

# **CARACTERISTICAS SUPERFICIALES**

Lunes 20 Octubre 2003 (8:30 - 12:00)

## **PROGRAMA DE LA SESIÓN E INFORME DE INTRODUCCIÓN**

# PROGRAMA DE LA SESIÓN

## **1. Informe de actividades**

Sr. Bjarne SCHMIDT (C1 Presidente/DINAMARCA)

## **2. Medición de características superficiales**

Sr. Ramesh SINHAL (miembro del C1/REINO UNIDO)

## **3. Modelos de interacción**

Sr. James C. WAMBOLD (miembro del C1/ESTADOS UNIDOS)

## **4. Indicadores**

Sr. Bojan LEBEN (miembro del C1/ESLOVENIA)

## **5. Contribución a la gestión de activos de carreteras**

Sr. John EMERY (miembro del C1/CANADÁ)

## **6. Neumáticos de referencia**

Sr. Michel GOTHÉ (miembro del C1/FRANCIA)

## **7. El proyecto TROWS**

Sr. Michel GOTHÉ

## **8. Debate, resumen y conclusiones**

Sr. Bjarne SCHMIDT (C1 Presidente/DINAMARCA)

# ÍNDICE

Índice.....	3
Resumen .....	4
“Informe de Actividades del Comité”, por Bjarne SCHMIDT, Presidente del Comité .....	5
"Interacción vehículo / neumático / carretera", por Jim WAMBOLD, Jefe del Grupo de Trabajo	6
“Neumáticos de referencia”, por Michel GOTHIE, Jefe del Grupo de Trabajo .....	7
“Indicadores de estado superficial”, por Bojan LEBEN, Jefe del Grupo de Trabajo .....	8
“Medidas”, por Ramesh SINHAL, Jefe del Grupo de Trabajo .....	9
"Características superficiales y gestión del patrimonio", por John EMERY.....	11
Conclusiones provisionales .....	12

# RESUMEN

Después de la presentación del informe de actividades por el Presidente, en la sesión se tratarán los cinco temas siguientes:

- Examen de todos los modelos disponibles para describir las interacciones vehículo/neumático/carretera relacionando las causas con los efectos. Los efectos considerados se refieren a la seguridad, al nivel de servicio y a los costes.
- Análisis de las dificultades que se plantean para mantener la reproducibilidad entre los diferentes lotes de fabricación del neumático de referencia utilizado para medir la resistencia al deslizamiento y sugerencia de posibles soluciones.
- Definición del campo de aplicación de los índices globales, en comparación con los indicadores de estado superficial individuales. Se describirá el papel de las características superficiales en los sistemas de gestión de la conservación y se determinarán las necesidades del conjunto de los usuarios en lo que se refiere a características superficiales. Finalmente, se examinará la viabilidad de reunir los indicadores en un índice combinado.
- Informe sobre el estado actual de la técnica en relación con la medición de las características superficiales: fricción, textura, regularidad superficial, deterioro y ruido. La presentación incluirá una discusión de las razones y requisitos para dicha medición.
- Finalmente, una presentación pondrá de relieve la importancia del papel de las características superficiales en la gestión del patrimonio, tanto en los países en vías de desarrollo como en los desarrollados.

A la preparación de estos temas han contribuido:

DESCORNET, Guy  
EMERY, John  
GOTHIÉ, Michel  
LEBEN. Bojan  
SCHMIDT, Bjarne  
SINHAL, Ramesh  
WAMBOLD, Jim

Bélgica  
Canadá  
Francia  
Eslovenia  
Dinamarca  
Reino Unido  
Estados Unidos

# **"INFORME DE ACTIVIDADES DEL COMITÉ", POR BJARNE SCHMIDT, PRESIDENTE DEL COMITÉ**

Esta sesión empezará con un breve resumen de las actividades del Comité desde el Congreso Mundial precedente. Algunos de los temas abordados por los grupos de trabajo establecidos por el Comité han sido ya objeto de publicación. En la sesión se presentarán cinco temas, uno de los cuales, el que se refiere a los problemas relativos a la medición de las diversas características superficiales, será objeto de una presentación más detallada en el curso de una sesión adicional organizada por el Comité bajo la denominación "Seguimiento para conseguir carreteras seguras, confortables y sostenibles"

# "INTERACCIÓN VEHÍCULO / NEUMÁTICO / CARRETERA", POR JIM WAMBOLD, JEFE DEL GRUPO DE TRABAJO

El Grupo estaba encargado de elaborar un informe sobre el estado actual de la técnica que ayudase a comprender los fenómenos de interacción entre el vehículo, el neumático y el firme. Se han preparado listas de los modelos e índices existentes para la interacción vehículo/neumático/firme, indicando su relación con las tres áreas siguientes:

- Seguridad: incluye la fricción sobre superficie mojada, la fricción invernal y el control del vehículo.
- Nivel de servicio: incluye la calidad de rodadura, el ruido y las vibraciones.
- Costes de utilización: incluye las cargas sobre el firme, el consumo de carburante y los costes de transporte.

Los informes sobre el estado actual de la técnica en lo que se refiere a los modelos se distribuyeron entre los miembros del Grupo según se indica a continuación:

- Fricción sobre superficie mojada, por M. Gothié (FR) y J.J. Henry (US)
- Fricción invernal, por J.C. Wambold (US)
- Control del vehículo, por J.C. Wambold (US)
- Calidad de rodadura, por J.C. Wambold (US)
- Ruido, por U. Sandberg (SE) y G. Descornet (BE)
- Cargas sobre el firme, por J. Wambold (US) y D. Cebon (GB)
- Consumo de carburante y costes de transporte, por L. Sjögren (SE)
- Vibraciones generadas por el tráfico, por P. Giannattasio (IT) y M. D'Apuzzo (IT)

Teniendo en cuenta que la textura y regularidad superficial constituyen, en la mayoría de los casos, los factores principales, se ha preparado un gráfico sintético en el que se representan las longitudes de onda del perfil superficial de la carretera que dan lugar a los distintos efectos.

Dado que no se ha elaborado ningún informe sobre las salpicaduras (proyección del agua, que afecta a la seguridad), el desgaste de los neumáticos y del firme (relacionado con el nivel de servicio) o la curvatura de las losas (que afecta a los costes), se recomienda tratar estos temas durante el próximo ciclo de trabajo del Comité.

# "NEUMÁTICOS DE REFERENCIA", POR MICHEL GOTHIE, JEFE DEL GRUPO DE TRABAJO

Al principio de los años 70, el Comité C1 de la AIPCR promovió la fabricación de un neumático especial para que fuera utilizado en los equipos de medida del coeficiente de fricción. Aunque el neumático no sea el único factor importante para esta medida, la utilización de este neumático especial por numerosos países facilitó, y sigue facilitando, el intercambio de los resultados de las medidas.

La empresa suiza MALOYA, que fabricaba el neumático AIPCR, cesó en sus actividades en los años 1995-1996. El Comité C1 buscó entonces un nuevo socio para esta producción específica y el fabricante holandés VREDESTEIN aceptó producir una nueva serie de acuerdo con las especificaciones originales para este neumático especial. La serie se fabricó al principio de 1998 y fue distribuida a finales del mismo año por la sociedad holandesa KOAC/WMD entre sus clientes.

A finales de 1998, algunos ensayos comparativos realizados en Francia ya pusieron de manifiesto sensibles diferencias entre los resultados obtenidos sobre las mismas superficies con los neumáticos de la serie fabricada en 1990 y los de la serie fabricada en 1998.

Este hecho, confirmado por otros ensayos realizados en 1999, llevó al Comité C1 de la AIPCR a pedir explicaciones al fabricante y al distribuidor de estos neumáticos especiales. Uno y otro hicieron propuestas concretas que condujeron a nuevos ensayos realizados, en particular, por dos países miembros del C1 (Países Bajos y Francia) con sus respectivos aparatos y sobre superficies habituales. A partir de estos ensayos se redactaron dos informes con propuestas diferentes: los holandeses –que habían utilizado para las medidas sus remolques DWW, que miden un coeficiente de fricción longitudinal con un 86% de deslizamiento– propusieron 4 modelos para corregir los valores obtenidos con los neumáticos de 1998; los franceses, –que habían utilizado para las medidas el aparato ADHERA, que mide un coeficiente de fricción longitudinal con la rueda bloqueada– propusieron conservar a corto plazo el neumático de la serie de 1998 y usar los resultados obtenidos con el mismo. No obstante, propusieron modificar las gamas de referencias usadas en Francia y utilizar un modelo basado exclusivamente en medidas obtenidas con el aparato ADHERA.

Los usuarios de estos neumáticos fueron informados de estos ensayos y se organizó una reunión con ellos en Delft en septiembre de 2002, a la que se invitó también a un representante de la empresa VREDESTEIN y a otro de KOAC/WMD. Como resultado de esta reunión, el Grupo de Trabajo D hizo una serie de recomendaciones al Comité C1, con un programa en el que se señalaban objetivos que debían alcanzarse en plazos de seis meses, un año y dos años.

Todo esto debería ser suficiente para que el C1 tenga elementos de juicio para decidir si se precisa una evolución importante del neumático AIPCR actual (dimensiones, composición, etc.). Esta decisión podría tomarse antes de lanzar la fabricación de una nueva serie del neumático AIPCR cuando se agote la serie de 1998.

# "INDICADORES DE ESTADO SUPERFICIAL", POR BOJAN LEBEN, JEFE DEL GRUPO DE TRABAJO

Esta comunicación tiene como objetivo definir el campo de aplicación de los índices globales, en comparación con los indicadores de estado superficial individuales. Se describirá el papel de las características superficiales en los sistemas de gestión de la conservación y se identificarán las necesidades del conjunto de los usuarios en lo que se refiere a dichas características. Finalmente, se examinará la viabilidad de reunir los indicadores en un índice combinado. Se definirán el nivel de servicio para los usuarios, los explotadores y las Administraciones de Carreteras, basándose en el concepto de duración del ciclo de vida, y se elaborarán propuestas para la utilización de los indicadores de estado superficial.

El Grupo tiene la intención de preparar recomendaciones para el procesamiento de los datos, con el fin de establecer referencias en el tiempo y en el espacio para los mismos y para su almacenamiento, con el propósito de favorecer un diseño, una construcción y una conservación eficaces de los firmes de carreteras. Se explicará la clasificación funcional, incluida la clasificación basada en dos niveles de familias (índices simples e índices combinados) con dos niveles por familia, teniendo en cuenta la complejidad y el nivel de deterioro.

Se utilizarán ejemplos para explicar la forma en que algunos índices especiales que caracterizan el estado del firme permiten evaluar la eficacia de diferentes enfoques desde un punto de vista comercial y macro-económico y ayudan a conseguir los objetivos de la planificación de la conservación mediante el uso de un sistema de índices estructurales y de servicio. No se pretende reunir una información exhaustiva sobre los índices, sino utilizar ejemplos de distintos tipos de índices, incluidos los del modelo HDM4.

Una de las limitaciones para la utilización de índices combinados consiste en que los indicadores de estado superficial individuales empleados por los diversos países y regiones del mundo son poco comparables (uso de diferentes factores, sistemas de valoración, procedimientos de medida, etc.). Por consiguiente, se mencionarán algunos métodos de armonización, con la idea de iniciar actividades más amplias para conseguir una determinación uniforme de las características de los firmes.

Se presentará por separado una lista de definiciones generales (índice, índice de estado, índice simple, índice combinado, etc.) para utilizarla con el conjunto del informe. Otra lista detallada de términos que deberían incluirse en el diccionario de la AIPCR formará parte del anexo "Términos y definiciones".

Los indicadores de estado o de comportamiento pueden utilizarse, por tanto, como una herramienta objetiva en la construcción y conservación de las carreteras a todos los niveles, desde las carreteras locales hasta las autopistas internacionales.

# “MEDIDAS”, POR RAMESH SINHAL, JEFE DEL GRUPO DE TRABAJO

El Grupo de Trabajo A se ocupa de la medición de las características superficiales de los firmes sometidos al tráfico. Algunos programas de trabajo precedentes de la AIPCR en este campo han consistido en estudios y experiencias internacionales cuyo objetivo consistía en reunir información que permitiese la armonización de las técnicas de medición de la textura, de la fricción y de los perfiles longitudinal y transversal. En el último Congreso Mundial de Kuala Lumpur se propuso estudiar la posible armonización de la medición del ruido de rodadura y el desarrollo de métodos más coherentes para medir el deterioro superficial por medio de sistemas automatizados.

En el programa actual, el Grupo de Trabajo se ha ocupado tanto de nuevos estudios como de estudios en curso relativos a la mejora y armonización de las medidas de fricción, textura, ruido, deterioro y regularidad superficial. En la actualidad, muchos de estos parámetros pueden medirse directa o indirectamente a la velocidad normal de circulación, por medio de equipos multifuncionales como el representado en la Figura 1.



**Figura 1: Ejemplo de equipo multifuncional para auscultar las características relativas al estado superficial de las carreteras.**



**Figura 2: Ejemplo de carretera impracticable en un país en desarrollo**

Estos equipos no son adecuados, desde el punto de vista práctico o económico, para todas las carreteras. Por ejemplo, en los países en vías de desarrollo, en los que pueden plantearse situaciones como la ilustrada en la Figura 2, hay que recurrir a otras soluciones para la auscultación; no obstante, algunos aspectos del enfoque multifuncional pueden ser de aplicación. El objetivo final del trabajo es asegurar que las características superficiales puedan medirse con la ayuda de técnicas razonables y económicas, con una precisión suficiente para el objetivo perseguido, y que puedan expresarse por medio de un índice que sea significativo para las Administraciones de Carreteras.

Con este fin, a partir del Grupo de Trabajo principal se constituyeron cinco subgrupos para recoger y evaluar los últimos datos e informaciones disponibles sobre los siguientes temas:

- Fricción y textura.
- Mediciones con perfilómetro.
- Ruido.
- Deterioro de la superficie.
- Requisitos en relación con las necesidades de medición.

Cada subgrupo trabajó en conexión con otros grupos de trabajo de la AIPCR y con un gran número de organizaciones externas, en particular los organismos de normalización que cubrían la medición de los parámetros superficiales.

El subgrupo Fricción y Textura examinó los estudios recientes o en curso dentro de este campo y elaboró un informe sobre los últimos avances en la validación de un índice común para evaluar la resistencia al deslizamiento y en la mejora de los sistemas de medición.

El subgrupo Medidas con Perfilómetro se centró inicialmente en informar sobre los resultados del proyecto EVEN de la AIPCR y, posteriormente, en el análisis de las lecciones aprendidas a partir de las medidas de perfiles de referencia.

El subgrupo Ruido ha redactado un informe sobre el estado actual de la técnica en el que se tratan los métodos de medición, la normalización, la comparación de los métodos de medición y los desarrollos en curso, y se analiza la necesidad de una experiencia comparativa similar a las realizadas previamente para las técnicas de medición de la fricción y de la regularidad superficial.

Por su parte, el subgrupo Deterioro de la Superficie realizó inicialmente un amplio inventario de los sistemas de medición automática prácticos que cubrían los parámetros de la inspección visual del deterioro. Sin embargo, en su informe se concentró en la detección de grietas, tras constatar que, por el momento, es el único parámetro de la inspección visual del deterioro que puede medirse de manera habitual.

El último subgrupo pasó revista a las razones y requisitos para la medición del estado superficial habida cuenta del volumen y velocidad crecientes del tráfico por carretera. Examinó asimismo las necesidades de mediciones en las carreteras no contempladas por los sistemas existentes y la viabilidad práctica de dichas mediciones.

Reconociendo la necesidad de compartir la información sobre los desarrollos técnicos con los países emergentes, el Grupo de Trabajo A presentó una serie de comunicaciones al seminario internacional de la AIPCR sobre las características superficiales de las carreteras, organizado en La Habana (Cuba) en abril de 2002.

Como resultado, el programa de actividades llevado a cabo por el Grupo de Trabajo A proporciona, en su conjunto, una visión actualizada de los desarrollos relativos a la medición de los parámetros que definen el estado superficial de las carreteras y a la armonización de su evaluación. Se han abordado aspectos del nivel de servicio que revisten gran importancia para los gestores de las carreteras y para los departamentos de carreteras gubernamentales, tanto en los países desarrollados como en los países en vías de desarrollo. También se han identificado las características necesarias que no son cubiertas por los sistemas de medición existentes.

# "CARACTERÍSTICAS SUPERFICIALES Y GESTIÓN DEL PATRIMONIO", POR JOHN EMERY

La gestión del patrimonio de infraestructuras viarias es una actividad esencial para disponer de firmes de buena calidad técnica, rentables en el conjunto de su ciclo de vida, seguros y confortables, los cuales son indispensables para el crecimiento económico, la competitividad internacional y, lo que es más importante, la calidad de vida. En los países desarrollados, donde la gestión del patrimonio se había centrado inicialmente en la ampliación de las infraestructuras, la atención se dirige actualmente a la utilización más eficaz y a la conservación sistemática y sostenible de las infraestructuras ya construidas. En los países en vías de desarrollo, las economías emergentes y los países en transición, la atención se ha centrado siempre en la construcción de las infraestructuras básicas, pero son cada vez más conscientes de la necesidad de aplicar una tecnología adecuada para la gestión de la conservación de los firmes, con el fin de cuidarlos y mantenerlos mediante una utilización oportuna y eficaz de los recursos técnicos y económicos. El comportamiento de los firmes, un componente esencial de los sistemas de gestión del patrimonio de infraestructuras de transporte, es el punto de encuentro para la interacción técnica entre las características superficiales, la gestión de carreteras, la seguridad y el desarrollo sostenible.

El seguimiento de las características superficiales de los firmes, desde su construcción y durante todo su ciclo de vida, así como la previsión de su evolución son fundamentales para los sistemas de gestión de los firmes y de su conservación, y también como datos de entrada para un sistema de gestión del patrimonio. La utilización de datos relativos al control del comportamiento de los firmes puede ir desde requisitos para la aceptación de nuevos proyectos, como la regularidad superficial obtenida, hasta índices de seguimiento a largo plazo –índices combinados representativos de la regularidad superficial, la formación de roderas, el estado superficial (deterioro), las características de fricción y/o la deflexión debida a las cargas– para evaluar el patrimonio a nivel de la red. Desde el punto de vista de las características superficiales es importante que los equipos y metodologías adoptados para el control del comportamiento de los firmes, la calidad de la información obtenida y su idoneidad respecto a las necesidades de los usuarios (gestión de la conservación, por ejemplo) respondan a recomendaciones y normas reconocidas. Esto también implica la consideración de una tecnología adecuada a los recursos técnicos y económicos limitados de los países en vías de desarrollo. En las zonas de clima frío, las condiciones superficiales invernales, especialmente en lo que afecta a las características de fricción y a la lucha contra la nieve y el hielo, añaden una nueva dimensión al problema.

# CONCLUSIONES PROVISIONALES

Es imprescindible que la información relativa al inventario de superficies de firmes, al seguimiento del estado (comportamiento) de los mismos y a la predicción de este comportamiento sea técnicamente correcta y de fácil utilización, dentro del contexto global de la gestión del patrimonio de infraestructuras viarias. Aunque en los últimos años se hayan realizado esfuerzos considerables en este sentido, con un papel determinante del Comité C1 de la AIPCR, el objetivo de armonizar los métodos de medición y evaluación (incluidos los índices globales) exige la realización de nuevos esfuerzos. Basándose en el trabajo y recomendaciones de este Comité, el próximo Comité debería desarrollar una solución duradera para fabricar un neumático estable y reproducible para los ensayos de fricción.