

Introducción

La condición de las carreteras en general y la resistencia al derrapaje en particular son ahora de máxima importancia para los ingenieros responsables de las autopistas y para las empresas contratadas para su mantenimiento.

A nivel internacional existe una preocupación creciente por la relación entre la resistencia al derrapaje y la siniestralidad en las carreteras, y existe un compromiso por reducir el número de accidentes de carretera, especialmente el número de víctimas mortales.

Mejoras recientes en el diseño de los materiales asfálticos han producido importantes beneficios, tales como la reducción de ruidos, la reducción de rociado, una aplicación más rápida con la consiguiente reducción de costes, pero todavía es pronto para comparar sus resultados con los casi 100 años de existencia de los materiales antiguos ("HRA y chips").

Los nuevos materiales que forman un delgado revestimiento requieren altas exigencias en cuanto a control de calidad, tanto durante su producción como durante su aplicación, para evitar pavimentos con exceso de asfalto.

La resistencia al derrapaje de estos materiales es menor en la primera aplicación, y puede no alcanzar su óptimo hasta transcurridos dos años.

El granallado para eliminar la cubierta de la superficie del conglomerado de partículas aportará a la superficie tratada su máxima resistencia al derrapaje de manera uniforme sobre toda la calzada después de transcurridas algunas semanas desde la aplicación sobre la superficie en cuestión. Además, cuando en tres o cuatro años el conglomerado esté pulido y la resistencia al derrapaje esté por debajo de un nivel aceptable, el granallado se podrá regenerar aplicando nuevo conglomerado y quitando la superficie pulida. Esta práctica puede incrementar en varios años la vida de la carretera.

Además de esta mejora en la seguridad, existe actualmente una tendencia a utilizar materiales con diferentes colores y estructuras, tanto por razones estéticas para realzar el centro de las ciudades, los proyectos comerciales y los esquemas de regeneración urbana, como por razones de seguridad de identificación de carriles, de indicación de peligros y de señalización.

El granallado junto con el diseño de la mezcla de asfalto puede dar lugar a un rango completo y novedoso de terminaciones decorativas de asfaltos, incluyendo combinaciones de conglomerados de varios colores y estructuras en una misma superficie.

El granallado profesional del asfalto puede ofrecer soluciones con beneficios significativos en todas estas áreas.

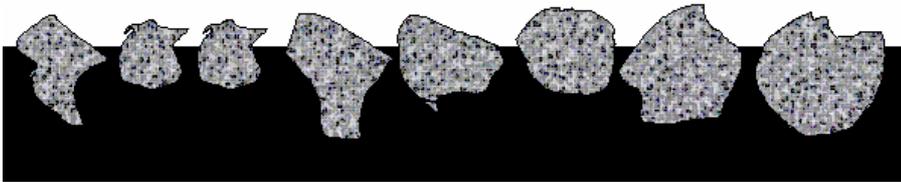
Estructura de un pavimento de carretera

Principalmente existen tres tipos de estructuras, que son factores importantes en el rendimiento del pavimento de una carretera, Megaestructura, Macroestructura y Microestructura.

Además de estos tipos, se utilizan los términos Estructura Negativa y Estructura Positiva, más relacionados con el método utilizado o con el tipo de material aplicado.

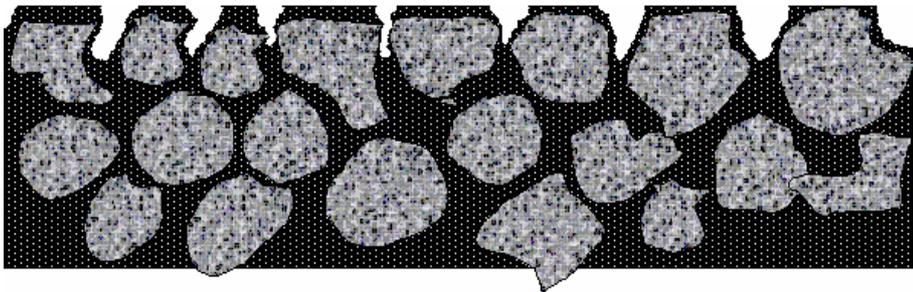
La **Estructura Positiva** se forma por los huecos o vacíos existentes entre las partículas elevadas que forman el conglomerado y que sobresalen por encima del plano horizontal.

La Estructura Positiva es típica de HRA + Chips.



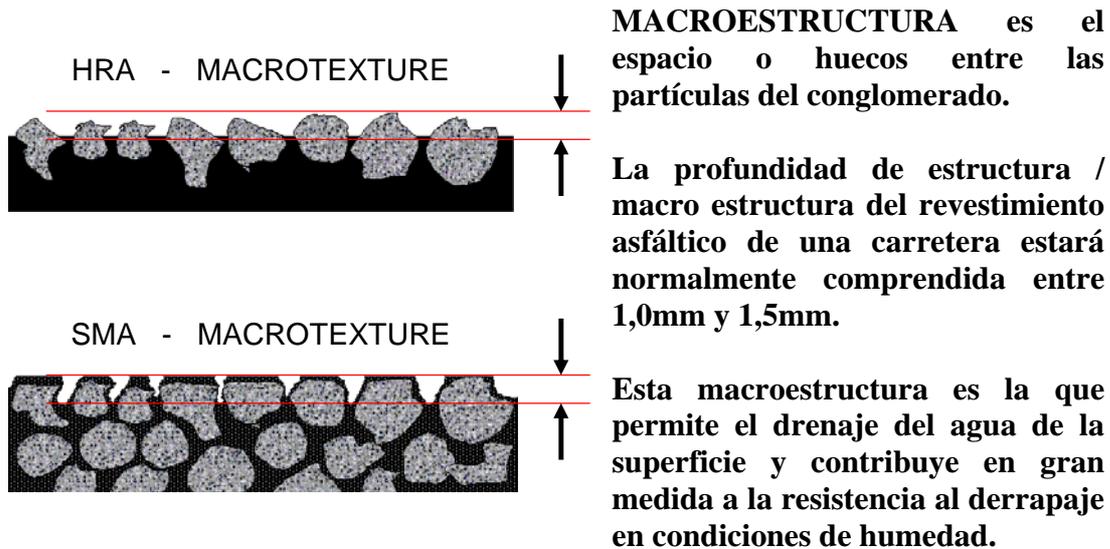
La **Estructura Negativa** está formada por los huecos o vacíos formados entre las partículas del conglomerado y que se encuentran por debajo del plano horizontal.

Es típica de materiales extendidos en capas finas tales como los "SMA's"



Megaestructura es un componente del perfil del pavimento, e indica si la superficie es plana. Una megaestructura baja es menos exigente para las suspensiones, especialmente durante el frenado y la conducción, reduce la formación de charcos de agua. Una megaestructura pobre puede ser el resultado de un pavimento deformado, de baches o de una técnica de aplicación inadecuada, y puede afectar a la capacidad de drenaje con el consiguiente peligro de "acquaplaning".

Macroestructura es realmente la profundidad media de los huecos o vacíos existentes entre las partículas gruesas del conglomerado en el pavimento de una carretera, es relativamente estable, y se puede medir por medio de medidores láser de perfil ("laser profilometers") a velocidad normal en autovía. Se registra como SMTD ("sensor measured texture depth") o profundidad de estructura medida por sensor.



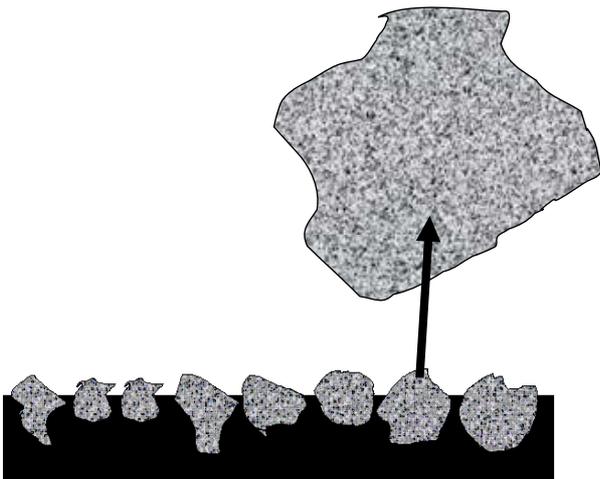
La macroestructura es una característica importante de los pavimentos de las carreteras que afecta a la superficie de frenado a altas velocidades. Existen dos mecanismos implicados:

1. Drenaje
Una buena profundidad de estructura permite el drenaje del agua, previniendo la formación de bolsas de agua sobre la superficie, responsables del “acquaplaning”.
2. Histéresis
Una buena profundidad de estructura es necesaria para permitir la deformación mecánica de la rueda (histéresis), la cual libera energía en forma de calor.

La macroestructura se ha medido tradicionalmente por el Test de la “mancha de tierra” (“Sand Patch Test”) que consiste en extender un volumen conocido de tierra sobre la superficie de la carretera, de forma circular hasta que haya recubierto los huecos entre las partículas del conglomerado. Se mide el diámetro de la mancha de tierra y se utiliza una fórmula para calcular la profundidad de la estructura. Este método es aplicable para pequeñas áreas o ensayos de campo pero es lento y trabajoso. Los métodos actuales se basan en dispositivos laser de medida. Las pulsaciones del laser infra-rojo se reflejan sobre la superficie de la carretera hacia una serie de diodos. La posición de las pulsaciones de retorno se utiliza para estimar la distancia vertical entre el sensor y la carretera. La raíz cuadrada media de la distancia, una medida de la variación de la distancia vertical, se utiliza para calcular la profundidad media de la estructura, conocida como Profundidad de estructura medida por sensor (SMTD).

Microestructura, la Microestructura del pavimento de una carretera viene dada por la rugosidad o estructura de la superficie de las partículas individuales del conglomerado.

MICROTEXTURE



La Microestructura está formada por los componentes más finos de la estructura del pavimento formada por los intersticios diminutos de la superficie de las partículas del conglomerado.

Es el principal responsable de la adherencia o resistencia al derrapaje de los neumáticos, especialmente a velocidades bajas.

La Microestructura se mide por el PSV utilizando el aparato de péndulo británico (“British Pendulum Tester”) o con métodos móviles tales como el “Griptester” o SCRIM.

Los conglomerados utilizados en el asfalto de los pavimentos de las carreteras tienen normalmente unos valores de PSV comprendidos entre 50 y 68, de tal forma que a mayor valor mayor adherencia o resistencia al derrapaje.

Resistencia al derrapaje

La Adherencia del pavimento es necesaria para poder acelerar, decelerar y cambiar de dirección sobre la superficie de la carretera. La adherencia procede de la fricción entre los neumáticos de los vehículos y la superficie de la carretera, y en contrapartida esta fricción proporciona la fuerza necesaria para transmitir al vehículo energía para poder maniobrar. Las características de los vehículos y las acciones del conductor determinan la magnitud de la fuerza de fricción requerida para completar con éxito la maniobra. Si la fricción generada es insuficiente, se pierde adherencia y por tanto también el control de la maniobra iniciada.

En Estados Unidos, se ha estimado que las condiciones inadecuadas del pavimento de las autopistas causan 10.000 de las 43.000 víctimas mortales al año en autopistas. Una fricción insuficiente del pavimento o de la estructura del revestimiento incrementa el número total de accidentes especialmente en condiciones meteorológicas desfavorables (humedad), con el consiguiente incremento de víctimas mortales y de heridos graves, así como importantes atascos de tráfico.

Se estima que en el mundo se producen al año 1,2 millones de muertes y 50 millones de heridos graves en accidentes de carretera (autopistas).

Realmente es un problema a nivel mundial y los representantes de la FHWA y de la AASHTO han organizado conferencias para discutir y valorar algunas de las soluciones relacionadas con la seguridad en carretera adoptadas en todo el mundo. El Reino Unido revisó su política de resistencia al derrapaje basada en quince años de experiencia, considerándose como la mejor opción.

Distintas investigaciones han demostrado que el incremento de la profundidad de la estructura de 0,3mm a 1,5mm reduce el índice de accidentes aproximadamente un 50%, y aumentar la resistencia al derrapaje de 0,35 a 0,6 reduce el índice de accidentes cerca de un 65%.

Medida de la resistencia al derrapaje.

Valor de la Piedra Pulida (“Polished Stone Value” o PSV) es una medida de la resistencia al pulimento o de la pérdida de las propiedades de adherencia-fricción de un conglomerado, normalmente en relación con su “microestructura”.

El test PSV valora la tendencia al pulimento de un conglomerado. El test tiene dos fases, en primer lugar un pulimento acelerado y en segundo lugar la determinación del valor de fricción resultante de utilizar el aparato de péndulo británico (“British pendulum tester”).

Los conglomerados utilizados en los recubrimientos asfálticos de las carreteras presentan normalmente unos valores comprendidos entre 50 y 68, de tal forma que a mayor valor mayor fricción o resistencia al derrapaje.



Pulimetro acelerado



Además de las propiedades de resistencia al derrapaje o de la Microestructura también es importante conocer la duración de estas propiedades, normalmente medida por el AAV.

Valor de Abrasión del Conglomerado (“Aggregate Abrasion Value” o AAV) es una medida de la resistencia de un conglomerado al desgaste por abrasión seca.

Los conglomerados con valores bajos de AAV se desgastarán rápidamente y esto tendrá un efecto significativo sobre la profundidad de la estructura del revestimiento de la carretera o “macroestructura”. La AAV se mide utilizando dos dispositivos que se presionan sobre la superficie de un disco de acero que gira en el plano horizontal, con una fuerza de 0,365 newtons por cm². Se utiliza arena como abrasivo. Después de realizar 500 vueltas del disco, se mide la cantidad de material desprendido calculando la pérdida de masa del conglomerado.

El porcentaje perdido de masa se conoce como el ‘Valor de Abrasión del Conglomerado’ o AAV (“Aggregate Abrasion Value”), y tiene valores comprendidos entre 1 para superficies duras hasta 16.

Los conglomerados utilizados para fabricar el asfalto del pavimento de las carreteras tienen normalmente valores comprendidos entre 10 y 16, de tal forma que a menor valor menor desgaste.

Nota

Tanto el PSV como el AAV son importantes para la resistencia al derrapaje, pero un PSV alto de un conglomerado no implica necesariamente un buen AAV y viceversa.

El Test de Valor de Abrasión de Los Angeles (“Los Angeles Abrasion Value Test” o LAAV), este test mide la degradación de un conglomerado después del impacto de una carga de 25 Kg, aunque esto no represente de forma adecuada la abrasión producida por los neumáticos de los vehículos tal y como se simula en el test AAV, siendo por lo tanto un test de menor relevancia en la valoración del revestimiento asfáltico de una carretera.

Máquina de Investigación Rutinaria del Coeficiente de Fuerza-lateral o SCRIM (“Sideway-force Coefficient Routine Investigation Machine”)

Esta máquina se utiliza para medir la resistencia al derrapaje en condiciones de humedad del pavimento de una carretera.

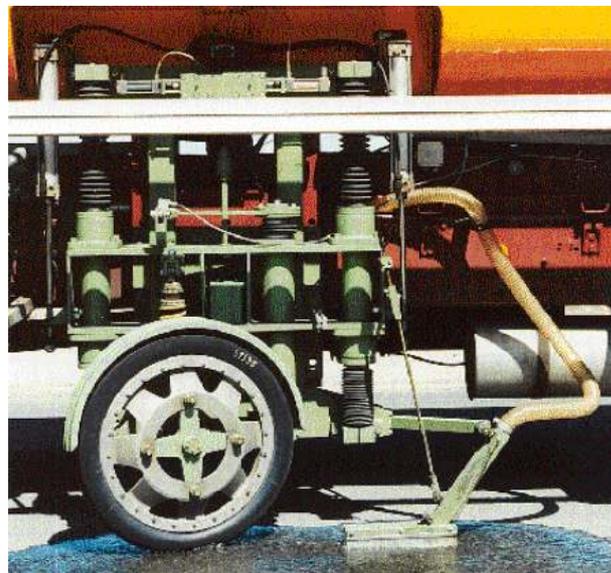
Las mediciones de la resistencia al derrapaje registradas por la SCRIM se utilizan para identificar tramos de carretera que alcanzan o están por debajo de los niveles de investigación (“investigatory levels”) definidos para un rango de distintas categorías de tramos.

Las mediciones con la SCRIM se llevan a cabo a una velocidad objetivo de test de 50 km/h.

Las ruedas de prueba se montan en la parte media del vehículo, a ambos lados y con un ángulo de 20 grados con respecto al sentido de la marcha.

La rueda de prueba, con un neumático más blando con respecto a la dureza estándar, gira libremente sobre el pavimento de la carretera y bajo una carga conocida.

Un flujo controlado de agua humedece la superficie de la carretera justo delante de la rueda de prueba.



Cuando el vehículo se mueve hacia delante, la rueda de prueba se desliza igualmente sobre la superficie mojada de la carretera. La fuerza generada por la resistencia al derrapaje está en relación con la resistencia al derrapaje en condiciones de humedad del pavimento de la carretera.

La medida de este componente lateral permite calcular el coeficiente de fuerza lateral como la media de cada sección continua de 5,10 o de 20m.

SCRIMTEX añade al valor de la SCRIM la resistencia al derrapaje de la carretera en condiciones de humedad al medir también la superficie de macroestructura delante de la rueda de prueba de la SCRIM.

Puede realizarse a ambos lados de una máquina de doble eje, proporcionando, junto con los datos de temperatura del aire y de la superficie, el último dato para valorar las condiciones de superficie de una carretera.

Se procesan los datos mediante programas informáticos especiales. Los datos registrados ("SCRIM Readings" o SR) por la SCRIM se corrigen en función de la velocidad cuando sea preciso, y se descartan cuando la velocidad sea inferior a 30 Km /h durante la realización del test. Los datos registrados y corregidos en función de la velocidad se convierten en coeficientes SCRIM, que se compararán a su vez con un rango de niveles de investigación definidos para distintas categorías de tramos para identificar tramos de carretera deficientes.

La SCRIM es un sistema totalmente autónomo consistente en un chasis de camión equipado con un gran tanque de agua, uno o dos conjuntos de ruedas de prueba y sistemas electrónicos de registro de datos.



Este tipo de mediciones con la SCRIM empezaron a realizarse de forma rutinaria en 1987 en el Reino Unido.

Coeficiente SCRIM Estival ("Mean Summer SCRIM Coefficient" o MSSC)

La intensidad del tráfico, las variaciones estacionales y la temperatura del pavimento influyen sobre el coeficiente de fricción superficial (SFC o "surface friction coefficient") del pavimento de una carretera. El SFC tiende a incrementarse en invierno cuando el tiempo húmedo y frío forma una película arenosa que vuelve áspera la superficie. En condiciones estivales más secas, hay más polvo y la superficie sufre un mayor desgaste reduciéndose el SFC.

Para implantar un estándar de valoración y de comparación, se han llevado a cabo tres estudios SCRIM, entre los meses de mayo y septiembre, para establecer el coeficiente SCRIM estival o MSSC.

El “**Griptester**” puede ser un instrumento, preciso y económico para medir la resistencia al derrapaje de la red de carreteras.



Simplemente siendo remolcado por cualquier vehículo, funciona de la misma forma que el SCRIM y puede comprobar 80kms por cada tanque de agua.

Los datos se integran en el ordenador para grabarlos y analizarlos.

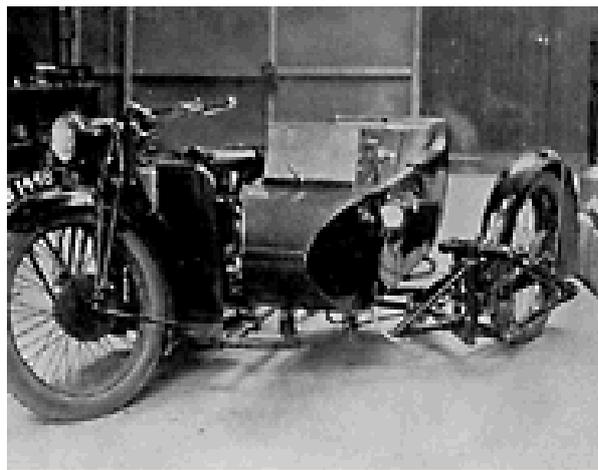


Política de Resistencia al Derrapaje en el Reino Unido

La primera SCRIM

El problema de derrapaje sobre el pavimento de las carreteras existe desde que se construyeron las primeras calzadas.

A principios de los años 30 se empezó a estudiar el mecanismo de derrapaje con una motocicleta con un sidecar especial, cuya rueda tenía múltiples posiciones y mecanismos de frenado.



En 1988, el Departamento de Transporte del Reino Unido introdujo unos requisitos sobre resistencia al derrapaje en su red principal de carreteras. Estos estándares se basaron en investigaciones realizadas durante muchos años, estableciéndose la relación entre las condiciones del pavimento de las carreteras y el riesgo de accidente, y desarrollando una estrategia de predicción y gestión del riesgo.

Desde entonces, han sido constantes las investigaciones realizadas sobre resistencia al derrapaje del pavimento de las carreteras, también sobre el diseño de los materiales de revestimiento de las carreteras y sobre los métodos de aplicación.

Los Análisis de Accidentes, como una parte más de los estudios, han generado una base de datos sobre las condiciones del pavimento, sirviendo de soporte para los nuevos análisis de la relación existente entre las características de los tramos, la resistencia al derrapaje y el riesgo de accidente. Utilizando la información extraída de los accidentes y el tipo y condición de la carretera asociada, se han elaborado estadísticas detalladas para indicar el riesgo medio de accidente y la resistencia al derrapaje.

Podemos destacar algunos puntos importantes de este trabajo:

Autopistas

En general, la resistencia al derrapaje resultó no ser una variable explicativa significativa en el modelo de accidente.

Carreteras de doble calzada

Existe una tendencia estadísticamente significativa entre incremento del riesgo de accidente y una menor resistencia al derrapaje.

Carreteras de una sola calzada

En tramos donde no hay cruces, la tendencia a incrementarse el riesgo de accidente en localizaciones con una menor resistencia al derrapaje es mayor y más significativa, mostrando un incremento continuo del riesgo de accidente cuanto menor sea la resistencia al derrapaje.

Cruces de carreteras

El riesgo de accidente para los distintos tipos de cruces es generalmente mayor que en los tramos donde no hay cruces. En las carreteras de una sola calzada, cuanto menor sea el número de cruces mayor y más significativa es la relación con la resistencia al derrapaje de todas las categorías de tramos.

Análisis de Accidentes de la Red Viaria

Además de su responsabilidad global en la construcción, funcionamiento y mantenimiento en condiciones seguras de las carreteras, la Agencia de Autopistas ("Highways Agency") también tiene el objetivo específico de contribuir a la reducción del número de víctimas mortales, objetivo principal del Departamento de Transporte establecido por el gobierno del Reino Unido. En la red principal de carreteras inglesas se han establecido como objetivo para 2010 lograr las siguientes reducciones en comparación con las cifras de 1994.

- Una reducción del 33% de los casos de víctimas mortales o heridos graves,
- Una reducción del 10% de los casos de heridos leves,
- Contribuir al objetivo nacional de reducir en un 50% las víctimas con edad infantil.

Un componente importante de la revisión de la política de resistencia al derrapaje ha sido, en consecuencia, revisar la investigación sobre la relación entre la resistencia al derrapaje y los accidentes sobre la que se había basado la anterior política. El estándar de 1988 se basó en la definición de trece categorías de tramos, reflejando la variedad de la red en términos de diseño o geometría de la carretera y presencia de cruces. Para cada categoría de tramo, se definieron por defecto en el estándar "Niveles de Investigación" de resistencia al derrapaje, los cuales estaban basados en

análisis de la relación entre los accidentes y la resistencia al derrapaje en 1.000 Km de carretera.

Formando parte de la revisión, se desarrolló un nuevo sistema de análisis de accidentes, así como un estándar revisado para medir e interpretar la resistencia al derrapaje, estableciéndose en la red viaria del Reino Unido en agosto de 2004.

Los cambios introducidos por el nuevo estándar incluyen cambios en los equipos SCRIM y en la estrategia de estudio, categorías de tramos revisadas y la introducción de un rango de niveles de investigación para cada categoría, una guía mejorada para la investigación de tramos y la utilización de un baremo de signos de derrapaje en la carretera. Se piensa que esta revisión favorecerá la correcta toma de decisiones, dando como resultado una mejor asignación de recursos y prioridades en los presupuestos de mantenimiento. Además, se espera que el coste de aplicar más tratamientos en los tramos asignados con un mayor nivel de investigación según el estándar revisado, se recuperará por la reducción de costes derivados de los accidentes dentro de la vida útil del pavimento.

Para lograr los beneficios de la revisión del estándar, será importante que todas las partes involucradas en este empeño lo pongan en práctica de una manera efectiva. En Inglaterra, se logrará por medio de una combinación de programas de entrenamiento para los ingenieros, de una valoración crítica de las propuestas de mantenimiento presentadas por los gestores de la Agencia de Autopistas y del establecimiento de auditorías para las cuales se está elaborando una estructura en la actualidad.

El nuevo estándar HD28/04 se introdujo en enero de 2004

El principal punto de referencia para todos los estándares y especificaciones en relación con el diseño, construcción y mantenimiento de carreteras y puentes en el Reino Unido es el

MANUAL PARA EL DISEÑO DE CARRETERAS Y PUENTES.

Los firmantes de este manual son la Agencia de Autopistas, el Ejecutivo Escocés, la Asamblea de gobierno galesa y el Departamento para el Desarrollo Regional de Irlanda del Norte.

El manual es utilizado además por las Autoridades Locales y por los contratistas del mantenimiento de carreteras como un documento de referencia.

El volumen nº 7 es el que afecta principalmente al Diseño y Mantenimiento de Pavimentos.

Sección 3 Evaluación del Mantenimiento de Pavimentos, Parte 1 Resistencia al derrapaje

Se establece cómo debe gestionarse la consecución de los niveles apropiados de resistencia al derrapaje para la red principal de carreteras. Se detalla también cómo deben realizarse e interpretarse las mediciones de resistencia al derrapaje. Se complementa con el estándar HD36 (DMRB 7.5.1), el cual establece indicaciones sobre las características de los materiales para revestimiento.

La siguiente tabla proporciona los nuevos niveles de investigación.

Categoría de tramo y definición		Nivel de investigación a 50km/h							
		0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65
A	Autopista								
B	Carreteras de doble calzada sin cruces								
C	Carreteras de una sola calzada sin cruces								
Q	Accesos a o a través de pequeños y grandes cruces, acceso a rotondas								
K	Accesos a pasos de cebra o de peatones y otros puntos de alto riesgo								
R	Rotonda								
G1	Pendiente de un 5-10% durante más de 50m								
G2	Pendiente > 10% durante más de 50m								
S1	Radio de curva < 500m en carreteras de doble calzada								
S2	Radio de curva < 500m en carreteras de una sola calzada								

Notas:

1. Los Niveles de investigación se establecen para la resistencia media al derrapaje para una longitud media apropiada
2. Los Niveles de investigación para las categorías de tramos A, B y C se basan en longitudes medias de 100m (longitudes de 50m para algunas entidades supervisoras)
3. Los Niveles de investigación y longitudes medias para las categorías de tramos Q, K, G y S se basan en longitudes de 50m pero deberán incrementarse cuando lo justifiquen las características locales del tramo
4. Los Niveles de investigación para la categoría de tramo R se basan en longitudes de 10m
5. Longitudes residuales inferiores en más de un 50% a la longitud media completa podrán corresponder a la penúltima longitud media completa, siempre que corresponda a la misma categoría de tramo
6. Como parte de la investigación de un tramo, deberán examinarse los valores individuales dentro de cada longitud media y el significado de cualquier valor que sea sustancialmente inferior al valor medio calculado.

Tabla 4.1 Categorías de tramos y niveles de investigación

Consecución de niveles apropiados de resistencia al derrapaje

Normalmente se incluye en los procesos de diseño para nueva construcción y para trabajos de reposición.

Se alcanzan normalmente mediante una correcta definición de las especificaciones para los materiales de revestimiento de las carreteras, seleccionando un diseño de mezcla idóneo y unos valores de PSV / AAV para la categoría de carretera y el nivel de investigación.

En algunas categorías de alto riesgo podría significar la aplicación de un Pavimento de Alta Fricción (“High Friction Surfacing” o HFS), frecuentemente referido como Anti-Derrapaje (“Anti Skid”).

El Pavimento de Alta Fricción (“High Friction Surfacing o Anti Skid”) es esencialmente un material para superficie aplicado en capas ultra finas. Se aplica una resina adhesiva y un conglomerado de alto PSV a la superficie asfáltica de la carretera para mejorar la resistencia al derrapaje en tramos donde existe alto riesgo de accidentes por derrapaje.

Algunos de estos materiales se aplican en caliente y otros en frío, algunos se aplican manualmente conocidos como aplicaciones “Coat and Scatter” (formar capas y dispersar) y otros se aplican mecánicamente o por rociado.

Los conglomerados que se utilizan son normalmente chinos o bauxita de Guayana y tienen un tamaño comprendido entre 1mm y 3mm.



La experiencia obtenida en los últimos 30 años en el Reino Unido ha demostrado que estos revestimientos son altamente eficaces para la reducción de los accidentes de tráfico en tramos con alta densidad de tráfico y con riesgo de derrapaje.

Los sistemas de pavimentos de alta fricción se diseñan de acuerdo con la Especificación (MCHW 1) Cláusula 924 y deberán tener Certificado BBA HAPAS Carreteras y Puentes aceptado. El valor de piedra pulida (“polished stone value”) mínimo de un conglomerado, determinado de acuerdo con el estándar BS 812: Parte 114, a utilizar en sistemas de pavimentos de alta fricción, deberá ser especificado de acuerdo con el estándar HD 36 (DMRB 7.5.1).

Un sistema de pavimentos de alta fricción con un Certificado del British Board of Agrément (BBA HAPAS) aceptado deberá ser aplicado por un contratista autorizado por el BBA y con Certificado de Titular como instalador autorizado para este sistema. La instalación y los procedimientos de control de calidad deberán estar acordes con el Certificado BBA HAPAS para cada sistema y el método actual establecido por el BBA.

Estos sistemas sólo deben aplicarse sobre superficies secas, duras y en buen estado y limpias de polvo, aceite, excesos de asfalto y otros contaminantes que pudieran causar falta de adherencia. Entre las superficies no apropiadas para el tratamiento se incluyen superficies manchadas o sucias, micro-superficies, superficies con revestimientos grasos y en varias capas y superficies con revestimientos demasiado blandos o con base poco firme.

Para reducir el riesgo de deterioro prematuro, los sistemas de pavimentos de alta fricción se aplican preferentemente para cubrir carreteras que hayan estado sometidas a tráfico durante varias semanas previamente a la aplicación del revestimiento.

Por razones que no se conocen completamente, pueden producirse grietas sobre la superficie de la carretera cuando se aplica un revestimiento de alta fricción. El riesgo de que ocurra esto es mayor cuando se aplica sobre la superficie de una carretera nueva y que no ha sido transitada previamente, aunque hay opiniones que difieren.

Mantenimiento de un nivel adecuado de resistencia al derrapaje

Al leer la información anterior, el lector llegará inevitablemente a la conclusión de que aunque al principio se podrá conseguir una resistencia al derrapaje óptima, ésta disminuirá cuando sufra los efectos del tráfico y del paso del tiempo.

La rapidez con que se reduce el nivel de resistencia al derrapaje por debajo de lo que se considera aceptable varía significativamente dependiendo del tramo en cuestión y de muchos otros factores como la intensidad del tráfico y la velocidad, las condiciones meteorológicas, el tipo de conglomerado y las propiedades del revestimiento, etc.

Las autoridades responsables de las autopistas en el Reino Unido monitorizan de forma sistemática la red de carreteras para evaluar el nivel de resistencia al derrapaje de acuerdo con los estándares establecidos por la Agencia de Autopistas ("Highways Agency"). Cuando los valores del Coeficiente SCRM Característico (CSC) alcanzan o se sitúan por debajo de los niveles de investigación establecidos por el estándar HD 28/04, se lleva a cabo una investigación del tramo en cuestión para determinar si se mejora la resistencia al derrapaje o si se requieren otros tipos de actuaciones.

Pruebas de granallado en carreteras con pavimento nuevo SMA

Se aplicaron 14mm del material Viatex sobre nuevos tramos Blastrac en Dinnington y se preparó un programa de prueba nuevo.

El programa de prueba incluía varios procesos pero sólo hablaremos de la prueba de granallado.



Objetivos

- ◆ Quitar solamente el asfalto de la superficie del conglomerado
- ◆ Aplicar el conglomerado sin alterar la profundidad de la estructura (Macroestructura) de la superficie de la carretera
- ◆ Lograr mejorar la resistencia al derrapaje de la superficie aplicando las propiedades naturales del conglomerado (Microestructura)
- ◆ Lograr lo anterior sin dañar el asfalto del conglomerado y sin reducir la vida útil del pavimento de la carretera.

Se midió la Macroestructura y la Microestructura antes y después del granallado y se registraron los resultados.

El proceso y los resultados de la prueba son los siguientes:-

Área 1. Utilizando un Blastrac 220 DT Blast Head y un Extractor de polvo 655, la superficie se granalló 1 vez, velocidad 4 a 20 amps.

Test	Antes	Después	Variación
Profundidad Macroestructura BS EN 13036 – 1:2002 (Test de la mancha de tierra)	2.63	2.44	-0.19
Microestructura Aparato de péndulo británico BS 812 (Test de fricción derrapaje)	83	90	+7

Los resultados obtenidos en el Área 1 muestran una ligera disminución de la profundidad de la estructura correspondiente a la eliminación de la cubierta de la superficie y una mejora del 7% para el test de resistencia al derrapaje.

Área 2. Utilizando el mismo equipo que en el área 1, con los mismos parámetros pero realizando 2 pasadas, 1 en cada sentido.

Test	Antes	Después	Variación
Profundidad Macroestructura BS EN 13036 – 1:2002 (Test de la mancha de tierra)	2.51	2.06	-0.45
Microestructura Aparato de péndulo británico BS 812 (Test de fricción derrapaje)	73	98	+25

Los resultados muestran una pérdida de profundidad de la estructura de 0,45 correspondiente a la eliminación de la cubierta de la superficie y a cierta reducción de partículas superficiales del conglomerado. La resistencia al derrapaje mejoró significativamente de 73 a 98.



1 pasada solamente



2 pasadas – 1 en cada sentido

Las fotografías muestran claramente que con sólo una pasada quedan restos de asfalto sobre la superficie de partículas del conglomerado, pero con dos pasadas en sentidos opuestos se elimina la mayor parte del asfalto y las partículas expuestas del conglomerado.

Estructura de la Superficie

A nivel internacional ha sido creciente la preocupación en determinar la relación entre los accidentes por derrapaje y la estructura de la superficie de la carretera.

A lo largo de los últimos años, han tenido lugar distintas conferencias para discutir este tema con detalle, siendo el principal argumento tratado en una conferencia internacional el año pasado.



Anteriormente en este documento se han explicado los detalles y beneficios de los pavimentos en capas finas, materiales SMA y HFS, pero como ocurre con todos los materiales existen ciertas desventajas o dificultades. En ciertas situaciones pueden ser importantes, teniendo que estudiarse distintas técnicas y soluciones. En primer lugar el problema de;

“Vida corta de la resistencia al derrapaje en pavimentos aplicados en capas finas”

Citando un informe del Dorset County Council sobre SMA, decía “Cuando se aplica el material, la superficie de un SMA estará formada por un revestimiento de mortero, una combinación de revestimientos de asfalto, el relleno, los aditivos estabilizantes y algunas partículas finas de conglomerado. A este nivel es improbable que cualquier conglomerado PSV pueda proporcionar resistencia al derrapaje sobre la superficie.

Los valores MSSC indican un menor nivel de resistencia al derrapaje durante el primer año posterior a la aplicación del revestimiento. A medida que se desgasta el recubrimiento de asfalto apareciendo expuesto el conglomerado, mejora la resistencia al derrapaje y continúa mejorando a lo largo de los dos o tres años siguientes. Dependerá en gran medida de la intensidad de tráfico en la carretera. Posteriormente, por la acción de las ruedas de los vehículos, el conglomerado reducirá gradualmente la resistencia al derrapaje del pavimento”.

Los resultados del estudio realizado por el Dorset County Council mostraron que: -

Existe un 30% de probabilidades de que el SMA tenga un valor de resistencia al derrapaje inferior al nivel de investigación para la categoría de tramo en los doce meses posteriores a la aplicación del revestimiento.

La resistencia al derrapaje mejoró con el tiempo y en un año los valores MSSC se incrementaron aproximadamente en un 11% y permanecieron estables durante los dos años siguientes antes de caer un 6% en el quinto año.

Artículo de la BBC.

“Amenaza oculta en las carreteras del Reino Unido”

Una investigación de la BBC desveló serias preocupaciones acerca de la seguridad de los nuevos pavimentos aplicados en las carreteras del Reino Unido. Los materiales – “stone mastic asphalt” o SMA – fueron certificados por la “Highways Agency” para la red principal de carreteras y de autopistas.

La BBC informó a través del documento “File On 4” que esos mismos recubrimientos fueron prohibidos en Irlanda en algunas carreteras debido a su escasa adherencia. El Departamento de Transporte se limitó a decir que era necesario realizar nuevas investigaciones, "esto no significa necesariamente que no sean seguros".

Los sistemas de pavimentos SMA se utilizan ampliamente porque se supone que tienen una vida útil prolongada, son rápidos de aplicar y proporcionan una conducción suave y silenciosa. Sin embargo existe preocupación en la policía que investiga los accidentes de tráfico porque, en determinadas circunstancias, algunos recubrimientos no proporcionan la adherencia suficiente hasta transcurridos dos años desde su aplicación.

El sargento Jim Allen dijo haber encontrado serias dificultades al llevar a cabo los test rutinarios de adherencia en condiciones óptimas en una carretera de Derbyshire a la cual se había aplicado SMA recientemente.

"Era un día soleado del mes de agosto. Frené bruscamente y el coche siguió su marcha. En vez de escuchar el chirrido de los neumáticos y de ver una nube de humo, se produjo un simple silbido a mi paso por la carretera, y el coche avanzó una distancia mucho mayor a la esperada".

También existe preocupación sobre la adherencia en Alemania, donde los materiales SMA fueron pioneros en los años 60, y en Holanda. Los tests realizados por el NRA (“National Roads Authorities”) en la República de Irlanda plantearon preguntas sobre la capacidad de los materiales para proporcionar la fricción suficiente a los neumáticos a altas velocidades. El NRA decidió restringir su utilización a carreteras con un límite máximo de velocidad de 30 mph, y emprendió acciones correctivas en otras carreteras donde fueron aplicados.

"Cuando descubrimos que la resistencia al derrapaje es insuficiente, simplemente se renuevan los pavimentos de esas carreteras para hacerlas seguras de nuevo”, dijo Sean Davitt, portavoz del NRA. “Básicamente, nuestra postura en relación con este material es que seguimos confiando plenamente en sus ventajas”.

En una declaración, la “Highways Agency” dijo que todos los materiales nuevos pasan por unas pruebas rigurosas, incluyendo el examen de la estructura de la superficie para la resistencia al derrapaje. Pero el “File On 4” descubrió que los tests sobre resistencia al derrapaje se llevaron a cabo en condiciones de humedad y en superficies gastadas, obviando las pruebas en condiciones secas.

En general, las críticas al SMA se basan en que la falta de adherencia puede ser un problema en carreteras secas y nuevas. El programa también revela que una de cada cinco millas de la red principal de carreteras existente es en estos momentos

potencialmente peligrosa debido a deficiencias en la resistencia al derrapaje; de acuerdo con el estudio más reciente llevado a cabo por el Gobierno.

Además el "AA Motoring Trust" advierte que la red de carreteras en Inglaterra está en general en las peores condiciones desde que se empezó a tener datos en los años 70.

El portavoz Paul Watters dice: "Creo que los pavimentos de las carreteras son una amenaza oculta para los usuarios de las carreteras y creo que quizás solamente sepamos la mitad, siendo honesto con Ud".

"En Londres, hasta un tercio de la red de carreteras tiene una resistencia al derrapaje en niveles que deben ser revisados. Esto es claramente una señal de alarma. Podrían haber vidas en peligro".

El Departamento de Transporte no quiso ser entrevistado por la BBC.

Pero en un comunicado dijo: "Deben concurrir varios factores para hacer una carretera insegura, incluyendo intensidad de tráfico, velocidades y la propia naturaleza de la carretera... Solamente porque las carreteras hayan alcanzado un punto en el que se precisen más investigaciones, no implica necesariamente que no sean seguras".

El Gobierno no acepta que la reparación de las carreteras esté en crisis, diciendo que se ha comprometido en desembolsar más de 31bn de libras a lo largo de un periodo de 10 años.

Publicado 22 febrero 2005

.....

El proceso que se produce en estas situaciones se conoce como "**Bituplaning**", un mecanismo que puede dar lugar a la aparición de bajos niveles de fricción de la superficie de la carretera, por la acción de los neumáticos sobre la superficie seca de la carretera, destacado por primera vez en 1944. Este fenómeno, denominado por algunos profesionales como "Bituplaning", ha aparecido en un cierto número de pavimentos de carreteras en Europa.

Existen como mínimo dos informes sobre el "Bituplaning" en el Reino Unido, el primero de 1986 y el otro de 2001. El primer caso hace referencia al tradicional revestimiento asfáltico aplicado en caliente. Más recientemente, este asunto estuvo otra vez de actualidad a raíz de la realización de pruebas de derrapaje realizadas por el "Derbyshire Constabulary", haciendo referencia sobre ello un documental de la BBC.

Se ha estimado que pueden generarse temperaturas superiores a los 350° C entre el neumático y la superficie de la carretera durante el proceso de frenado con bloqueo de la rueda. Con materiales nuevos ricos en asfalto existe el riesgo de que el asfalto derretido actúe como lubricante produciendo la consiguiente pérdida de adherencia y causando el "Bituplaning" equivalente al "acquaplaning" con el agua.

El proceso de granallado Blastrac puede utilizarse para superar fácilmente este problema, tal y como se demuestra en las pruebas realizadas recientemente. La oportunidad de mercado a este respecto es importante.

La práctica común para mejorar la resistencia al derrapaje en tramos de alto riesgo en el Reino Unido es aplicar materiales HFS ("Anti Skid"), aunque existen varias dificultades al respecto, especialmente en pavimentos con estructuras profundas.

En primer lugar, el material HFS no puede aplicarse hasta transcurridas varias semanas, hasta que el asfalto empiece a oxidarse y perder los aceites, los fenoles, etc. de la superficie.

En pavimentos con estructuras profundas requiere grandes cantidades de un material muy caro a base de resina para rellenar los huecos antes de lograr un recubrimiento satisfactorio.

La forma de aplicarlo consiste básicamente en extender una capa sobre el asfalto que todavía se encuentre sobre el conglomerado, de tal forma que éste recubrimiento permanecerá junto con el asfalto sobre el conglomerado, siendo relativamente débil y flexible.

Las propiedades termo-elásticas de la resina HFS y del recubrimiento de asfalto son probablemente diferentes y en muchos casos se produce el fallo prematuro de la resina HFS.

Habiendo aplicado el material HFS sobre la superficie, y aún habiéndolo hecho correctamente, aunque se mejorará de forma importante la resistencia al derrapaje (microestructura), se reducirá la profundidad de la estructura (macroestructura) y se podrá haber reducido por tanto la capacidad de drenaje de agua de la superficie.

El proceso de granallado Blastrac puede utilizarse de dos formas para superar este problema. En primer lugar granallando para eliminar el revestimiento de asfalto y aplicar el conglomerado PSV consiguiendo una resistencia al derrapaje suficiente sin necesidad de la resina HFS, con un ahorro considerable de costes y manteniendo la macroestructura de acuerdo con el diseño del pavimento de la carretera.

O bien

En segundo lugar, si la aplicación de la resina HFS es esencial, granallando primero la superficie para eliminar el asfalto para permitir la aplicación de la resina directamente sobre el conglomerado, proporcionando una mejor adhesión y optimizando la duración.

Pistas de aterrizaje de los Aeropuertos

Todos los temas expuestos previamente en relación con la estructura de los pavimentos y la resistencia al derrapaje también son aplicables para las pistas de aterrizaje de los aeropuertos, pero existiendo además un problema importante que es la goma de los neumáticos de los aviones al aterrizar, ya que se acumula sobre la superficie de las pistas en las zonas de aterrizaje y de despegue, reduciéndose la fricción y existiendo la posibilidad de derrapaje de los aviones durante estas maniobras.



Afortunadamente no existe tráfico en sentido contrario, al menos habitualmente, ni obstáculos con los que chocar.

Esta goma adherida a la superficie de las pistas puede quitarse fácilmente con un equipo Blastrac al mismo tiempo que se repara la estructura del pavimento.

Ejemplos recientes incluyen:-

El aeropuerto de Toulouse dónde se utilizó el camión Blastrac 2-45D con equipo de granallado, alcanzando un rendimiento de 2.700 m2 por hora. El trabajo se realizó en dos días solamente, a tiempo para realizar las pruebas de vuelo del nuevo Airbus A380.



El aeropuerto de Bagdad donde se utilizó la granalladora Blastrac 2-20D.

