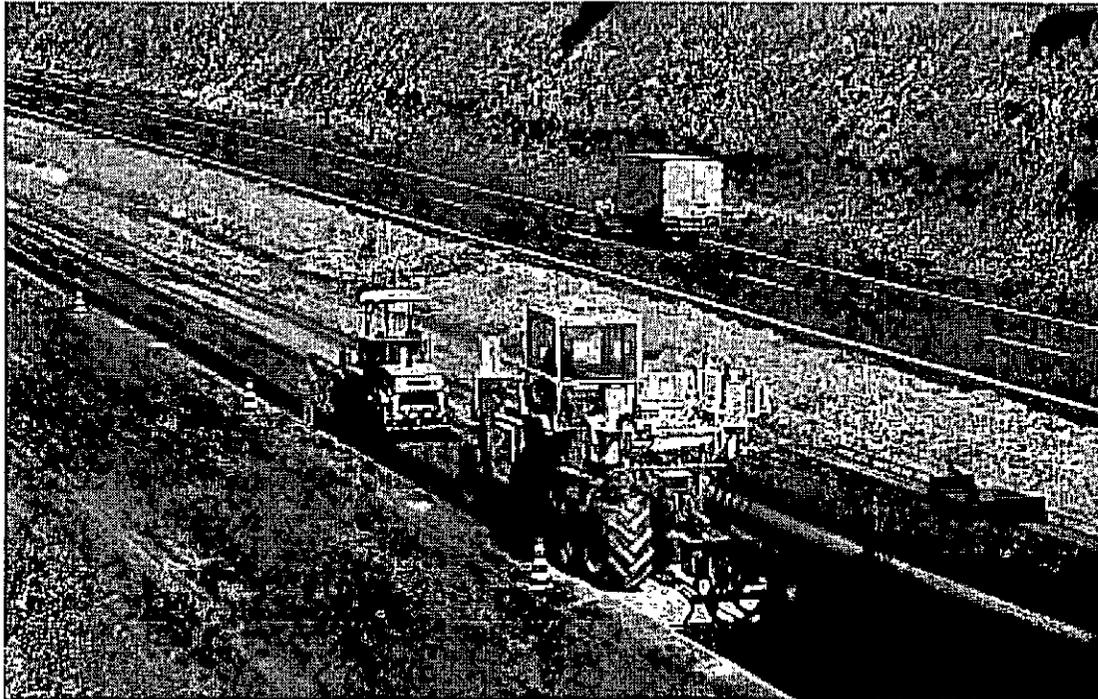
4.1.4 Saneamiento convincente con betún espumado: renace una arteria de tráfico en Brasil

Desde la introducción de la tecnología del reciclado en frío en el Brasil, la rehabilitación de la importante autopista Anhanguera ha sido uno de los mayores proyectos, en los cuales se empleó el betún espumado como ligante. La autopista, que une Sao Paulo y el estado Ribeirão Preto, es frecuentada diariamente por más de 15.000 vehículos, de los cuales un 60 % son "vehículos de gran tonelaje".

La estructura existente estaba integrada por una capa de base de grava de 20 cm de espesor, así como por una capa ligante de asfalto y una capa de rodadura, ambas de 6 cm de espesor. También en este caso la máquina WR 2500 pudo mostrar de lo que es capaz: en verano de 1999 fue rehabilitada económicamente y en pocos meses, una superficie de aproximadamente 400.000 m² de carretera, por medio de la recicladora WR 2500 de Wirtgen. Añadiendo un 2,5 % de betún espumado, así como 1,5 % de cemento, se reciclaron capas de asfalto hasta una profundidad de trabajo de cerca de 12 cm. Los trabajos de saneamiento fueron completados con una rodadura de asfalto de 6 cm de espesor, la cual se aplicó al final.

También en este caso se efectuó el saneamiento "sin cortar el tráfico" a través de una obra móvil. De esta manera fue posible reducir el entorpecimiento del tráfico a un grado mínimo.

Hoy en día, el tráfico circula sin interrupciones por la autopista, la cual fue saneada con betún espumado en un tiempo sumamente corto y de forma muy económica.



Los trabajos avanzan rápidamente, sin tener que cortar el tráfico: el reciclaje rápido in situ por medio de la máquina WR 2500 significa también minimizar el entorpecimiento del tráfico.

4.1.5 Máximo rendimiento gracias al empleo de betún espumado en un proyecto de saneamiento en Noruega

Temperaturas muy bajas en invierno y ciclos frecuentes de hielo y deshielo, exigen requerimientos especiales de las estructuras de carreteras en Noruega. Se requieren métodos económicos de rehabilitación, en especial para el saneamiento de vías de tráfico mediante el rentable reciclaje en frío, a fin de poder mantener la red de carreteras en un estado utilizable.

Así, por ejemplo, la empresa Veidekke A/S, que tiene una larga experiencia en la aplicación de diferentes métodos de reciclaje en frío, en medio año saneó más de 800.000 m² con la máquina WR 2500, empleando betún espumado como ligante.

A fin de compensar fuertes desniveles y para estabilizar las capas existentes, es posible esparcir previamente material fresado o una mezcla nueva de minerales. La recicladora WR 2500, al fresar la estructura de carretera existente, lo que por lo general se efectúa a una profundidad de cerca de 20 cm, va incorporando estos materiales. Teniendo en cuenta la flexibilidad que requieren las estructuras de carretera debido a las bajas temperaturas durante el invierno, en el proceso de tratamiento se utilizan tipos de betún blando, preferentemente de la clase B 370.

El sistema de regulación por microprocesador de la máquina WR 2500 controla el proceso de espumado y la dosificación de las cantidades añadidas de ligante. La recicladora suministrada a la empresa Veidekke fue equipada especialmente con un sistema adicional de dosificación de aditivos para el betún caliente, con la finalidad de mejorar las propiedades de adhesividad del ligante.

Si se añade un promedio de 3,5 % del peso del betún, el consumo de betún caliente al día

asciende a 100 t, lo que corresponde a un rendimiento de la máquina WR 2500 de aproximadamente 10.000 m² por jornada, o bien a la rehabilitación en toda su anchura de un tramo de carretera de 1,5 km de longitud.

Los trabajos se efectúan sin cortar el tráfico. Después de corregir los perfiles con una motoniveladora y de compactar las capas recicladas, se efectúa la apertura al tráfico. Dependiendo del tráfico, se extienden, posteriormente, una o dos capas adicionales de asfalto.



Una prueba del rendimiento de la máquina WR 2500: en esta obra en Noruega, el abastecimiento de ligante de este carrotanque fue suficiente para reciclar 2.500 m² en poco menos de 2 horas.

4.2 Producción de mezcla en frío con la mezcladora móvil de reciclaje en frío KMA 150 de Wirtgen

4.2.1 Mezcla en frío hecha de roca nueva y betún espumado, propia para el almacenaje, en Noruega

En Noruega, la oficina estatal de construcción de carreteras de Oppland, con sede principal en Lillehammer, explota una mezcladora móvil de reciclaje en frío KMA 150, con la cual produce, en su mayoría, mezcla en frío de material nuevo.

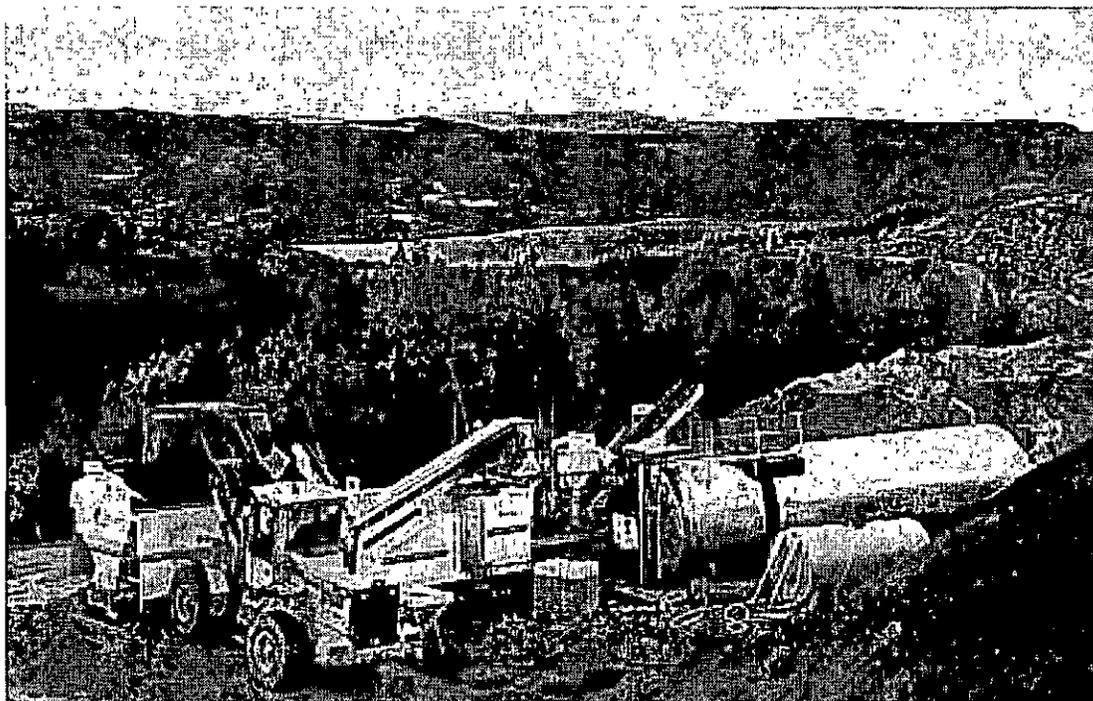
Para la construcción de capas de base de carreteras provinciales, el explotador emplea mezcla nueva de minerales, compuesta en un 80 % de granulación menor de 22 mm y en un 20 % de finos menores de 8 mm.

A causa de las condiciones climáticas de Noruega – en el curso de las estaciones, las temperaturas oscilan fuertemente – se utilizan tipos de betún muy blandos de la clase B 370.

El betún caliente requerido, generalmente se suministra en carrotanques aislados. El dispositivo de calefacción controlado por termostato de la instalación de inyección de la máquina KMA 150 se encarga de la temperatura óptima de servicio. En las cámaras de expansión individuales que se encuentran en la barra de inyección situada sobre la unidad mezcladora de circulación forzada de dos ejes, añadiendo agua y aire al betún, éste se transforma en espuma y es inyectado uniformemente.

En la construcción de capas de base de alta calidad, se añade al material nuevo un 3 % de betún espumado y se mezcla de forma homogénea. El contenido óptimo de agua se logra con la adición de aproximadamente un 3 % de agua. La capacidad de producción de la mezcladora móvil asciende a 140 hasta 155 t/h.

Frecuentemente, el material procesado se mete en vaciaderos y posteriormente, se tiende con una pavimentadora convencional de acuerdo con el perfil y según se requiera. Debido al alto grado de estabilidad del aglomerado no se necesitan capas adicionales de asfalto. Por ello, las carreteras generalmente sólo se sellan mediante un tratamiento superficial.



Con un rendimiento de aprox. 150 t/h, la mezcladora móvil KMA 150 mezcla homogéneamente el material de roca pretriturado y apilado, añadiendo betún espumado.

4.2.2 Procesamiento de asfalto fresado con una mezcladora KMA 150 de Wirtgen en Gran Bretaña

La concepción, orientada al futuro, de la mezcladora KMA 150 ofrece a nuestros clientes nuevas posibilidades de utilización del asfalto fresado resultante. Una empresa en Escocia, que explota un parque de fresadoras de Wirtgen de diferentes tipos y con las cuales efectúa trabajos de fresado en la región de Glasgow, empleó el material fresado y granulado para la producción de mezcla en frío de alta calidad. Hasta la fecha, el material fresado era llevado a un sitio de almacenamiento, en donde se clasificaba según el tamaño determinado por tamizado. De esta manera era posible reutilizar el material fresado y granulado como sustitutivo de gravilla para la infraestructura de una carretera.

Añadiendo betún espumado se producen capas de base, cuya calidad es casi similar a la de una capa de base de asfalto. Para poder producir mezcla en frío con el material granulado y pasado por un tamiz, hay que añadir betún espumado sólo en cantidades pequeñas de aproximadamente 2 %.

El material producido se carga, según se requiera, inmediatamente en los vehículos de suministro de los diferentes usuarios. Las mezclas en frío son apropiadas para las más distintas aplicaciones, por ejemplo para producir capas de rodadura y de base en la construcción de

carreteras y caminos secundarios, en el afirmado de aparcamientos, superficies de estacionamiento o capas de base de carreteras muy frecuentadas. El material mixto en parte también se almacena en vaciaderos, para poder despachar de forma económica incluso cantidades mínimas.



Producción para el almacenamiento en un vaciadero del material fresado y mezclado con betún espumado: mediante telemando es posible arrancar y parar la producción con la máquina KMA 150 desde la cargadora sobre ruedas.

4.3 Medidas de construcción con la recicladora en frío 2200 CR de Wirtgen

4.3.1 La máquina 2200 CR de Wirtgen durante una aplicación para el saneamiento de una calzada urbana en Sudáfrica

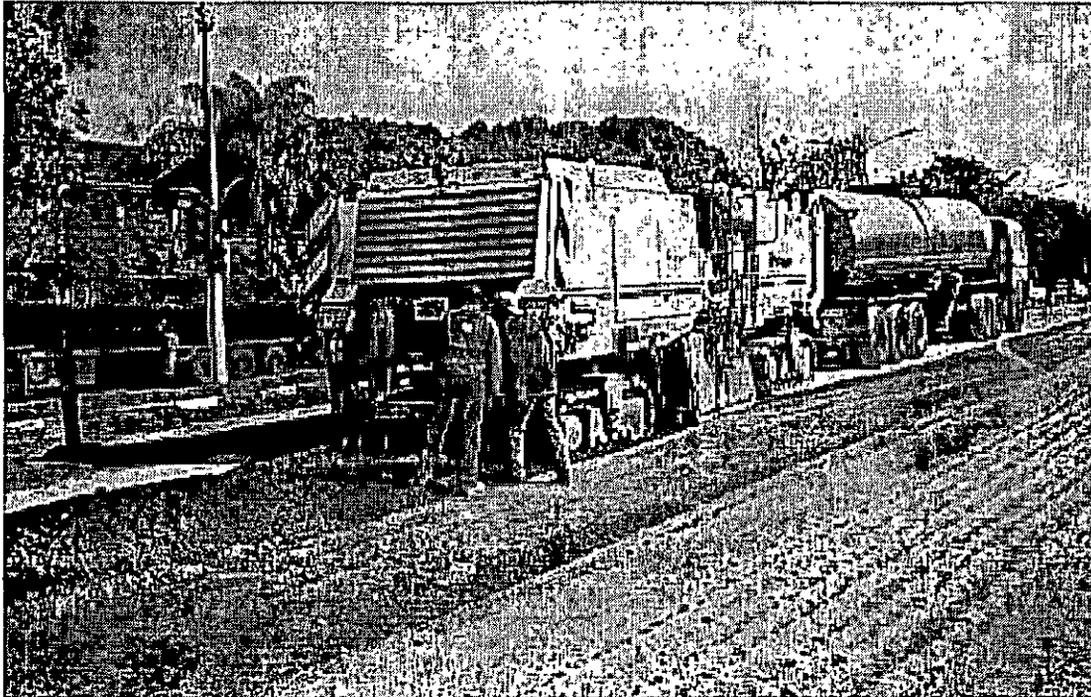
Cerca de la ciudad de Durban, en la costa oriental sudafricana, fue necesario rehabilitar una calle principal urbana muy frecuentada. En épocas pasadas, el fuerte agrietamiento de la superficie de asfalto, siempre había sido reparado sólo parcialmente. Por razones de costes se tomó la decisión de sanear completamente el tramo de la calzada. Estudios preliminares mostraron, que a causa del ensanchamiento anterior de la calle, la estructura de la calzada, en todo su largo, no era uniforme. Por ello, primeramente se decidió granular la estructura completa, para después lograr una homogeneización del material por medio de una motoniveladora.

Después de la homogeneización, uno de los carriles de la calzada de 12,5 m de anchura, fue procesado con betún espumado como ligante, mientras que el tráfico circulaba paralelamente por el otro. Para ello, en la cámara de mezcla de la máquina el material granulado, compuesto de una mezcla de asfalto granulado de escarificación y gravilla y al que le fue añadido 1 % de cemento y un 3 % de betún espumado, fue procesado hasta una profundidad de casi 20 cm para convertirlo en una nueva mezcla en frío. La compactación se efectuó con una combinación de compactadores vibratorios y compactadores de neumáticos.

Una vez terminados los trabajos en uno de los carriles, éste fue abierto al tráfico, mientras se

rehabilitaba el otro y, una vez terminada toda la obra, fue puesta en servicio durante algunos días, antes de que se aplicara una rodadura de asfalto de 4 cm de espesor sobre todo el tramo saneado.

Gracias a la técnica de reciclado empleada, fue posible rehabilitar rápida, económica y perdurablemente esta calzada muy frecuentada, sin tener que cortar el tráfico.



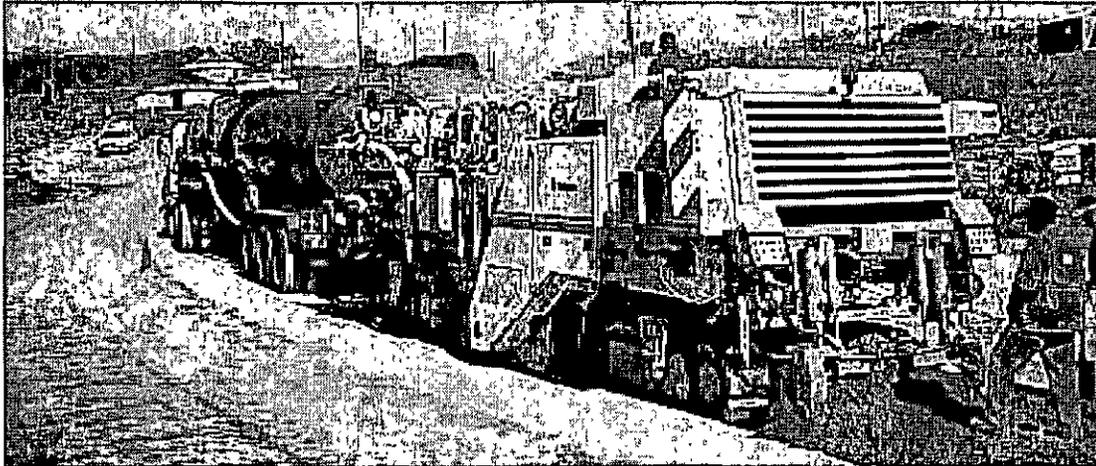
Por medio de la recicladora en frío 2200 CR de Wirtgen se recicló la estructura de una carretera en una profundidad de 20 cm, añadiendo betún espumado. La corrección del perfil de la capa de base se realizó mediante una niveladora.

5. Las ventajas de la tecnología innovadora de betún espumado de Wirtgen en síntesis

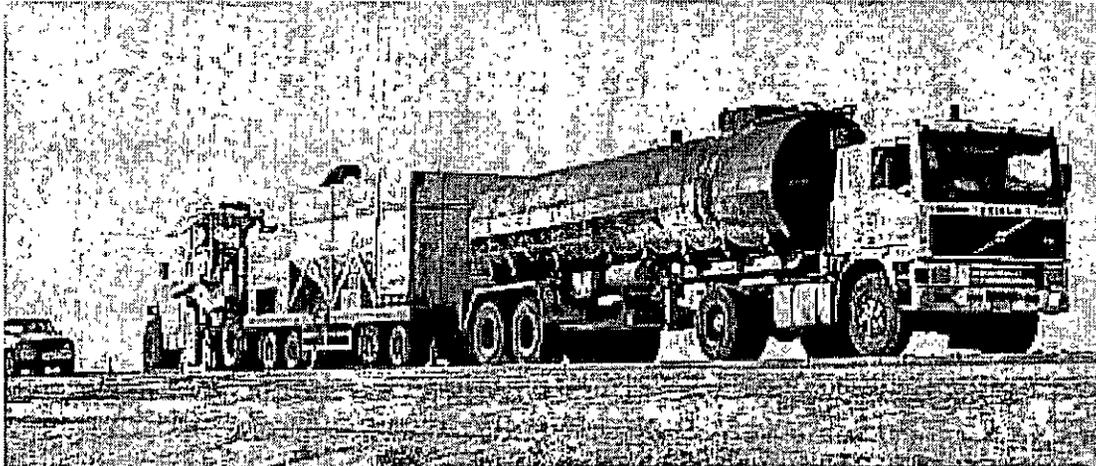
Comparado con los ligantes clásicos, tales como el cemento o la emulsión bituminosa, en la rehabilitación de carreteras, empleando betún espumado en el reciclaje en frío, resultan las siguientes ventajas:

- Para la producción de betún espumado se puede utilizar betún usual en el comercio. De este modo se asegura un alto grado de disponibilidad.
- En la producción de betún espumado se añaden comparativamente cantidades pequeñas de betún y agua. De esta forma se reducen los gastos de transporte y de material.
- Inmediatamente después de la colocación y de la compactación, la mezcla en frío es apta para el tráfico. Ello reduce a un mínimo el entorpecimiento del tráfico.
- Al emplear betún espumado como ligante, las variaciones de la humedad intrínseca de los aglomerados son de menor importancia, ya que es posible dosificar selectivamente la cantidad de agua añadida.
- Al emplear betún espumado como ligante, no es necesario considerar ni tiempos de ruptura, ni tiempos de fraguado.
- El betún espumado es un ligante económico, ya que son pequeñas las cantidades que se añaden.
- La producción de betún espumado se efectúa de manera rápida y sencilla directamente en la recicladora o en la mezcladora. No se requieren equipos adicionales.
- La mezcla en frío, producida empleando betún espumado como ligante, dispone de excelentes propiedades para el almacenamiento.

6. Fotografías de proyectos en todo el mundo



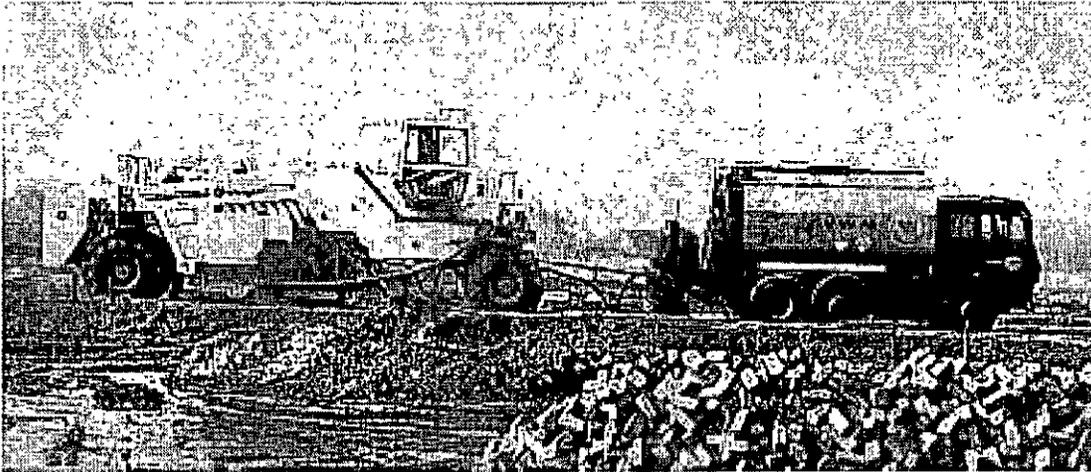
En Sudáfrica trabajando fiablemente en el saneamiento de una carretera interurbana: la recicladora en frío 2200 CR de Wirtgen reúne en una sola máquina una recicladora y una fresadora en frío de alto rendimiento.



La tecnología del betún espumado de Wirtgen es un método fiable de saneamiento, que incluso se puede aplicar en el desierto: el tren de reciclaje en funcionamiento continuo, rehabilitando más de 380 km en Arabia Saudita.



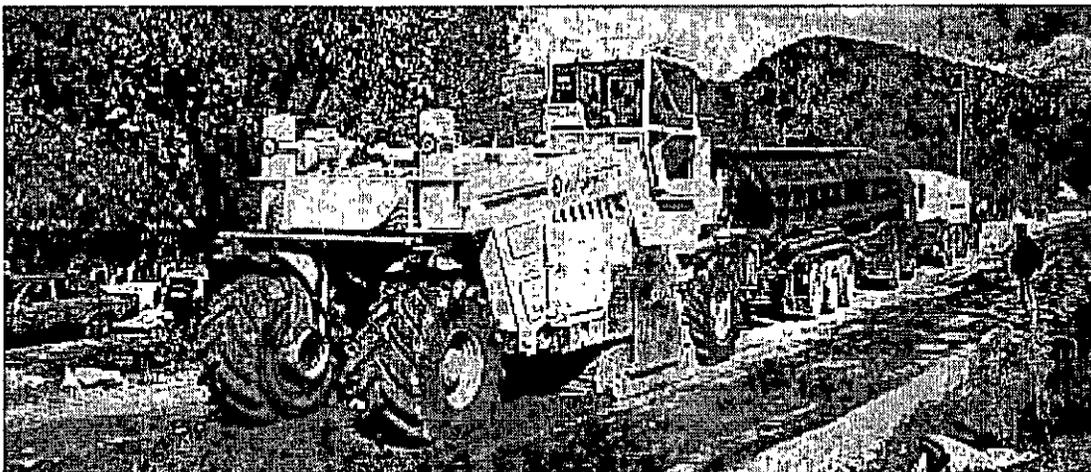
La rehabilitación de una vía de tráfico en Sudáfrica con la máquina WR 2500 es facilísima: se suministra betún caliente y agua a la recicladora a través de tuberías flexibles y luego se inyecta de manera dosificada en la cámara de mezcla.



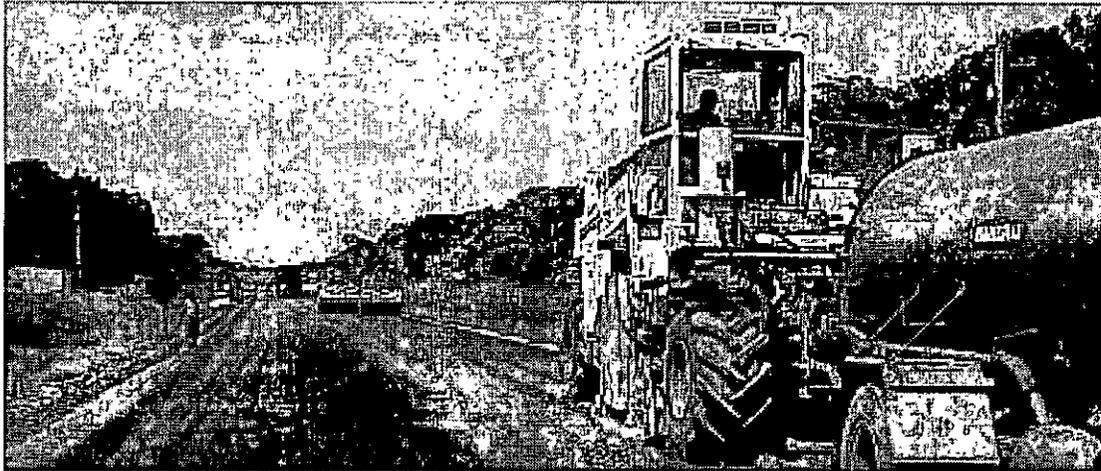
Trabajos de saneamiento de carreteras en los Países Bajos: La recicladora WR 2500 va empujando el carrotanque de betún, en el cual se almacena el betún caliente.



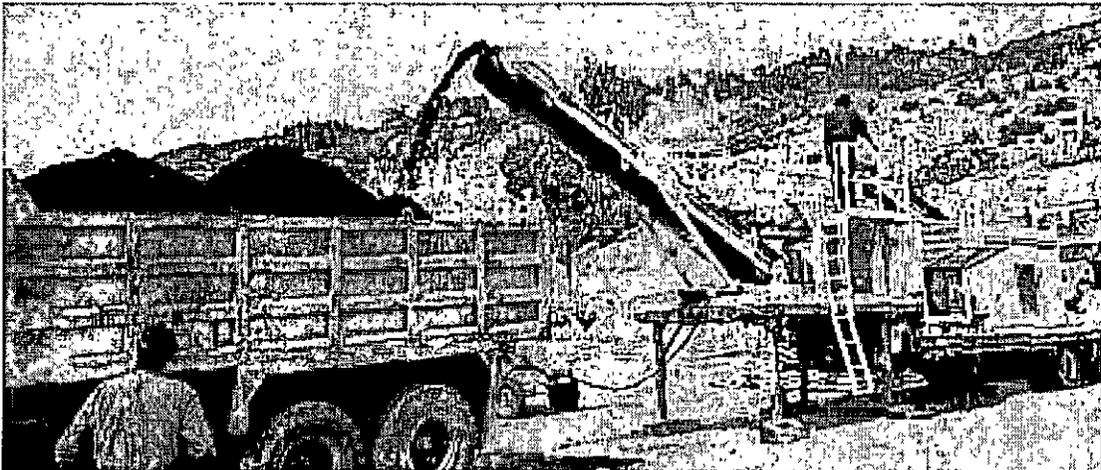
Mezcla en frío, la cual se vuelve propia para el almacenaje durante un período de larga duración: por medio de la KMA 150, en Malasia se produjo un material de construcción de alta calidad para capas de base.



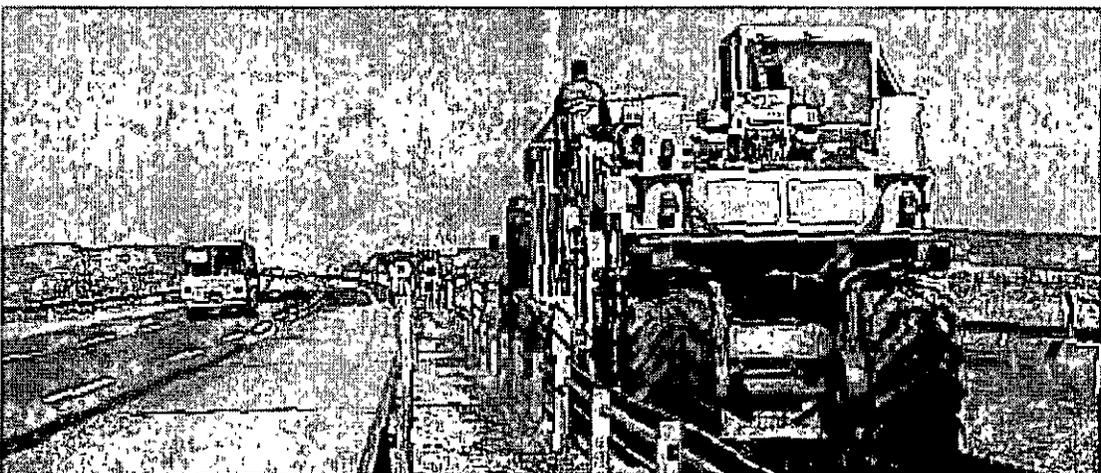
En esta obra se esparció cemento antes de que la máquina WR 2500 comenzara a trabajar: debido a su potencia, es capaz de empujar con facilidad el carrotanque de agua y el carrotanque de betún, durante el proceso de tratamiento.



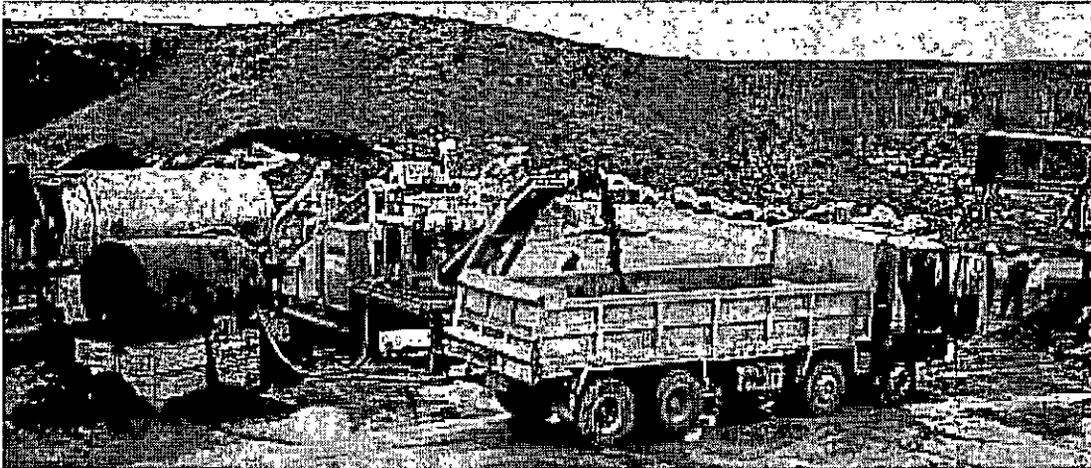
También en Sudamérica avanza la tecnología del betún espumado de Wirtgen: el conductor se siente a gusto en la cabina climatizada, incluso a temperaturas muy altas, como en este caso en Brasil.



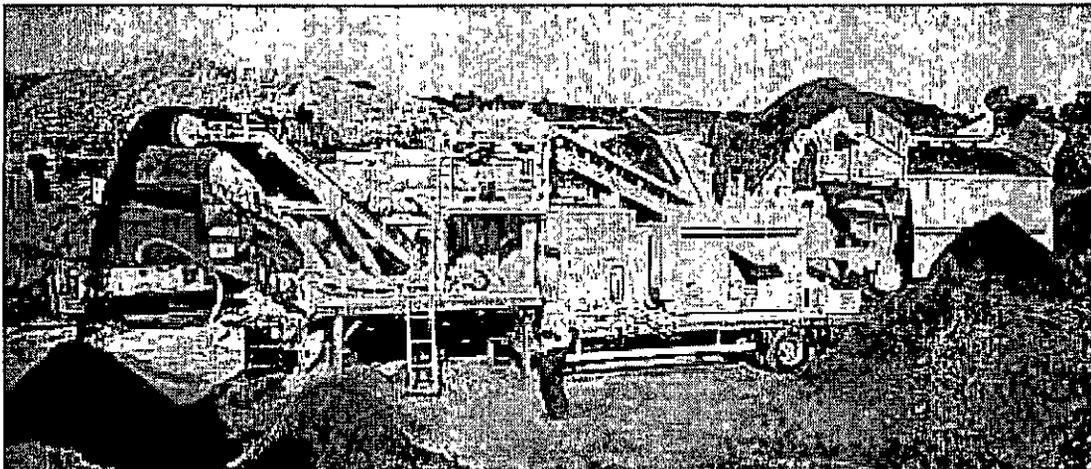
El camión estará cargado en un tiempo cortísimo: en una obra en Colombia, la mezcladora móvil KMA 150 demuestra su eficacia de forma impresionante.



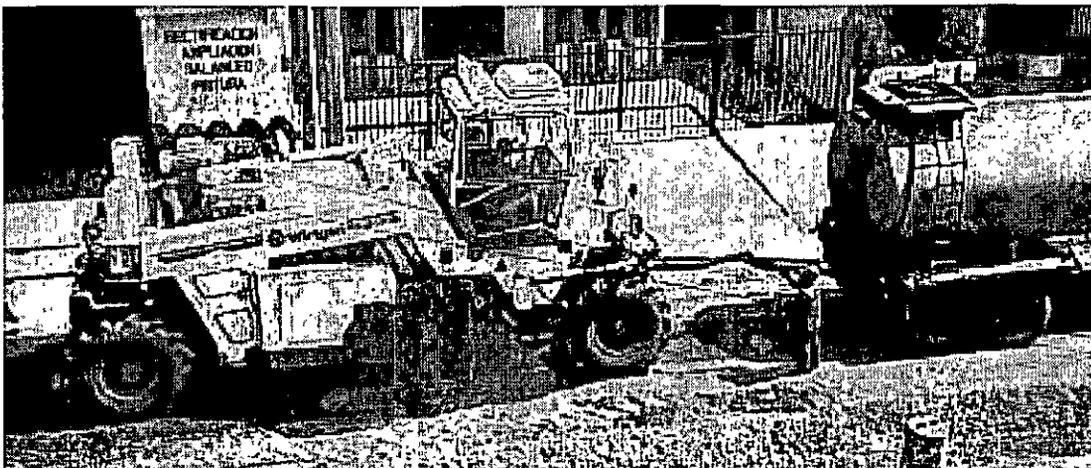
En la rehabilitación de una autopista en el Irán, la máquina WR 2500 pudo demostrar, una vez más, su eficiencia. Después de haber fresado partes de la capa de base, la máquina comenzó muy eficazmente con su trabajo de reciclado.



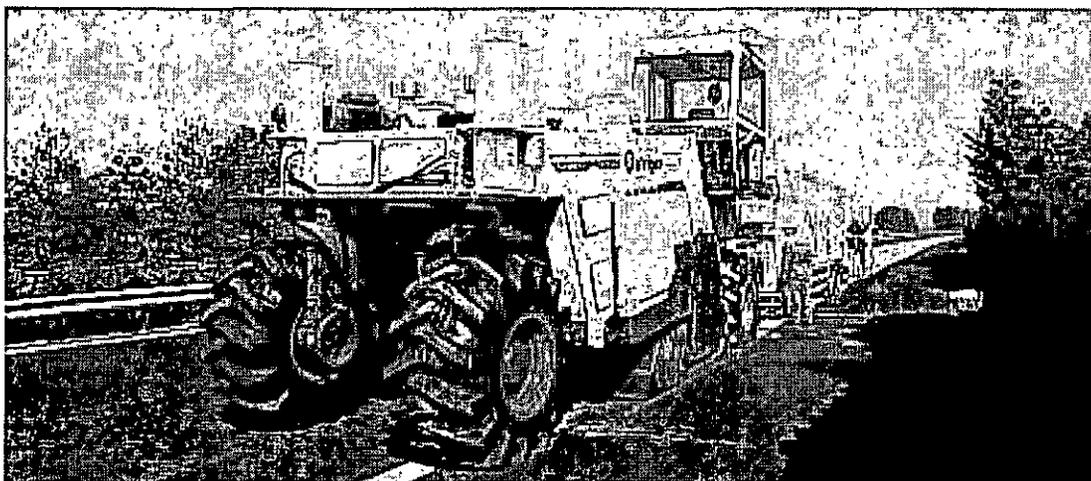
Correspondiendo a las exigencias de la medida de construcción, en esta cantera en Irlanda se está produciendo mezcla en frío de fracciones de roca, por ejemplo, añadiendo betún espumado.



La mezcladora KMA 150 puede ser transportada al sitio de mezcla adecuado. En esta fotografía se aprecia la producción en Australia de una mezcla en frío de alta calidad, añadiendo betún espumado como ligante.



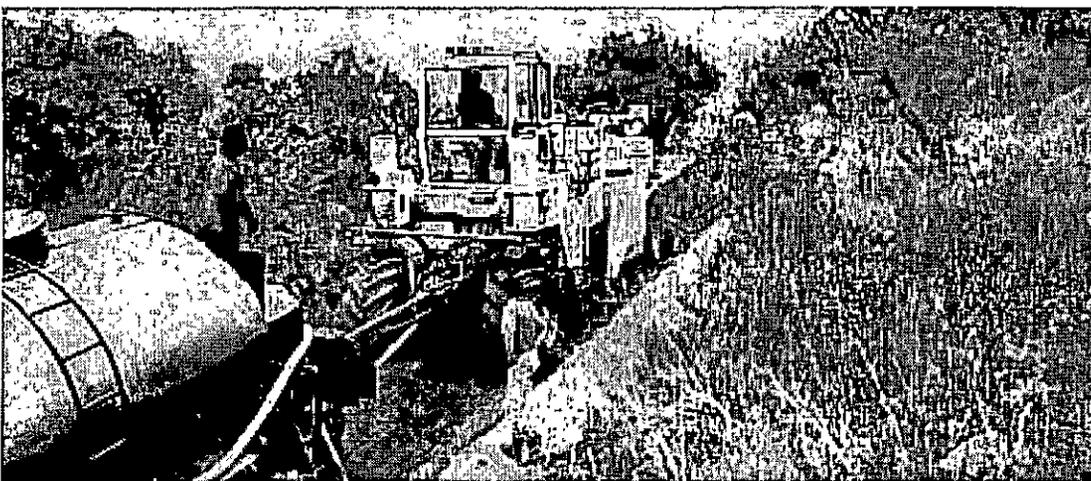
Una obra urbana comparativamente estrecha en Bogotá/Colombia: También en este caso la recicladora WR 2500 de Wirtgen está en su elemento, reciclando rápida y económicamente la estructura existente de una carretera, mediante la incorporación de betún espumado.



Para la máquina WR 2500, el reciclaje in situ sin cortar el tráfico no representa ningún problema: la "obra móvil" minimiza el entorpecimiento de la circulación, dejando una capa de base de alta calidad.



Rehabilitación de una carretera en Noruega: la recicladora WR 2500 está acoplada al carrotanque independiente y el betún caliente se espuma en la recicladora y se incorpora uniformemente.



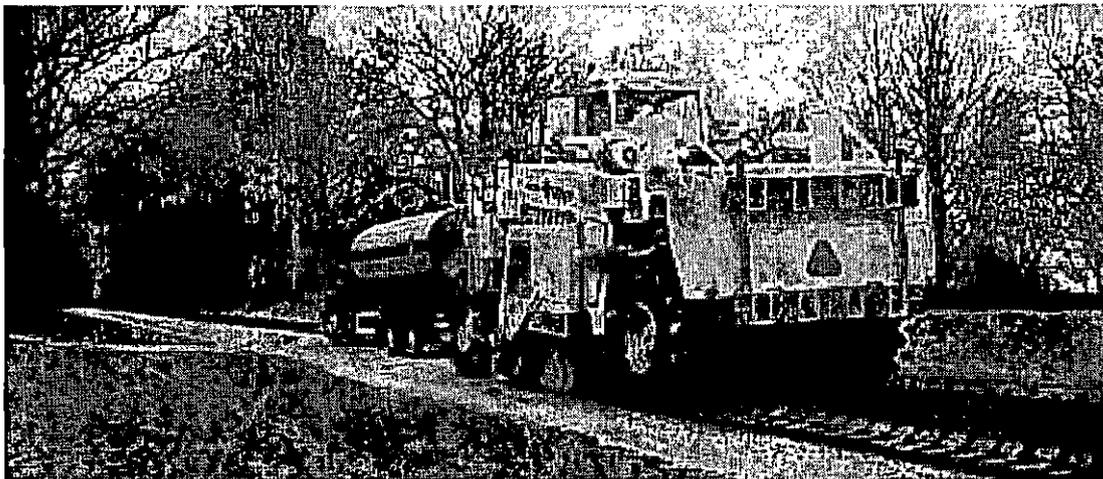
Sin afectar el entorno natural, en una reserva natural zoológica de Africa fue saneada la red vial por medio de la máquina WR 2500.



En el país de las posibilidades ilimitadas, la máquina WR 2500 también encuentra aplicación: clientes de los EE.UU. aprovechan las ventajas que ofrece la tecnología del betún espumado de Wirtgen.



La mezcla en frío de la mezcladora móvil KMA 150 es cargada en camiones: también en Texas/EE.UU se tiene conciencia de la buena calidad del material producido con betún espumado.



Saneamiento ecológico de carreteras en Suecia empleando betún espumado: el tren de reciclaje con la máquina WR 2500 es garante de un procesamiento rápido de las vías de tráfico dañadas.



Wirtgen GmbH · Hohner Strasse 2
53578 Windhagen · Alemania

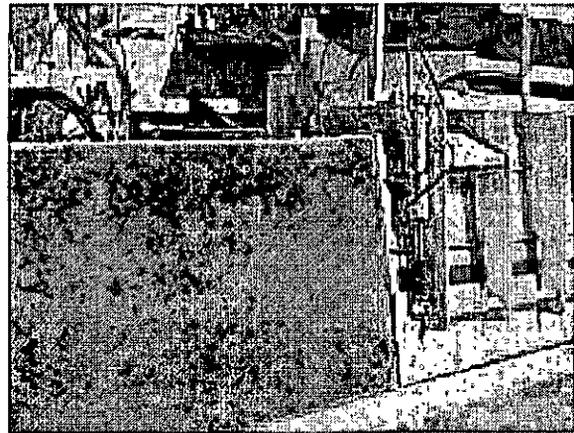
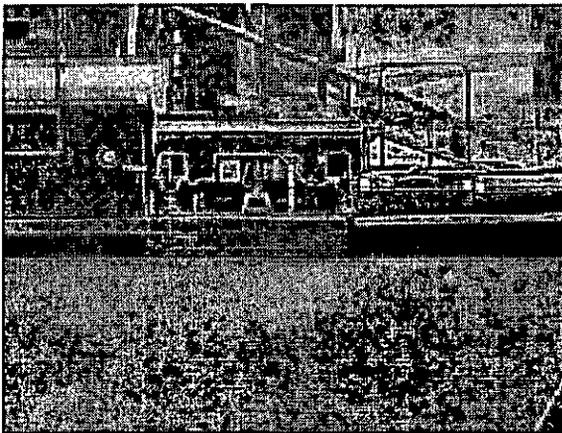
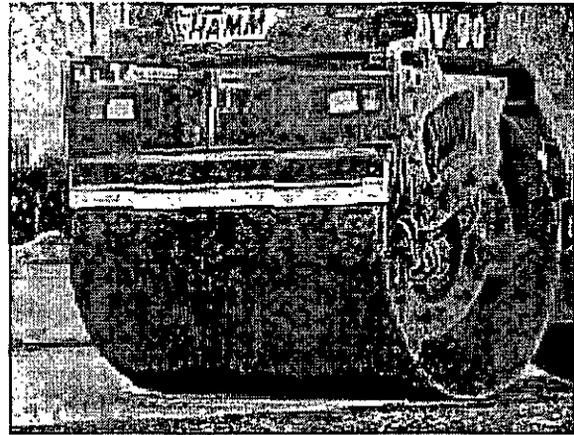
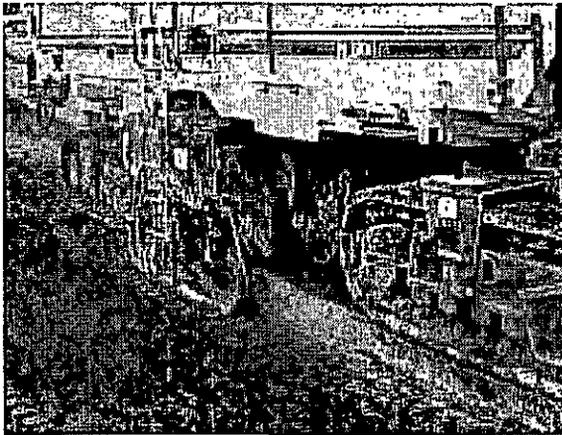
Tel.: +49 (0) 26 45/131-0

Fax: +49 (0) 26 45/131-242

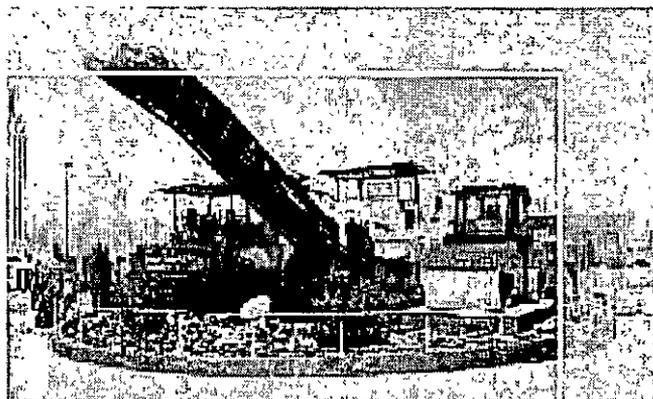
Internet: www.wirtgen.com



Gama completa de productos



Contenido



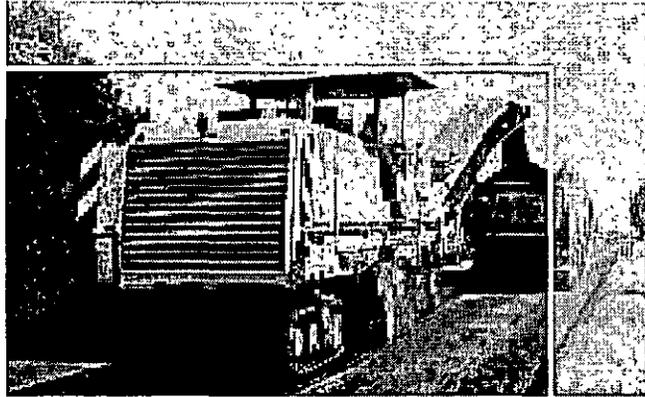
Gama de productos de la Cía. Wirtgen GmbH	Página
Fresadoras en frío	5
Recicladoras en frío	6
Estabilizadores remolcables	6
Equipos para la estabilización de suelos y el reciclaje en frío	7
Mezcladora móvil de reciclaje en frío	7
Recicladoras en caliente	8
Surface Miner	8
Extendedoras de encofrado deslizante	9

Gama de productos de la Cía. Joseph Vögele AG	
Minipavimentadoras y pavimentadoras pequeñas	10
Pavimentadoras sobre orugas	11
Pavimentadoras sobre ruedas	12
Alimentadora	13

Gama de productos de la Cía. Hamm AG	
Compactadores tandem pequeños de la serie HD	14
Compactadores tandem grandes de la serie HD	14-15
Compactadores tandem de la serie DV	16
Compactadores de neumáticos articulados	17
Compactadores de neumáticos	17
Compactadores estáticos de tres ruedas	17
Compactadores vibratorios monotambor de la serie 3000	18-19

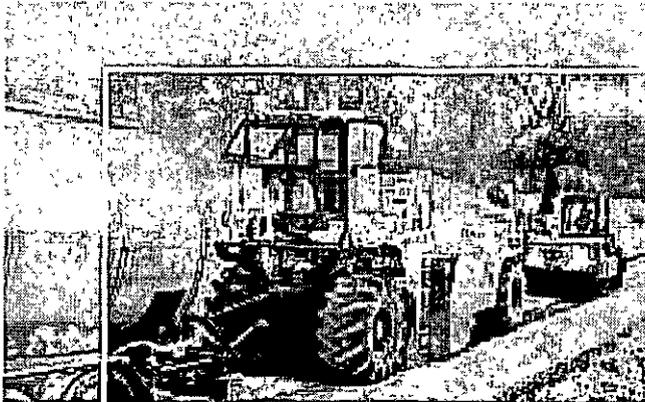
Fresadoras en frío

Las fresadoras en frío de Wirtgen fresan de manera económica las capas dañadas. Las aplicaciones posibles abarcan desde el fresado de estructuras completas de calzadas y las reparaciones parciales, hasta el fresado de zanjas.



Fresadoras en frío

Modelo	Anch. de trabajo	Prof. de trabajo	Potencia del motor	Peso de servicio: CE
W 350 E	0,35 m	0-100 mm	29,5 kW	4.400 daN (kg)
W 35	0,35 m	0-160 mm	31,5 kW / 42,8 PS	2.450 daN (kg)
W 35 DC	0,35 m	0-110 mm	42,5 kW / 58,0 PS	4.550 daN (kg)
W 50	0,50 m	0-160 mm	60,0 kW / 82,0 PS	5.970 daN (kg)
W 50 DC	0,50 m	0-210 mm	92,0 kW / 125,0 PS	7.700 daN (kg)
W 600 DC	0,60 m	0-300 mm	129,0 kW / 175,0 PS	12.030 daN (kg)
W 1000 L	1,00 m	0-250 mm	129,0 kW / 175,0 PS	13.830 daN (kg)
W 1000	1,00 m	0-250 mm	154,0 kW / 209,0 PS	16.600 daN (kg)
W 1000 F	1,00 m	0-315 mm	190,0 kW / 258,0 PS	17.450 daN (kg)
W 1200 F	1,20 m	0-315 mm	190,0 kW / 258,0 PS	18.400 daN (kg)
W 1300 F	1,32 m	0-315 mm	190,0 kW / 258,0 PS	18.750 daN (kg)
W 1500	1,50 m	0-320 mm	340,0 kW / 462,0 PS	25.380 daN (kg)
W 1900	2,00 m	0-320 mm	340,0 kW / 462,0 PS	26.680 daN (kg)
W 2000	2,00 m	0-320 mm	421,0 kW / 573,0 PS	30.000 daN (kg)
W 2100	2,10 m	0-320 mm	522,0 kW / 710,0 PS	36.300 daN (kg)
W 2200	2,20 m	0-350 mm	671,0 kW / 913,0 PS	43.700 daN (kg)

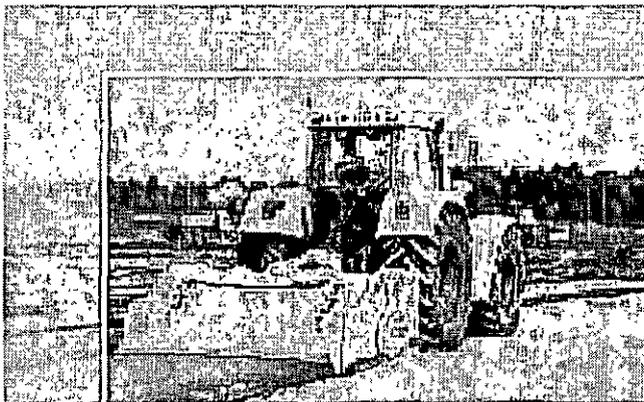


Recicladoras en frío

Las recicladoras en frío de Wirtgen fresan el firme existente de las carreteras y mezclan ligantes como, p. ej., asfalto espumado en el firme granulado. Durante la estabilización de suelos, las recicladoras mezclan ligantes, tales como cal o cemento, en los suelos húmedos para aumentar su resistencia.

Recicladoras en frío

Modelo	Anch. de trabajo	Prof. de trabajo	Potencia del motor	Peso de servicio, CE
WR 2000	2,000 m	0-500 mm	295 kW / 401 PS	aprox. 21.900 daN (kg)
WR 2500 S	2,438 m	0-500 mm	500 kW / 680 PS	32.000 daN (kg)
WR 2500 SK	2,438 m	0-500 mm	500 kW / 680 PS	36.500 daN (kg)
WR 2200 GR	2,200 m	0-250 mm	671 kW / 913 PS	46.200 daN (kg)
WR 4200	2,80-4,20 m	0-300 mm	2 x 470 kW / 2 x 640 PS	aprox. 75.000 daN (kg)



Estabilizadores remolcables

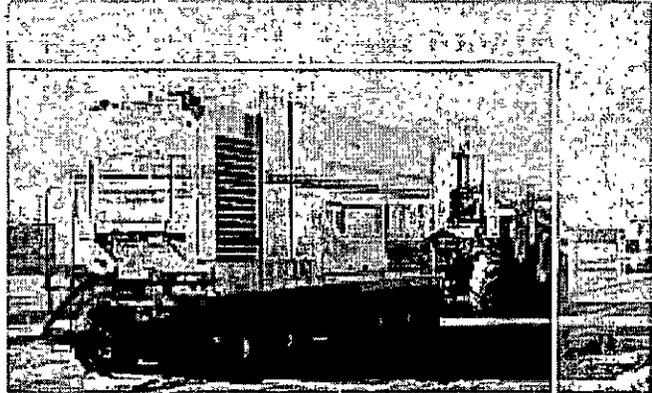
Los estabilizadores remolcables WS 2200 y WS 2500 sirven para la estabilización de suelos y están equipados con un rotor para fresar y mezclar, accionado mecánicamente, que permite la incorporación homogénea del ligante a lo largo de toda la anchura.

Estabilizadores remolcables

Modelo	Anch. de trabajo	Prof. de trabajo	Potencia del motor (tractor)	Peso de servicio, CE
WS 2200	2,160 m	0-500 mm	> 150 kW / 204 PS	aprox. 3.800 daN (kg)
WS 2500	2,500 m	0-500 mm	> 180 kW / 245 PS	aprox. 4.000 daN (kg)

Equipos para la estabilización de suelos y el reciclaje en frío

Además de las eficaces recicladoras en frío y estabilizadoras, Wirtgen también ofrece diferentes equipos adicionales, tales como la mezcladora de suspensión.



Mezcladora de suspensión

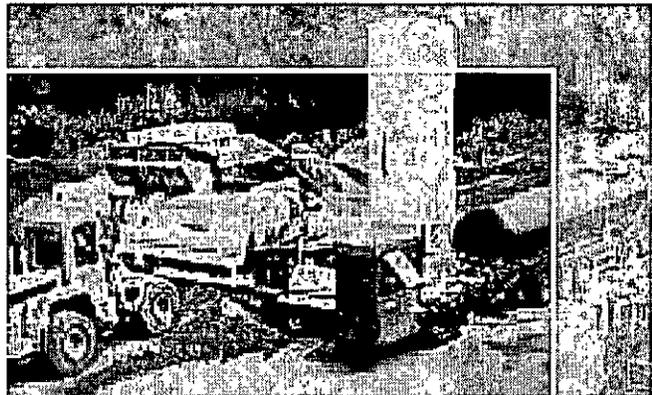
Módulo	Potencia de mezcla	Recipiente de cemento	Depósito de agua	Tara
WM 1000	1.000 l/min	25 m ³	11.000 l	25.450 daN (kg)

Equipo de laboratorio para betún espumado

Modelo	Dimensiones	Tara
WLB 10	1.400 x 730 x 800 mm	170 daN (kg)

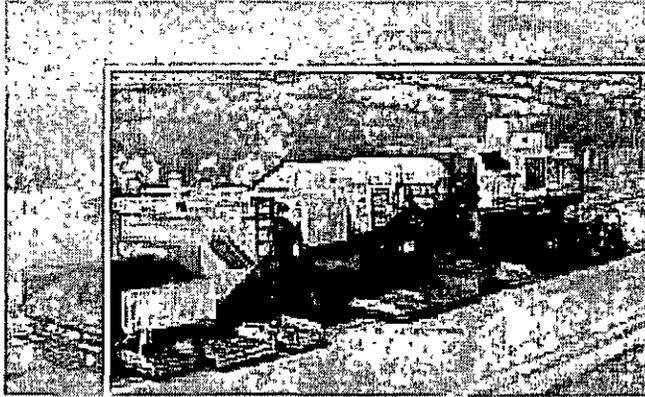
Mezcladora móvil de reciclaje en frío

La mezcladora de reciclaje en frío de Wirtgen montada sobre un semirremolque permite producir de manera económica y en la cercanía directa del lugar de tendido, mezclas en frío para la construcción de carreteras.



Mezcladora móvil de reciclaje en frío

Modelo	Potencia max. de mezcla	Potencia del motor	Tara
KMA 200	200 t/h	131 kW / 178 PS	30.000 daN (kg)



Recicladoras en caliente

Durante el reciclaje en caliente, conocido también bajo la denominación de procedimiento Remix, se calientan los firmes de carreteras ligados de forma bituminosa y, mezclando simultáneamente aditivos se vuelven a tender de forma apropiada con respecto a la posición y al perfil.

Recicladoras en caliente

Modelo	Anch. de trabajo	Prof. de trabajo	Potencia del motor	Peso de servicio
Remixer 4500	3,00 - 4,50 m	0 - 60 mm	220 kW / 300 PS	48.820 daN (kg)

Calentador

Modelo	Anch. de trabajo	Prof. de trabajo	Potencia del motor	Peso de servicio
HM 4500	4,50 m	44,64 m ²	79 kW / 105 PS	22.600 daN (kg)



Surface Miner

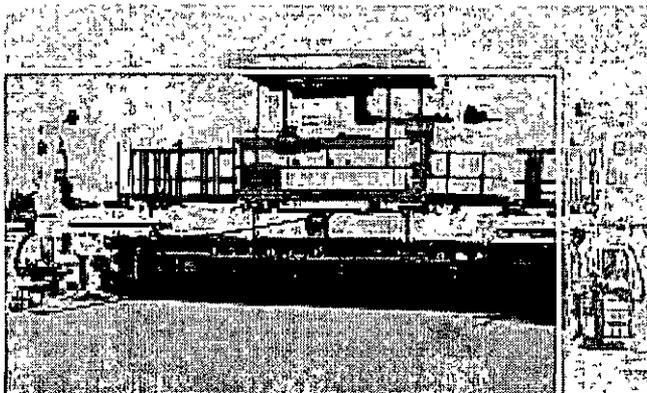
Las máquinas Surface Miner de Wirtgen desprenden, trituran y cargan roca en una sola operación, sin necesidad de perforaciones ni voladuras. Ello permite incrementar considerablemente el grado de explotación de los yacimientos mineros.

Surface Miner

Modelo	Anchura de corte	Profundidad de corte	Potencia del motor	Peso de servicio
2200 SM	2,20 m	0 - 300 mm	671 kW / 913 PS	47.730 daN (kg)
2500 SM	2,50 m	0 - 600 mm	783 kW / 1.065 PS	100.500 daN (kg)
3700 SM	3,70 m	0 - 600 mm	1.194 kW / 1.623 PS	176.000 daN (kg)
4200 SM	4,20 m	0 - 800 mm	1.194 kW / 1.623 PS	191.400 daN (kg)
Fres de fondos 2600	2,60 m	0 - 200 mm	240 kW / 326 PS	29.000 daN (kg)

Extendedoras de encofrado deslizante

Las extendedoras de encofrado deslizante de Wirtgen extienden, en un proceso continuo, carreteras y otras áreas de tráfico altamente resistentes, así como perfiles monolíticos de hormigón.



Extendedoras de encofrado deslizante

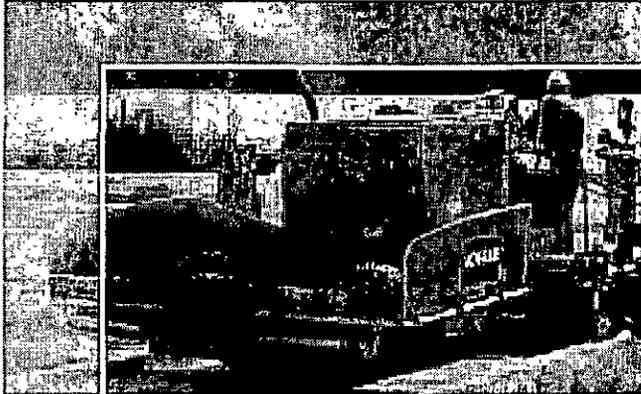
Modelo	Anch. de tendido	Espes. máx. de tendido	Potencia del motor	Peso de servicio
SP 250	1,00 - 2,50 m	300 mm	79 kW / 105 PS	12 - 18,5 t
SP 500	2,00 - 6,00 m	400 mm	131 kW / 178 PS	14 - 42 t
SP 500 Vario	2,00 - 6,00 m	400 mm	131 kW / 178 PS	18 - 42 t
SP 850	2,50 - 9,00 m	450 mm	187 kW / 254 PS	29 - 48 t
SP 850 Vario	3,00 - 8,50 m	450 mm	187 kW / 254 PS	29 - 44 t
SP 1500	5,00 - 15,25 m	450 mm	272 kW / 370 PS	49 - 78 t
SP 1500 L	5,00 - 15,25 m	450 mm	c.u. 272 kW / 370 PS	en total aprox. 107 t
SP 1600	5,00 - 16,00 m	450 mm	317 kW / 431 PS	57 - 135 t

Cargadora lateral

Modelo	Anch. de tendido	Espes. máx. de tendido	Potencia del motor	Peso de servicio
ISF	2,50 - 9,00 m	200 m ³ /h	187 kW / 254 PS	max. 36 t

Máquinas para el tratamiento ulterior de superficies

Modelo	Anch. de tendido	Espes. máx. de tendido	Potencia del motor	Peso de servicio
TCM 950	4,00 - 9,50 m	0 - 500 mm	42 kW / 57 PS	aprox. 9,6 t
TCM 1800	4,00 - 18,00 m	0 - 500 mm	42 kW / 57 PS	aprox. 13,4 t

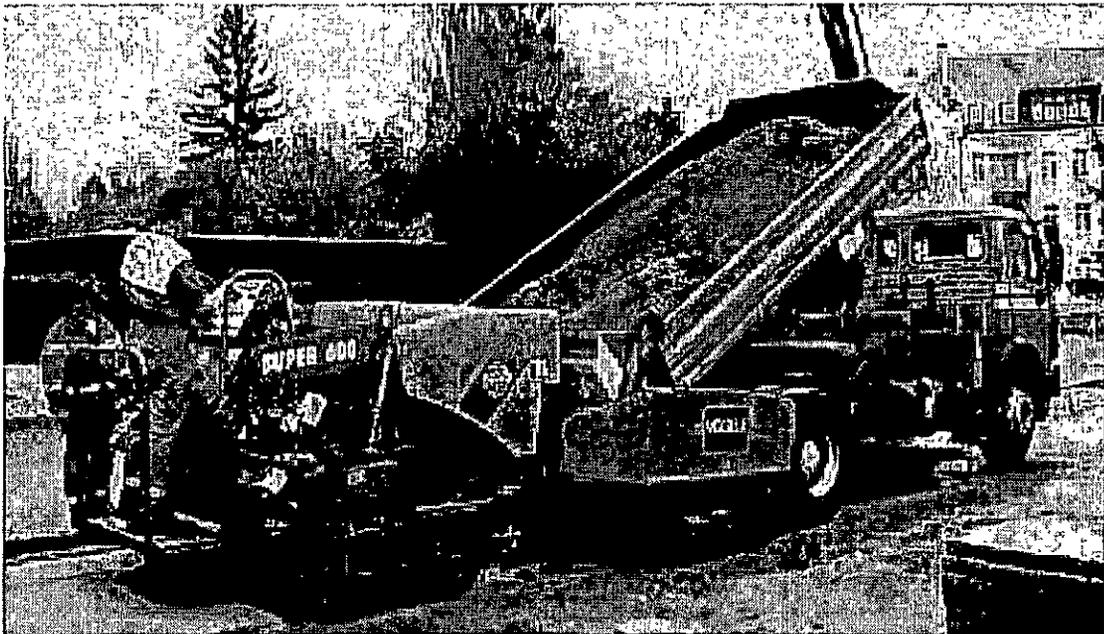


Minipavimentadoras y pavimentadoras pequeñas

Las pavimentadoras destacan por las dimensiones compactas de la máquina, las grandes anchuras de tendido y el elevado rendimiento de compactación. Por lo tanto, son las máquinas apropiadas para realizar trabajos de mantenimiento y proyectos de construcción de menor envergadura.

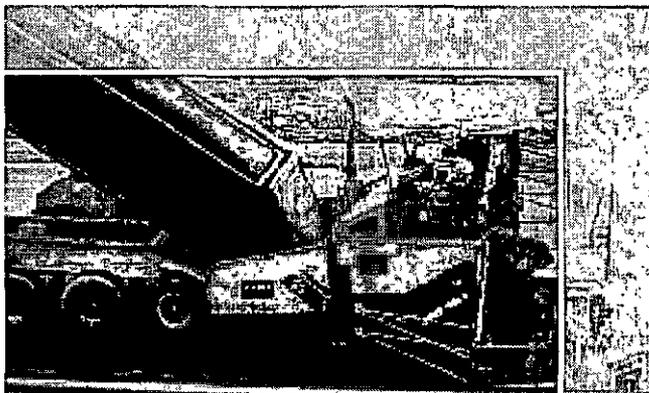
Minipavimentadoras y pavimentadoras pequeñas

Módulo	Anch. de tendido	Capac. de tendido	Potencia del motor	Peso de servicio
SUPER 600	1,10 – 2,70 m	hasta 200 t/h	40 kW/54 PS	max. 5,3 t
SUPER 800	1,10 – 3,20 m	hasta 250 t/h	42 kW/57 PS	max. 5,9 t



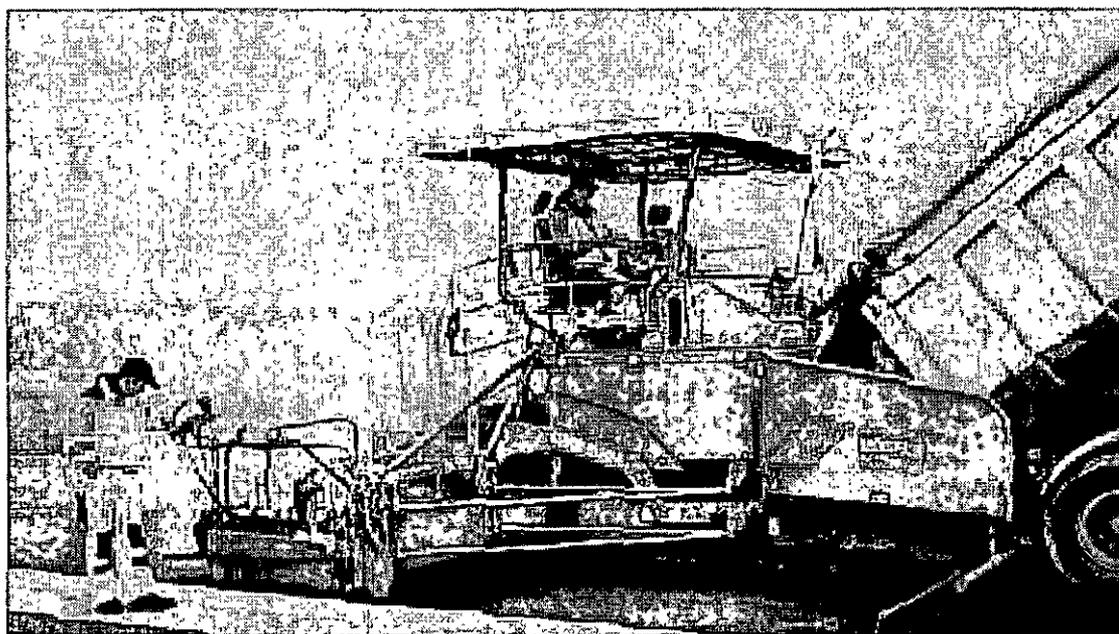
Pavimentadoras sobre orugas

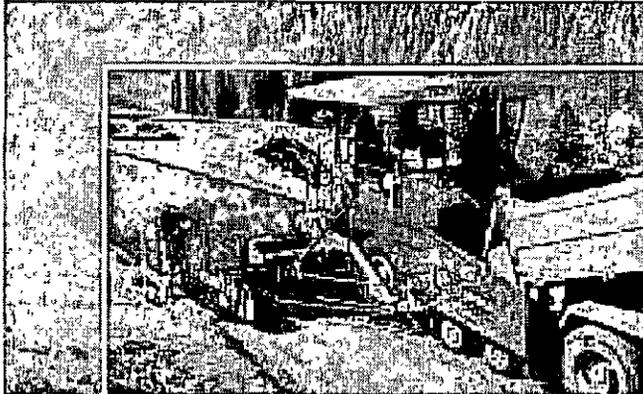
En cada clase de rendimiento correspondiente a la práctica, Vögele ofrece pavimentadoras de calzadas con tren de orugas. Común a todas es la elevada rentabilidad y fiabilidad.



Pavimentadoras sobre orugas

Modelo	Anch. de tendido	Capac. de tendido	Potencia del motor	Peso de servicio
SUPER 1600-1	2,50 – 8,00 m	hasta 600 t/h	96,0 kW / 131 PS	max. 19,4 t
SUPER 1800	2,50 – 10,00 m	hasta 600 t/h	122,3 kW / 166 PS	max. 20,1 t
SUPER 1800-1	2,50 – 9,00 m	hasta 700 t/h	127,0 kW / 173 PS	max. 20,0 t
SUPER 1800 SF	2,55 – 6,50 m	hasta 400 t/h	139,6 kW / 190 PS	max. 26,5 t
SUPER 1900	2,50 – 10,00 m	hasta 800 t/h	139,0 kW / 189 PS	max. 22,5 t
SUPER 2100	2,50 – 12,50 m	hasta 1.000 t/h	160,0 kW / 218 PS	max. 23,5 t
SUPER 2500	3,00 – 16,00 m	hasta 1.100 t/h	228,0 kW / 310 PS	max. 29,5 t



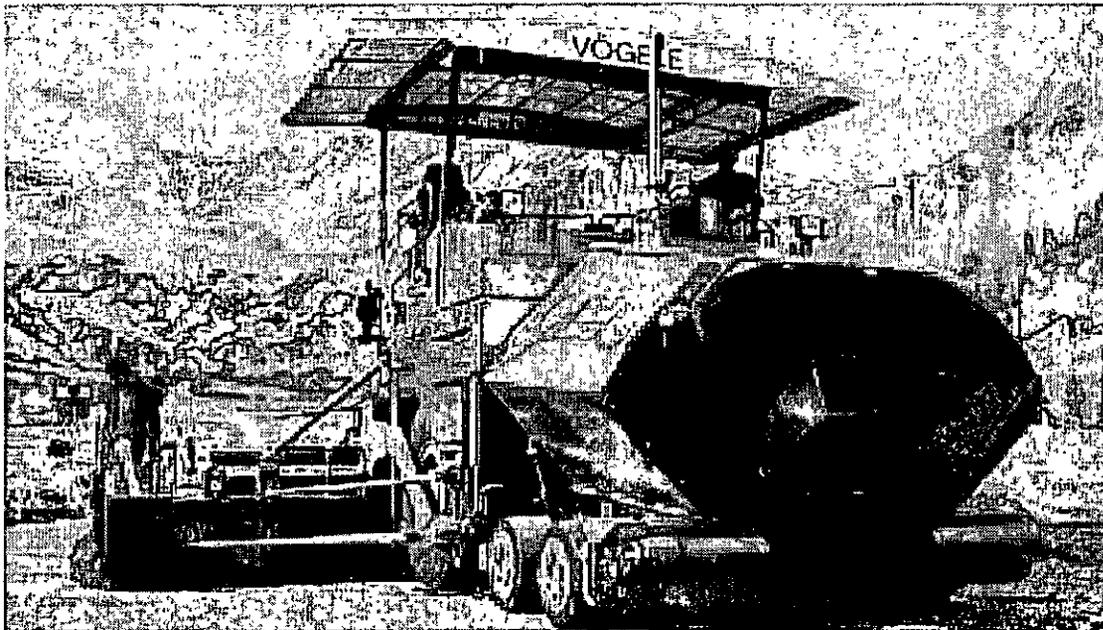


Pavimentadoras sobre ruedas

Las pavimentadoras de calzadas con tren de ruedas de Vögele son las máquinas apropiadas cuando se requiere una gran movilidad y una alta calidad de tendido. Común a todas es la gran fuerza de tracción y, con ello, el amplio campo de aplicaciones.

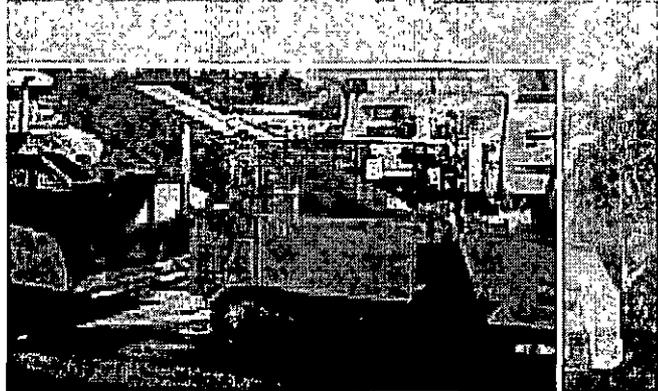
Pavimentadoras sobre ruedas

Modelo	Anch. de tendido	Capac. de tendido	Potencia del motor	Peso de servicio
SUPER 1203	1,70-4,00 m	hasta 175 t/h	54 kW/ 73 PS	max. 9,6 t
SUPER 1603-1	2,50-7,00 m	hasta 600 t/h	96 kW/131 PS	max. 18,8 t
SUPER 1803-1	2,50-8,00 m	hasta 700 t/h	127 kW/173 PS	max. 19,1 t



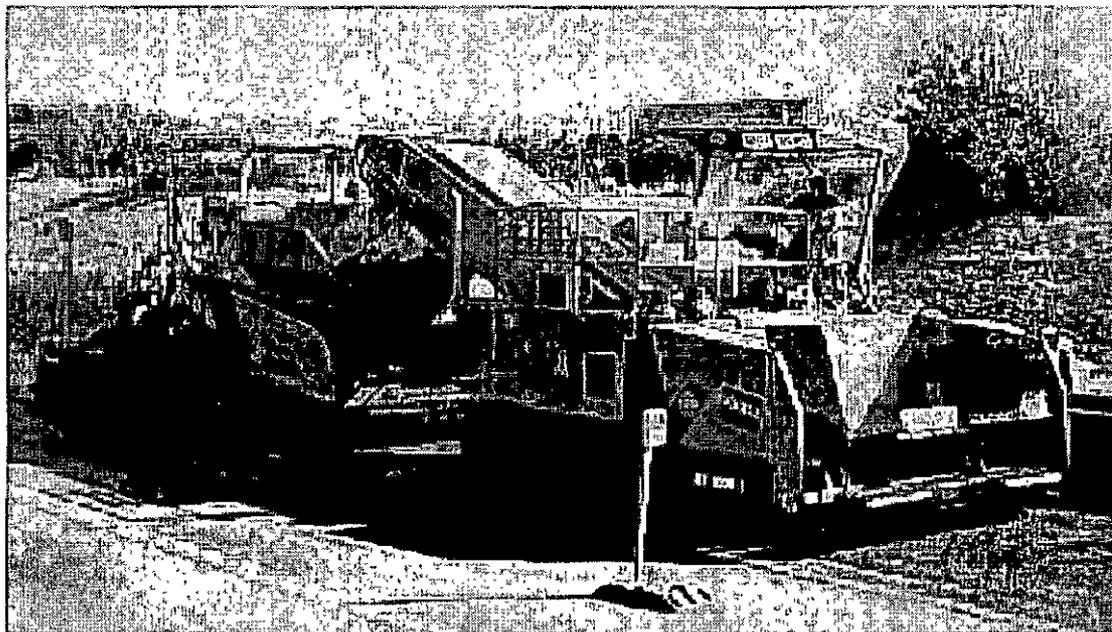
Alimentadora

La alimentadora de alto rendimiento de Vögele garantiza un flujo de material continuamente elevado hacia la pavimentadora, totalmente exento de contacto y sin acoplamiento. De esta forma, la pavimentadora es capaz de producir ininterrumpidamente capas de asfalto homogéneas y de excelente calidad de tendido.



Alimentadora

Modelo	Anch. de tendido	Capac. de tendido	Potencia del motor	Peso de servicio
MT 1000-1	hasta 16 m/min	hasta 900 t/h	106 kW / 144 PS	max. 16,0 t





Compactadores tandem pequeños de la serie HD

Los compactadores tandem articulados se pueden utilizar en sitios de obras de dimensiones reducidas. Con estos equipos, especialmente maniobrables, se puede obtener una compactación económica incluso en los sitios de obras estrechos.

Compactadores tandem de vibración doble

Modelo	Anch. de trabajo	Potencia del motor	Peso de servicio, CE
HD 10	1,00 m	20 kW/ 27 PS	2.450 daN (kg)
HD 12	1,20 m	20 kW/ 27 PS	2.660 daN (kg)
HD 13	1,30 m	23 kW/ 31 PS	3.150 daN (kg)

Compactadores mixtos

Modelo	Anch. de trabajo	Potencia del motor	Peso de servicio, CE
HD 10 K	1,00 m	20 kW/ 27 PS	2.415 daN (kg)
HD 12 K	1,20 m	20 kW/ 27 PS	2.565 daN (kg)
HD 13 K	1,30 m	23 kW/ 31 PS	2.795 daN (kg)



Compactadores tandem grandes de la serie HD

Los compactadores articulados grandes de la serie HD compactan las capas asfálticas con la misma eficiencia que la infraestructura. Se pueden equipar opcionalmente como compactadores vibratorios u oscilantes.

Compactadores tandem de vibración doble

Modelo	Anch. de trabajo	Potencia del motor	Peso de servicio, CE
HD 70	1,50 m	60 kW/ 82 PS	7.265 daN (kg)
HD 75	1,68 m	60 kW/ 82 PS	7.680 daN (kg)



Modelo	Anch. de trabajo	Potencia del motor	Peso de servicio, CE
HD 90	1,68 m	88 kW / 120 PS	9.190 daN (kg)
HD 110	1,68 m	98 kW / 133 PS	10.540 daN (kg)
HD 120	1,98 m	98 kW / 133 PS	12.280 daN (kg)
HD 130	2,14 m	98 kW / 133 PS	13.820 daN (kg)

Compactadores tandem de vibración doble y con tambor dividido

Modelo	Anch. de trabajo	Potencia del motor	Peso de servicio, CE
HD 75.4	1,68 m	60 kW / 82 PS	8.025 daN (kg)
HD 90.4	1,68 m	88 kW / 120 PS	9.820 daN (kg)

Compactadores tandem de oscilación y vibración

Modelo	Anch. de trabajo	Potencia del motor	Peso de servicio, CE
HD O70V	1,50 m	60 kW / 82 PS	7.705 daN (kg)
HD O75V	1,68 m	60 kW / 82 PS	8.115 daN (kg)
HD O90V	1,68 m	88 kW / 120 PS	9.580 daN (kg)
HD O120V	1,98 m	98 kW / 133 PS	12.250 daN (kg)

Compactadores mixtos

Modelo	Anch. de trabajo	Potencia del motor	Peso de servicio, CE
HD 70 K	1,50 m	60 kW / 82 PS	6.970 daN (kg)
HD 75 K	1,68 m	60 kW / 82 PS	7.500 daN (kg)
HD 90 K	1,68 m	88 kW / 120 PS	8.585 daN (kg)
HD 110 K	1,68 m	98 kW / 133 PS	9.225 daN (kg)

Compactadores tandem con tambor dividido

Modelo	Anch. de trabajo	Potencia del motor	Peso de servicio, CE
HD 75.4 K	1,68 m	60 kW / 82 PS	7.500 daN (kg)

Compactadores mixtos de oscilación

Modelo	Anch. de trabajo	Potencia del motor	Peso de servicio, CE
HD O75K	1,68 m	60 kW / 82 PS	7.650 daN (kg)

Compactadores tandem de alta frecuencia de vibración doble

Modelo	Anch. de trabajo	Potencia del motor	Peso de servicio, CE
HD 110 HV	1,68 m	98 kW / 133 PS	10.540 daN (kg)
HD 110 VHV	1,68 m	98 kW / 133 PS	10.540 daN (kg)
HD 120 HV	1,98 m	98 kW / 133 PS	12.280 daN (kg)
HD 130 HV	2,14 m	98 kW / 133 PS	13.820 daN (kg)



Compactadores tandem de la serie DV

Los compactadores tandem con dirección de travesía giratoria de la serie DV son equipos de alto rendimiento modernos para el tendido de asfalto. Las características especiales de estas máquinas son el extraordinario confort de mando, el revolucionario concepto de vista libre de obstáculos y el alto rendimiento de superficie.

Compactadores tandem de vibración doble

Módulo	Anch. de trabajo	Potencia del motor	Peso de servicio, CE
DV 40 W	1,20 m	30 kW / 41 PS	4.130 daN (kg)
DV 70 W	1,50 m	64 kW / 87 PS	7.865 daN (kg)
DV 90 W	1,68 m	75 kW / 102 PS	9.575 daN (kg)

Compactadores tandem de vibración y oscilación

Módulo	Anch. de trabajo	Potencia del motor	Peso de servicio, CE
DV 70 VO	1,50 m	64 kW / 87 PS	7.865 daN (kg)
DV 90 VO	1,68 m	75 kW / 102 PS	9.410 daN (kg)

Compactadores mixtos tandem de vibración

Módulo	Anch. de trabajo	Potencia del motor	Peso de servicio, CE
DV 40 TV	1,20 m	30 kW / 41 PS	3.880 daN (kg)
DV 70 TV	1,50 m	64 kW / 87 PS	7.535 daN (kg)
DV 90 TV	1,68 m	75 kW / 102 PS	8.885 daN (kg)

Compactadores mixtos tandem de oscilación

Módulo	Anch. de trabajo	Potencia del motor	Peso de servicio, CE
DV 70 TO	1,50 m	64 kW / 87 PS	7.535 daN (kg)
DV 90 TO	1,68 m	75 kW / 102 PS	8.735 daN (kg)

Compactadores de neumáticos articulados

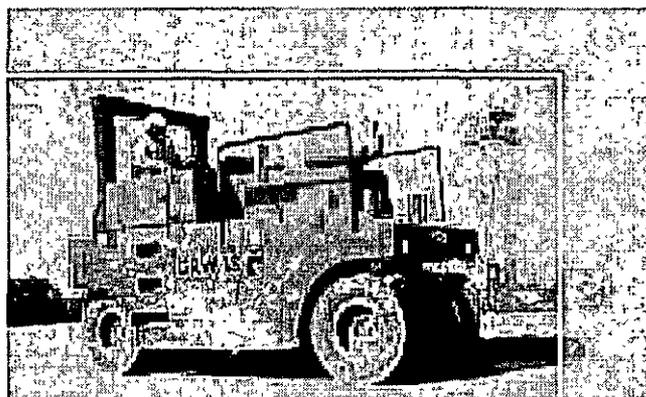
Los compactadores de neumáticos de la serie HD cumplen hasta las más elevadas exigencias en la compactación de capas asfálticas. Estos modernos equipos articulados disponen de una ergonomía optimizada y convencen por su excepcional vista omnidireccional y su maniobrabilidad.



Modelo	Anch. de trabajo	Potencia del motor	Peso de servicio, CE
HD 150 TT	1,91 m	98 kW / 133 PS	14.330 daN (kg)

Compactadores de neumáticos

Los compactadores de neumáticos se utilizan para compactar las capas asfálticas. Gracias al solapamiento superposición de los neumáticos, crean una superficie limpia y lisa.

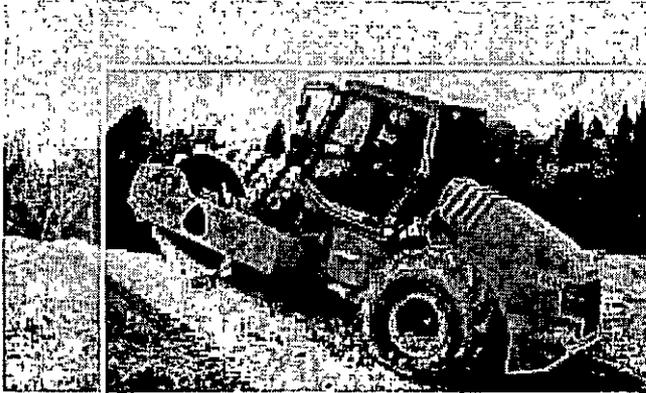


Modelo	Anch. de trabajo	Potencia del motor	Peso de servicio, CE
GRW 10	1,99 m	86 kW / 117 PS	8.800 daN (kg)
GRW 15	1,99 m	86 kW / 117 PS	11.500 daN (kg)
GRW 18	1,99 m	86 kW / 117 PS	14.500 daN (kg)

Compactadores estáticos de tres ruedas

Los compactadores estáticos de tres ruedas se utilizan directamente detrás de la pavimentadora para compactar el asfalto.

Modelo	Anch. de trabajo	Potencia del motor	Peso de servicio, CE
HW 90B/10	2,02 m	53 kW / 72 PS	10.600 daN (kg)
HW 90B/12	2,02 m	53 kW / 72 PS	12.600 daN (kg)



Compactadores vibratorios monotambor de la serie 3000

Los compactadores vibratorios monotambor de la serie 3000 de Hamm para la compactación de tierra se caracterizan por su confort, su excelente ergonomía, sus inigualables condiciones de vista y su capacidad de ascenso (de hasta el 70%).

Compactadores vibratorios monotambor con tambor liso

Modelo	Ancho de trabajo	Potencia del motor	Peso de servicio, CE
3205	1,37 m	45 kW / 61 PS	5.350 daN (kg)
3307	1,68 m	65 kW / 88 PS	7.050 daN (kg)
3307 HT	1,68 m	65 kW / 88 PS	7.050 daN (kg)
3410	2,14 m	98 kW / 133 PS	10.530 daN (kg)
3411	2,14 m	98 kW / 133 PS	11.305 daN (kg)
3412	2,14 m	98 kW / 133 PS	12.190 daN (kg)
3412 HT	2,14 m	98 kW / 133 PS	12.190 daN (kg)
3414	2,14 m	98 kW / 133 PS	14.230 daN (kg)
3414 HT	2,14 m	98 kW / 133 PS	14.230 daN (kg)
3516	2,14 m	147 kW / 200 PS	15.750 daN (kg)
3516 HT	2,14 m	147 kW / 200 PS	15.750 daN (kg)
3518	2,22 m	147 kW / 200 PS	17.820 daN (kg)
3518 HT	2,22 m	147 kW / 200 PS	17.820 daN (kg)
3520	2,22 m	147 kW / 200 PS	19.800 daN (kg)
3520 HT	2,22 m	147 kW / 200 PS	19.800 daN (kg)
3625 HT	2,22 m	174 kW / 237 PS	24.960 daN (kg)



Compactadores vibratorios monotambor con pata apisonadora

Modelo	Anch. de trabajo	Potencia del motor	Peso de servicio, CE*
3205 P	1,37 m	45 kW / 61 PS	5.730 daN (kg)
3307 P	1,68 m	65 kW / 88 PS	7.050 daN (kg)
3307 HT P	1,68 m	65 kW / 88 PS	7.050 daN (kg)
3410 P	2,14 m	98 kW / 133 PS	11.015 daN (kg)
3411 P	2,14 m	98 kW / 133 PS	11.795 daN (kg)
3412 P	2,14 m	98 kW / 133 PS	12.290 daN (kg)
3412 HT P	2,14 m	98 kW / 133 PS	12.290 daN (kg)
3414 P	2,14 m	98 kW / 133 PS	14.300 daN (kg)
3414 HT P	2,14 m	98 kW / 133 PS	14.300 daN (kg)
3516 P	2,14 m	147 kW / 200 PS	15.750 daN (kg)
3516 HT P	2,14 m	147 kW / 200 PS	15.750 daN (kg)
3518 P	2,22 m	147 kW / 200 PS	17.920 daN (kg)
3518 HT P	2,22 m	147 kW / 200 PS	17.920 daN (kg)
3520 P	2,22 m	147 kW / 200 PS	19.900 daN (kg)
3520 HT P	2,22 m	147 kW / 200 PS	19.900 daN (kg)

Compactadores vibratorios monotambor de vibración y oscilación

Modelo	Anch. de trabajo	Potencia del motor	Peso de servicio, CE*
3307 VIO	1,68 m	65 kW / 88 PS	6.650 daN (kg)
3307 HT VIO	1,68 m	65 kW / 88 PS	6.650 daN (kg)
3412 VIO	2,14 m	98 kW / 133 PS	12.190 daN (kg)
3412 HT VIO	2,14 m	98 kW / 133 PS	12.190 daN (kg)
3414 VIO	2,14 m	98 kW / 133 PS	14.230 daN (kg)
3414 HT VIO	2,14 m	98 kW / 133 PS	14.230 daN (kg)

* Pesos indicados incl. cabina



Wirtgen Group
Höhner Strasse 2
53578 Windhagen · Alemania
Tel.: +49 (0) 26 45/131-0
Fax: +49 (0) 26 45/131-242
Internet: www.wirtgen-group.com



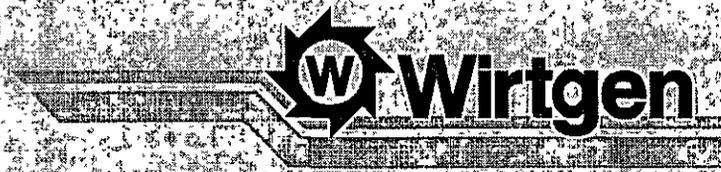
Wirtgen GmbH
Höhner Strasse 2
53578 Windhagen · Alemania
Tel.: +49 (0) 26 45/131-0
Fax: +49 (0) 26 45/131-242
Internet: www.wirtgen.com



Joseph Vögele AG
Neckarauer Strasse 168-228
68146 Mannheim · Alemania
Tel.: +49 (0) 6 21/81 05-0
Fax: +49 (0) 6 21/81 05-461
Internet: www.voegele-ag.com



Hamm AG
Hammstrasse 1
95643 Tirschenreuth · Alemania
Tel.: +49 (0) 96 31/80-0
Fax: +49 (0) 96 31/80-120
Internet: www.hammag.com



Fresadora en frío W 1000 L

***Cómo desprender capas asfálticas
de manera rentable***



La fresadora compacta de 1 m

Cómo eliminar capas de firmes de manera rentable

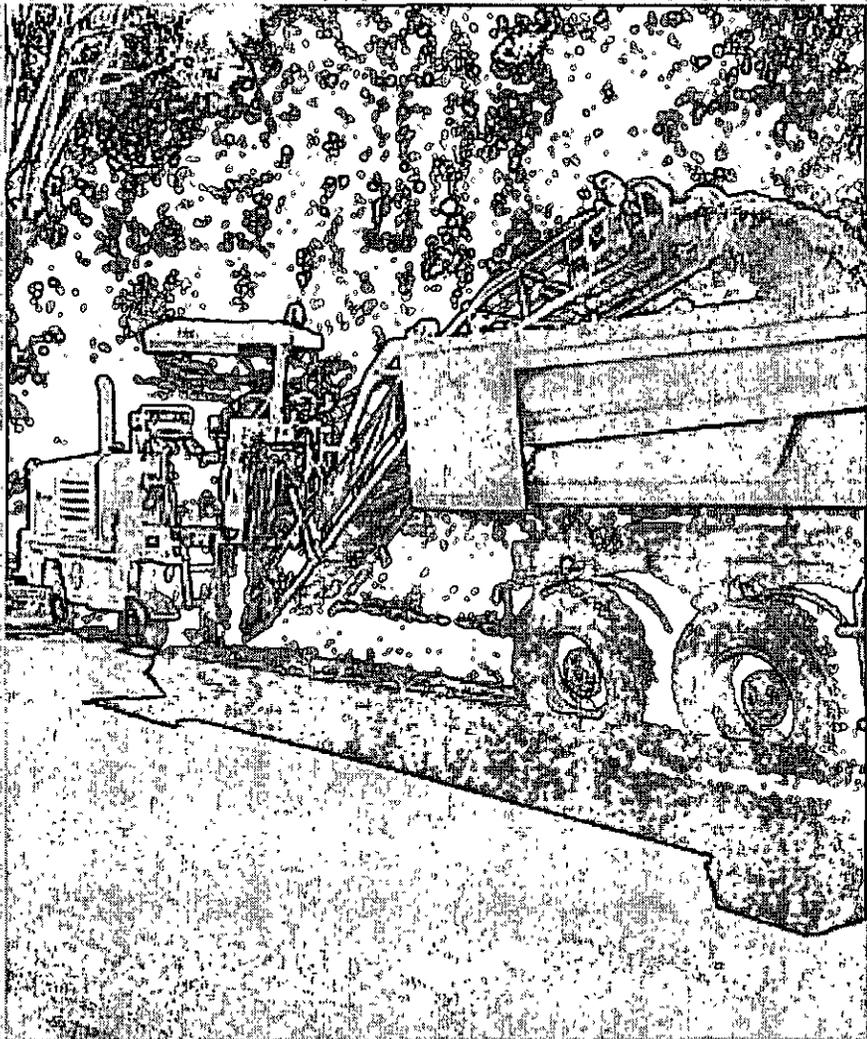
La fresadora en frío W 1000 L de Wirtgen ya ha logrado establecer su buen nombre en muchos países. En todas las obras, su éxito ha quedado demostrado gracias a la tecnología fiable, al gran rendimiento de corte y, en consecuencia, a la gran rentabilidad.

Sus puntos fuertes se encuentran en la eliminación de capas completas de firmes. En estos casos, puede tratarse de trabajos de eliminación de capas completas en amplias superficies o bien de trabajos complementarios, para los cuales no vale la pena utilizar una fresadora grande.

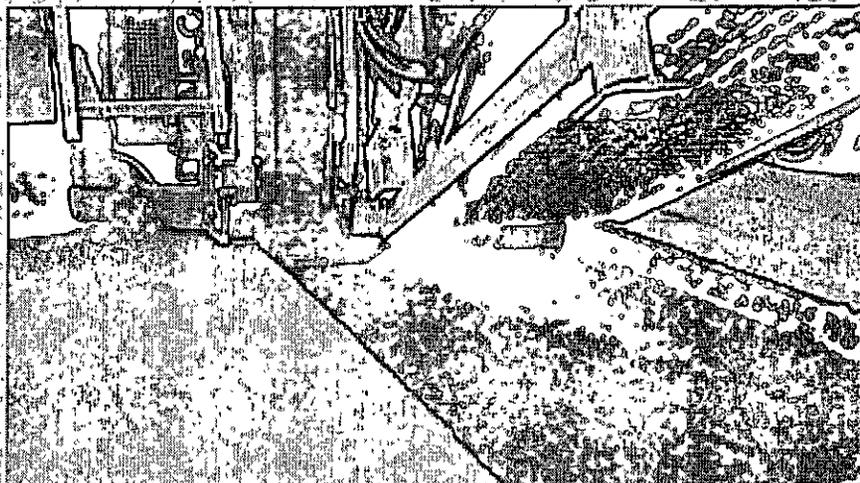
Buen trabajo

La fresadora de calzadas W 1000 L ejecuta un buen trabajo en todas las obras. El material granulado del firme se transporta desde el área de fresado hasta la cinta de carga cubierta. Allí, una cinta de transporte con nervaduras garantiza que el material se cargue en los camiones en su totalidad. La velocidad de transporte de esta cinta puede regularse de forma continua.

Sin embargo, también es posible cargar parcialmente el material fresado. Para ello, sólo se requiere ajustar el rascador a la altura del material fresado que se desea dejar en su lugar; la proporción deseada de material fresado permanecerá así sobre la superficie de fresado.



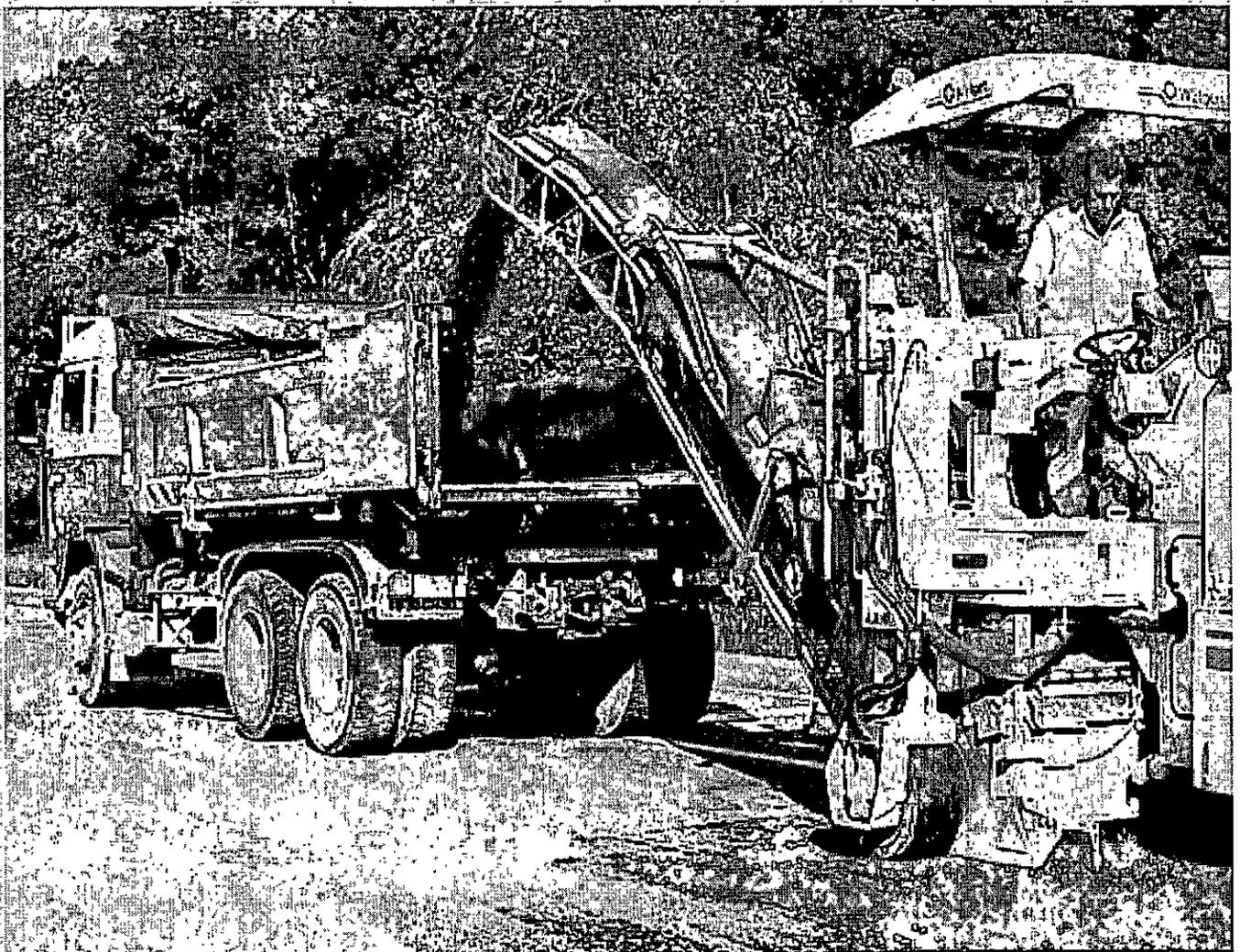
La máquina W 1000 L va fresando la capa de firme rápida y profundamente. El ajuste de la profundidad de fresado garantiza en este caso un resultado de trabajo parejo.



Uno de los principales campos de aplicación de la máquina W 1000 L es el desprendimiento de capas completas de firmes.

Ajuste sencillo de la profundidad de fresado

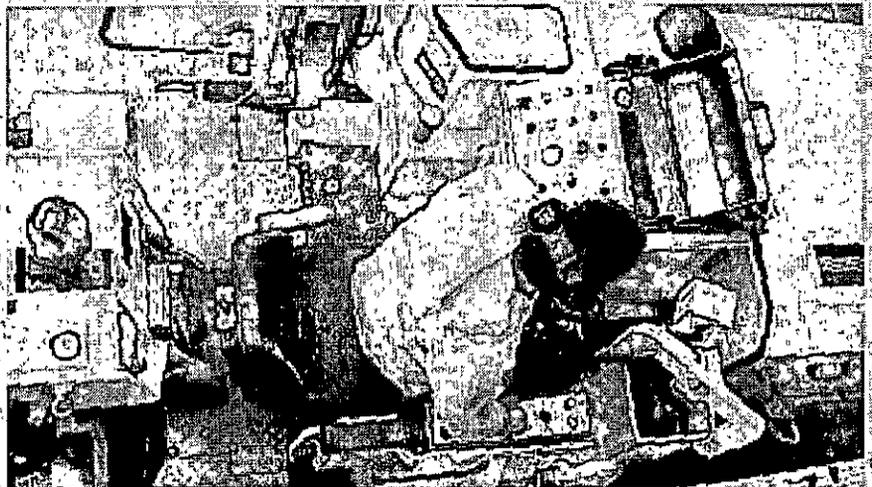
El ajuste de la profundidad de fresado resulta tan poco complicado como el fresado mismo con la máquina W 1000 L. Para ello, sólo se requiere modificar hidráulicamente la altura de los mecanismos de traslación traseros. La profundidad de fresado puede ajustarse de forma continua, desde unos pocos milímetros hasta de 250 mm. Vale la pena utilizar el sistema de nivelación automático de Wirtgen sobre todo al desprender amplias superficies en capas de calzadas. Con este sistema se logra automáticamente una superficie plana o un determinado perfil.



Saneamiento de superficies con la fresadora W 1000 L. El rodillo de fresado se acciona mecánicamente, con gran eficiencia. En consecuencia, se

Operación confortable

Es posible subir al amplio puesto de mando por la derecha y por la izquierda, de manera que también queda garantizado el acceso seguro durante el fresado a lo largo de los bordes o en obras estrechas. Cada conductor puede ajustar el asiento y el volante en función de su propia altura. La rotulación unívoca de los elementos del tablero de mando hace que resulte muy sencillo operar la máquina. Los elementos de manejo utilizados con mayor frecuencia se encuentran integrados en el apoyabrazos. Y, naturalmente, el conductor tiene siempre una buena visión general sobre la superficie a fresar.



El puesto de mando de la máquina W.1000 L visto desde arriba. Los principales elementos están integrados en el apoyabrazos del asiento, los restantes se encuentran a mano.



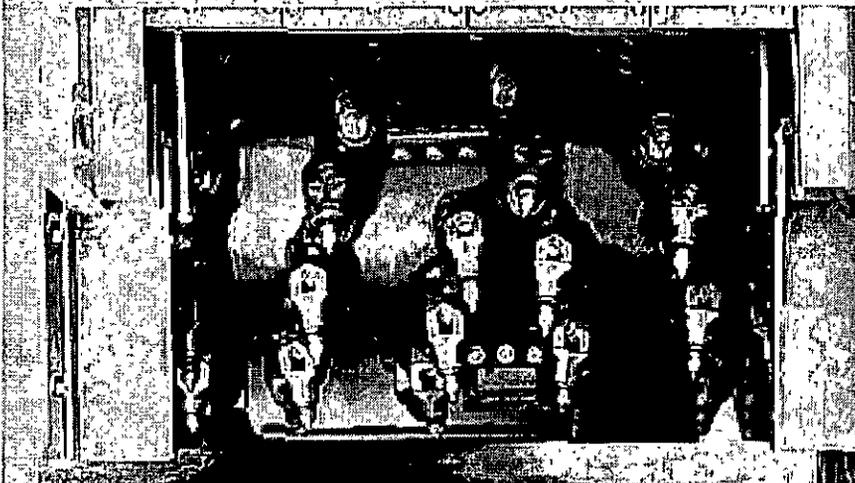
logra un avance óptimo con un alto rendimiento diario.

Alto rendimiento diario

El motor de la fresadora W 1000 L, insonorizado en serie, dispone de un ventilador integrado de alta potencia, por lo cual también funciona sin averías a temperaturas ambientales elevadas. Gracias a la transmisión de fuerza mecánica desde el motor al rodillo de fresado a través de correas, se logra una gran eficiencia. Al mismo tiempo, las correas amortiguan todo tipo de golpes y protegen las unidades restantes contra las cargas excesivas. Así, la transmisión óptima de fuerza y la operación sin averías permite lograr un alto rendimiento diario.



El operador tiene mucho lugar para recambiar trépanos rápida y sencillamente.



El corazón de la máquina W 1000 L, el rodillo de fresado, aquí equipado con el sistema patentado HT3, es robusto y ha sido concebido para una larga vida útil.

Tecnología de fresado ya probada

El rodillo de fresado de la máquina W 1000 L se destaca por diversas características. Así, la inteligente disposición de los trépanos sobre el rodillo posibilita un funcionamiento tranquilo de la máquina. El transporte continuo del material fresado desde el área de fresado queda garantizado por los eyectores. Y, gracias a los segmentos especiales de los bordes, se obtienen cantos de fresado cada vez mejores. Para recambiar los trépanos de vástago cilíndrico, simplemente se abre el rascador por medios hidráulicos. Ello permite ahorrar tiempo y resulta seguro.

W 1000 L - de fácil manejo

Maniobrable y de fácil manejo

Una tracción permanente en todas las ruedas con bloqueo diferencial activable a voluntad permite que esta máquina de 4 ruedas progrese bien en cualquier situación de obra. Además, la suave dirección permite maniobrar sin ningún problema, tanto durante el fresado como durante la carga de la máquina. Ésta resulta especialmente convincente durante los trabajos de fresado en curvas, gracias a su maniobrabilidad. En estos casos, la cinta de carga, que puede girarse en ambas direcciones, permite cargar completamente los camiones.



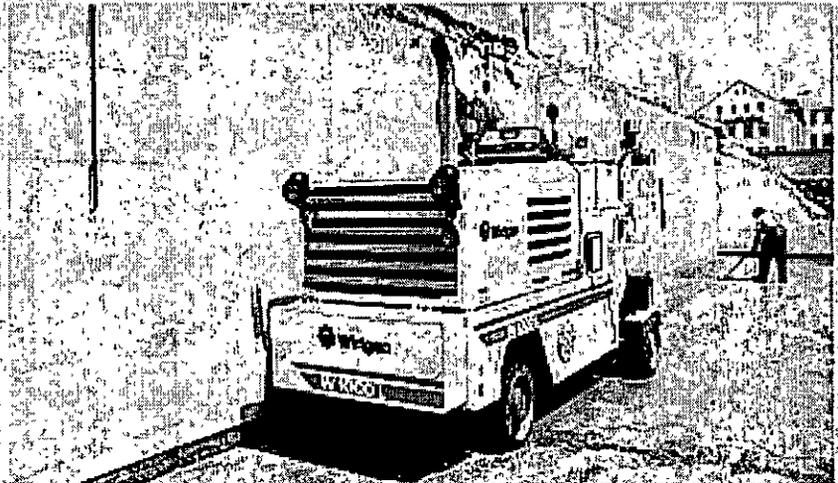
La rueda trasera derecha puede replegarse con unos pocos movimientos.

Gran disponibilidad y seguridad verificada

En la fabricación de las fresadoras utilizamos solamente materiales de la mejor calidad. Además, diversas verificaciones durante el proceso de producción garantizan un trabajo cuidadoso. Ambos aspectos permiten lograr una gran disponibilidad y una larga vida útil de la fresadora W 1000 L. Y, no menos importante: el sello "GS" (seguridad verificada) y la aceptación por parte de la asociación de previsión contra accidentes de trabajo son garantías de seguridad durante la operación y el mantenimiento de la máquina W 1000 L.



Todos los trabajos de mantenimiento pueden efectuarse desde un solo lado, y el capó, que se abre en un amplio ángulo, posibilita una buena accesibilidad.



Fresar hasta el bordillo o las paredes: esto es posible con la rueda trasera replegada. Foto: eliminación de una capa contaminada, antes de demoler el edificio de una fábrica.



Gracias a su diseño compacto, la máquina W 1000 L es fácilmente transportable y puede amarrarse con rapidez y seguridad a un camión de plataforma baja.



WIRTTGEN
GROUP



Wirtgen GmbH · Hohner Strasse 2
53578 Windhagen · Alemania

Tel.: +49 (0) 26 45/131-0

Fax: +49 (0) 26 45/131-242

Internet: www.wirtgen.com