Año XLIX - Número 170 - Julio 2003

CARRETERAS

ASOCIACION ARGENTINA DE CARRETERAS

LOS CAMINOS: UNA CUESTION DE ESTADO

"Por más y mejores caminos"

NUEVAS RUTAS S.A.

Concesionaria Vial

NECON S.A.
JOSE J. CHEDIACK S.A.I.C.A.

UNA EMPRESA DE EMPRESAS

A través de:

Ruta Nac. Nº 5 - Luján - Santa Rosa

Ruta Nac. Nº 7 - Luján - Laboulaye

EDITORIAL

Por el Lic. Miguel A. Salvia

Lic. Miguel A. Salvia

EXPECTATIVAS DEL SECTOR

El 25 de Mayo pasado se abrió una nueva instancia institucional en la Argentina. Ese día se consolidó el sistema con la asunción de un nuevo Presidente surgido de elecciones nacionales, reanudando el proceso democrático, luego de las interrupciones que tuvieron lugar desde fines del 2001.

Si bien persisten los problemas que se agravan con el transcurrir del tiempo, vivimos una instancia de expectativas frente a los anuncios que para el sector ha expresado en su primer mensaje el Presidente de la Nación. Colocar la obra pública, y por ende la infraestructura del transporte, en una alta prioridad nacional, parecería culminar un ciclo en el cual la inversión pública fuera la variable del ajuste fiscal de los últimos años.

Consecuentemente, vemos con agrado la decisión de constituir un Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios, por el que la Asociación Argentina de Carreteras ha bregado permanentemente, dado que es necesaria una política de infraestructura que no sea un apéndice de las decisiones exclusivas de las autoridades económicas. Es de esperar que esta decisión se consolide con una asignación previsible y permanente de fondos que permita generar los planes necesarios para contribuir al mejoramiento de la competitividad de nuestra economía.

Nuestra Asociación ha preparado un Plan Nacional de Infraestructura Vial que, sin constituirse en un Plan de Necesidades Viales, avanza en un planeamiento posible con una adecuación de los recursos existentes y la generación de otros que expresen la voluntad oficial de otorgarle alta prioridad a la inversión pública. Allí consideramos todo el sistema desde las redes principales a las redes terciarias en el entendimiento de que debemos repotenciar el sistema armónico de redes que constituye el sistema vial argentino.

Entre las propuestas está el mantenimiento del sistema de concesión de obra pública mediante peaje, a partir de una nueva licitación que permita una segunda generación de concesiones que tenga en cuenta las experiencias de estos 13 años, en un sistema más aceptable para los usuarios, pero que mantenga el concepto de pago directo de los usuarios donde sea posible y destine recursos públicos donde no lo sea. Los anuncios del Gobierno sobre la relicitación del sistema van en ese sentido y aspiramos a que se incrementen las exigencias de calidad técnica de las rutas concesionadas.

Igualmente creemos necesario implementar una política permanente de mantenimiento y reposición de la red existente como primera prioridad. Insistimos en considerar mejoras en el financiamiento provincial y en una política estable para la red terciaria sobre la que ya hemos efectuado una propuesta.

Estamos expectantes y ansiosos por participar con nuestra experiencia de la anunciada política de inversión pública. Sin embargo, estamos preocupados por la situación vinculada a la Seguridad Vial de nuestras calles y caminos. Creemos que es el momento de generar un punto de inflexión en la visión de la sociedad sobre este tema, generando planes sustentables que permitan modificar la situación en mediano plazo. Las enormes pérdidas humanas, sociales y económicas que se producen requieren la toma de decisiones impostergables.

La presentación del Plan Estratégico de Seguridad Vial efectuado el 10 de junio último, la visión de las experiencias mundiales en el tema y el compromiso de un conjunto de instituciones y profesionales requieren que el Estado enfrente decididamente esta enfermedad social.

Nuestro lema "por más y mejores caminos" implica más y mejores caminos seguros, y ello implica la prevención, la sanción y las mejoras estructurales. Esperemos que en el próximo número podamos hablar del inicio de un Plan de Infraestructura Vial y de una acción decidida en el tema de Seguridad Vial.

E- mail:secretaria@aacarreteras.org.ar
Website: www. aacarreteras.org.ar

JUNTA EJECUTIVA

Presidente:
Lic. Miguel A. Salvia
Vicepresidente 1°:
Ing. Jorge W. Ordóñez
Vicepresidente 2°:
Dr. Obdulio A.. Barbeito
Secretario:
Ing. Nicolás M. Berretta
Prosecretario:
Ing. Juan Morrone
Tesorero:
Sr. Hugo R. Badariotti
Protesorero:
Ing. Guillermo V. Balzi

S

CARRETERAS
Año XLIX-Número 170
Julio 2003

Director Editor
Responsable:
Lic. Miguel A. Salvia
Director Técnico:
Ing. Carlos Alberto Ard
Directora Periodística:
Lic. Vanina A. Barbeito

Consejo de Redacción
Ing. Mario E. Aubert
Dr. José María Avila
Ing. Félix J. Lilli
Ing. Jorge R. Tosticarel

Dia de la Seguridad en el Tránsito. Pág.: 6

Plan Estratégico de Seguridad Vial. Pág.: 13

TAFF

CARRETERAS, revista técnica impresa en la República Argentina, editada por la Asociación Argentina de Carreteras (sin valor comercial).
Realizada por B &R Producciones. Arregui 6129, 2° piso " C" (1408), Buenos Aires.
Tel.: 4642-9488
15-5001-4041

Adherida a la Asociación de la Prensa Técnica Argentina.
Registro de la Propiedad Intelectual N° 321.015
Dirección, Redacción y Administración: Paseo Colón 823, 7°piso (1063), Buenos Aires, Argentina.
Tel/Fax: 4362-0898/1957

Diseño Gráfico:
José Romera

Fotografía:
Fabián Córdoba

Fotocromía:
Duckfeet

Impresión:
Forma color

INDICE

Editorial 3
Nuevas autoridades del sector 18
Congreso de Transporte de Cargas 30
Carreteras Informáticas 37
Próximos eventos 38
Sección Técnica 39

"Los artículos publicados no reflejan la opinión de la entidad sino la del autor o autores del mismo que lo firma"

Asamblea General Ordinaria. Pág.: 20

Obras en la Ruta 6. Pág.: 34

10 de junio
DIA DE LA SEGURIDAD EN EL TRANSITO

La Asociación Argentina de Carreteras organizó una jornada de exposiciones para analizar el terrible flagelo de la accidentología vial

Con motivo de conmemorarse el "Día de la Seguridad en el Tránsito" , la Asociación Argentina de Carreteras llevó a cabo el 10 de junio una importante jornada sobre "Planes estratégicos de seguridad vial de la Comunidad Europea, Estados Unidos de Norteamérica y Argentina" con expositores internacionales y representantes nacionales del sector.

El evento, realizado en el hotel Crowne Plaza Panamericano, contó con la presencia de funcionarios del sector, autoridades de organizaciones no gubernamentales, universidades, empresarios, profesionales y técnicos en el tema de la seguridad vial, y recibió el auspicio de la Cámara de Concesionarios Viales, Glass Beads S.A, Cristacol S.A. y 3 M Argentina S.A.

Entre las autoridades presentes se encontraban el Administrador General de la Dirección Nacional de Vialidad, Ing. Nelson Periotti, el Presidente del Consejo Vial Federal. Ing. Víctor Vrdoljak, y el Administrador de la Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires, Ing. Guillermo Cabana.

La importancia de un plan

En su discurso de apertura de la jornada el Presidente de la Asociación Argentina de Carreteras, Lic. Miguel Angel Salvia, destacó la trayectoria de la Asociación que desde 1954 ha realizado campañas de seguridad vial, ha participado en la discusión y en el fomento de una ley de tránsito y desde 1994 ha trabajado para lograr la adhesión de todas las provincias. "Durante muchos años habíamos esquematizado la seguridad vial como un problema definido entre el comportamiento humano, el auto y la infraestructura como temas casi separados, y le habíamos asignado un porcentaje de relación en la accidentalidad a cada uno –indicó-. Pero la experiencia internacional y nuestra propia experiencia, nos han convencido de que hay una interrelación permanente entre los factores y no una relación unívoca entre factores y porcentajes, por esta razón, el problema de la accidentalidad es interdisciplinario".

Salvia consideró que es necesario aprender de los países desarrollados para resolver la endemia social que constituye el problema de la seguridad vial, dado que, aun con una alta motorización, son los que menos participan porcentualmente en la cantidad de accidentes que hay en el mundo. Estableciendo una comparación con los países que han tenido una acción fuerte para la reducción de la accidentología, el titular de la AAC estimó necesario desarrollar un plan sostenible en el tiempo con inversiones. "Hoy la sociedad tiene mucha más conciencia que hace cinco o diez años respecto del problema de la seguridad vial, pero lamentablemente no logramos encuadrar esto en una reacción permanente para que el poder público y el privado inviertan, como ocurre en el resto del mundo –lamentó-. Creemos que si la sociedad toma en su conjunto el problema podemos conseguir que sea una política de Estado".

Salvia insistió en mostrar que es posible desarrollar planes que se mantengan en el tiempo, tales como el Plan Estratégico de Seguridad Vial preparado por profesionales de la Asociación y de otras instituciones (Ver pág. 14). "Si podemos conseguir que existan fondos para desarrollar al-

El Administrador General de la Dirección Nacional de Vialidad, Ing. Nelson Periotti, el Presidente del Consejo Vial Federal, Ing. Víctor Vrdoljak, y el Lic. Miguel Salvia, Presidente de la AAC, presidieron el acto de apertura del Seminario

gunas actividades de seguridad vial específicas, si podemos definir claramente que exista un plan de acción elaborado y consensuado entre la actividad pública y las múltiples entidades no gubernamentales vinculadas a la seguridad vial, y si podemos finalmente tener una autoridad de aplicación y de coordinación centralizada seguramente vamos a poder avanzar hacia un cambio importante", concluyó.

La experiencia extranjera

La primer disertación del seminario estuvo a cargo del Sr. Peter Elsenaar, Director de Proyectos Especiales del Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Holanda y actual Presidente del Comité C-13 de Seguridad Vial del Congreso Mundial de la Ruta A.I.P.C.R./P.I.A.R.C. Para comenzar su exposición titulada "La Seguridad Vial en la Comunidad Europea", el especialista resumió la labor de la Asociación Mundial de la Ruta, creada hace aproximadamente 100 años en París, con casi un centenar de gobiernos miembros, entre los que se incluye Argentina, más de 600 miembros colectivos, organizaciones, y más de 1000 miembros individuales. Al respecto, explicó que la misión de la PIARC es servir a todos sus miembros como un foro internacional líder, diseminando las mejores prácticas, promoviendo herramientas eficientes para la toma de decisiones, y estableciendo un énfasis especial en los países en desarrollo y en transición.

Elsenaar aseguró que para lograr una política de seguridad vial exitosa es fundamental desarrollar, en primer lugar, una estrategia de seguridad y un plan de acción, que puede ser nacional, federal o regional. El siguiente paso consiste en llegar a un acuerdo político sobre una meta, en cuanto a la reducción de fatalidades. Del mismo modo, teniendo en cuenta que la seguridad vial es un área multidisciplinaria y es multisectorial, será necesario contar con ingenieros viales, especialistas en la aplicación, en conductas humanas, medicina, marketing, comercialización. Por otra parte, subrayó la importancia de crear concientización en el público para que se comprendan los riesgos.

Asimismo, destacó la necesidad de contar con un coordinador que organice un proceso muy complejo y con aspectos interdisciplinarios. "Si no es posible manejar

el escenario político se puede empezar con las medidas técnicas que pueden ser llevadas a cabo por profesionales sin necesidad de atravesar todas las instancias políticas de aprobación".

Con respecto a la situación mundial, Elsenaar señaló que el 80 % de los accidentes ocurre en países en desarrollo, que representan sólo el 40 % de los vehículos. "Latinoamérica está aumentando en su accidentalidad –afirmó-. En el '98 los accidentes eran la novena causa de muerte, pero existe una predicción de la OMS que establece que los accidentes de tránsito van a estar en el tercer lugar en el 2020 si no se hace nada para revertir esta situación".

El especialista holandés señaló que el sector privado debe tener influencia en la gestión de proyectos, infraestructura, logística, experiencia en marketing y financiamiento. Al mismo tiempo, el gobierno local o central puede proporcionar coordinación estratégica, estándares, fortalezas cívicas y la habilidad de obtener este financiamiento. Además, las ONGs tienen la capacidad de movilizar la participación comunitaria y los grupos de acción. Es decir que en la sociedad debe manifestarse una alianza para acceder a nuevos recursos y generar iniciativas de envergadura para un desarrollo sustentable.

Tomando como ejemplo Polonia, que ha logrado reducir en el año 2000 un12 % los accidentes fatales, Elsenaar explicó que esta reducción se puede conseguir a través de mejoras en los estándares de vehículos, de medidas ITS que le den soporte al conductor y de medios de difusión adecuados con información sobre temas de velocidad, el uso del cinturón de seguridad, la alcoholemia, entre otros. "Una de las cuestiones más importantes es conocer cómo se puede influenciar la conducta de otros respecto de la seguridad, cómo se puede motivar a las autoridades locales o a los políticos para que actúen, cómo priorizar la seguridad vial entre todos los otros temas sociales y cómo crear concientización en el público".

Transferir conocimientos

En su segunda conferencia titulada "Mejoramiento de la Seguridad Vial a través de la transferencia del conocimiento", Elsenaar continuó exponiendo acerca de la experiencia europea en seguridad vial. Al

Peter Elsenaar, Presidente del Comité C-13 de Seguridad Vial del Congreso Mundial de la Ruta A.I.P.C.R./P.I.A.R.C.

El Seminario contó con una importante convocatoria de asistentes

La Asociación ofreció un almuerzo en el Salón Panamericano Sur del Crowne Plaza

respecto, indicó que si bien el Reino Unido es uno de los países mejor ubicados en las estadísticas del viejo continente, en el año 2002 se registraron 3409 muertes y 316 mil heridos. Por tal motivo, se generaron planes especiales para inculcar la seguridad vial en los niños, educar a los conductores y crear una mejor infraestructura. Asimismo, para reducir la cantidad de víctimas fatales de los accidentes se realizó el rediseño de ingeniería en las autovías. En lo referente a Alemania, el especialista informó que este país recientemente introdujo auditorías sobre seguridad vial para hacer una evaluación sistemática de la seguridad vial de una carretera e informar sobre el potencial de accidentes del proyecto. Además, se están realizando campañas de seguridad vial y se está llevando a cabo el tratamiento de puntos negros.

Elsenaar indicó que las auditorías de seguridad vial han sido introducidas oficialmente en Australia, Malasia, Dinamarca, el Reino Unido, Islandia, Nueva Zelanda y Noruega. También se está analizando su posible implementación en Francia, Holanda, Portugal, España, Estados Unidos, Canadá y Alemania. Se trata de un procedimiento que se está utilizando como control de calidad sobre los diseños nuevos de las carreteras. En primer lugar, se realizan listas de verificación, luego se generan informes de auditoría divididos en cuatro fases: plan preliminar, plan detallado, evaluación de los informes y capacitación para los auditores. "Existen diferentes listas de verificación para los distintos tipos de carreteras, autovías, caminos rurales y accesos urbanos –explicó-. La auditoría es una herramienta muy importante para la gestión de calidad en el diseño vial, porque es una medida de seguridad con una tasa de retorno es de más del 70 %".

El ex director de seguridad vial de Holanda señaló que su país cuenta con una estrategia de "seguridad sustentable", como parte del plan nacional de transporte. Con 16 millones de habitantes y 6,5 millones de vehículos, tiene mil víctimas fatales por año, es decir que a pesar de la gran cantidad de vehículos y de kilometraje la cantidad de accidentes está descendiendo. Esto se ha logrado gracias a una cantidad de medidas muy efectivas, como una nueva legislación, límites de alcoholemia, control estricto de la policía, mejor infraestructura de camino y mejor diseño, vías libres, reducción del límite de velocidad a la mitad, descentralización de responsabilidades y competencias.

En Holanda se ha calculado que el costo anual de los accidentes de tránsito es de 5400 millones de euros y las inversiones a lo largo de 20 años deberían ser del mismo monto, dado que las inversiones tienen una tasa de retorno del 7 %. "El gobierno nacional va a hacerse cargo del 50 % del costo a nivel provincial y local, con lo cual está alentando la inversión en seguridad vial a largo plazo", dijo Elsenaar -. La seguridad sustentable implica que vamos a tener una colaboración del ser humano junto con un vehículo inteligente y una infraestructura que proteja al ser humano".

Elsenaar destacó desde el punto de vista teórico el desarrollo realizado en Holanda de tres categorías de carreteras que necesitan un tratamiento especial: carreteras que tienen una función de flujo para un movimiento rápido del tránsito, carreteras con función de distribución para que el tránsito vaya a cada una de las áreas residenciales, y carreteras con una función de acceso hacia esas áreas residenciales. Al respecto, explicó que cada carretera recibe

Las autoridades del sector presentes en el seminario presidieron el almuerzo

un tratamiento distinto según su función, su forma, su geometría y el uso que se le da.

En cuanto a la Argentina, el especialista aconsejó concentrarse en los niveles de alcoholemia, la velocidad y los cinturones de seguridad, organizar el monitoreo y la evaluación, mejorar las estadísticas de accidentología para conocer los puntos negros y las medidas más efectivas a implementar. "Traten de hacer participar y comprometer a los políticos, no sólo a nivel nacional sino a nivel local –recomendó-. Quizás sea muy difícil cambiar a todo el país, pero se pueden concentrar en alguna ciudad específica donde el intendente, la policía o los ingenieros de tráfico estén dispuestos a enfatizar la seguridad vial".

Un banco de tres patas

Luego del almuerzo servido en el Salón Panamericano Sur del hotel, las exposiciones de la tarde comenzaron con el Sr. Michel Dreznes, miembro del directorio de la I.R.F. (International Road Federation) y del Comité A2A04 sobre seguridad al costado del camino de la T.R.B.(Transportation Research Board), quien disertó sobre "La Seguridad Vial en los Estados Unidos de Norteamérica".

Dreznes comentó que Estados Unidos comenzó en 1960 a tomar medidas para reducir la gravedad de esos accidentes y ha logrado buenas resultados a pesar del crecimiento de las carreteras y del flujo de tránsito. "Lo que se hizo fue cambiar el estilo de vida, las actitudes, las filosofías –explicó-. En EEUU se utilizan "las tres E" para llegar al éxito: "educación", porque primero hay que instruir a la gente acerca de cómo deben conducir y cómo deben respetarse los conductores;"enforcement" (aplicación), porque es necesario aplicar la ley y hacerla cumplir; y "engineering" (ingeniería), en relación con los vehículos y las carreteras".

El especialista americano señaló que el desafío para el próximo siglo es incorporar cada vez más autos a las carreteras y hacer las infraestructuras más sofisticadas. "Hay una correlación directa entre el producto bruto y la infraestructura, porque una cosa no existe sin la otra -afirmó-. El desafío es resolver cómo se pueden construir kilómetros y kilómetros de carreteras en áreas más pequeñas, sobre todo alrededor

Michael Dreznes, miembro del la I.R.F.

de las grandes urbes, ya que los conductores van a cometer más errores a medida que las carreteras se vuelvan más sofisticadas.

En este sentido, destacó el papel fundamental que debe ocupar la tecnología en la actualidad para evitar accidentes. "Las tecnologías nos permiten monitorear el flujo de tránsito y notificar a los conductores sobre las condiciones reales en la zona para que puedan estar preparados, porque un conductor bien informado e inteligente es un conductor más seguro". En referencia al uso de nuevas tecnologías recomendó examinar las especificaciones, normas y estándares previamente y complementar el diseño y el mantenimiento para no desperdiciar el dinero.

En su segunda exposición denominada "Cómo hacer los caminos mas seguros", Drezner, quien es también miembro de la Asociación Mundial de la Ruta del I.T.E (Institute of Transportation Engineers), señaló que cuando se estudia un proyecto como la construcción de un puente o la creación de un cruce una manera de evitar los accidenteses es mediante la realización de un análisis de costo-beneficio. "La delineación adecuada, sea horizontal o vertical, es la forma de tener el mejor retorno a través de un análisis de costo-beneficio", indicó.

En cuanto a las zonas de obra en ruta, Drezner recomendó señalizar adecuadamente el lugar con recursos nuevos que se están utilizando para prevenir muertes innecesarias, por ejemplo los amortiguadores montados en la parte trasera de los camiones, que ya son obligatorios en algunos países de Europa. "Hay que diseñar un plan, dedicar tiempo a aprender las tecnologías disponibles, ayudar a las personas a desarrollar tecnologías a nivel local y asegurarse de que los productos estén adecuadamente probados antes de lanzarlos a las rutas", finalizó.

Los oradores respondieron a las preguntas del público presente en la jornada

Quebrada del Portugués - Tucumán

Ruta 60 - Catamarca

Ruta 40 - Londres-Belén - Catamarca

Emisario Sur - Rosario

Ruta 12 - Ceibas

LA TECNOLOGIA, LA INGENIERIA Y LA SEGURIDAD, VAN POR EL MISMO CAMINO.

EL DE SIDERAR.

Siderar, a través de su Unidad de Negocio Construcción, Agro y Vial, contribuye día a día con la Ingeniería y Seguridad de los caminos, mediante la provisión de defensas y alcantarillas de acero corrugado galvanizado Arsa. De esta manera, soluciona eficientemente los problemas de seguridad y drenajes, en caminos, ferrocarriles y autopistas.

Siderar hace de los caminos, caminos seguros.

SIDERAR

UNIDAD CONSTRUCCIÓN, AGRO Y VIAL

ARSA

Valentín Gómez 210, (1706) Haedo, Prov. de Bs. As.
Tel: (54-11) 4489-6940/6941 Fax: (54-11) 4489-6949
www.Siderar.com E-mail: psibag@siderar.com

TECHINT

UN RECONOCIMIENTO AL TRABAJO

La Asociación Argentina de Carreteras presentó el "Premio a la Seguridad Vial",un incentivo para promover las prácticas destinadas a reducir los accidentes de tránsito

En virtud de la profunda preocupación de la sociedad por la seguridad vial, el 10 de junio la Asociación Argentina de Carreteras institucionalizó el "Premio a la Seguridad Vial", destinado a promover aquellos organismos oficiales y privados que durante el año lleven a la práctica acciones para contribuir a la reducción de los accidentes de tránsito y sus consecuencias.

Las propuestas a presentarse como candidatas deberán responder a las siguientes categorías:

1. Mejoramientos físicos de la infraestructura que aumenten el nivel de seguridad vial tales como:

-Mejoramiento del diseño y la ingeniería en caminos nuevos o existentes o de las zonas marginales.

-Zonas al costado de las calzadas más seguras.

-Mejoramiento de intersecciones.

-Mejoramiento de la señalización horizontal, vertical y semaforización.

2. Mejoramientos no físicos que contribuyan a aumentar la seguridad vial, tales como:

-Mejoramiento operacional o del gerenciamiento.

-Campañas de información pública.

-Actividades multidisciplinarias dedicadas a los problemas de seguridad vial.

-Programas sobre cumplimientos de las leyes que reduzcan los accidentes fatales y heridos.

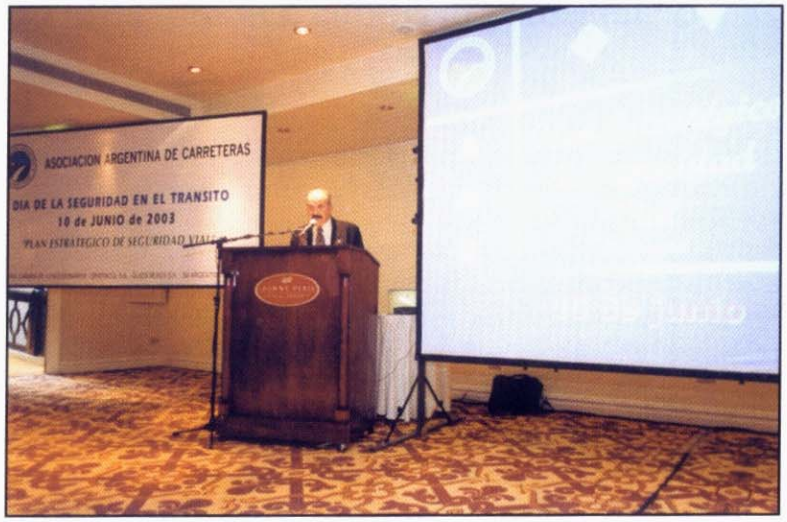
3. Programas sobre planificación,desarrollo y evaluación:

- Obtención de datos sobre accidentes, análisis e integración con otros datos de seguridad vial como el inventario vial.

-Uso efectivo de la identificación de lugares con accidentes de tránsito y técnicas de análisis.

-Integración efectiva de los datos de seguridad vial y necesidades en todos los procesos de planificación y programación del transporte metropolitano y provincial.

-Utilización de las evaluaciones para producir políticas, procesos y prácticas que mejoren la seguridad vial.



El Ing. Nicolás Berretta, Secretario de la Asociación, presentó las bases y condiciones del premio

Aquella acción concreta seleccionada anualmente entre las propuestas presentadas obtendrá reconocimiento a nivel nacional y la publicación en la revista Carreteras y otros medios. Además, será presentada el 10 de junio de cada año, Día de la Seguridad en el Tránsito, en un acto público con la presencia de las autoridades de la AAC y del sector público y privad. En dicha oportunidad recibirá una plaqueta de reconocimiento.

Con el fin de evaluar las propuestas para acceder al premio se considerarán los siguientes criterios:

- Innovación: Se evaluará la inclusión de conceptos innovadores comparados con los existentes en el ámbito nacional, provincial y municipal.

-Efectividad: Se evaluará la efectiva reducción significativa en el número o en la peligrosidad de los accidentes.

-Uso eficiente de los recursos: Se evaluarán las soluciones que tengan un bajo costo, la medida de la relación Costo/Beneficio y el uso eficiente de los recursos de Organismos Oficiales.

Las Bases y Condiciones para la presentación de propuestas para acceder al Premio serán publicadas en la revista Carreteras y en la página web de la Asociación. Las propuestas se recibirán antes del 30 de abril de cada año en la sede de la AAC: Paseo Colón 823 – 7º piso, Buenos Aires. www.aacarreteras.org.ar

PROPUESTA VALIOSA PARA UN PLAN SUSTENTABLE

La Asociación Argentina de Carreteras presentó un proyecto de Plan Estratégico de Seguridad Vial e instó a las autoridades y a los organismos privados a elaborar programas a largo plazo

Dentro de las Actividades de la Jornada la AAC Carreteras dio a conocer a la sociedad una propuesta de Plan Estratégico de Seguridad Vial elaborado por especialistas de renombre en el tema Seguridad Vial y avalado por importantes instituciones de nuestro país. Para comenzar con la presentación del plan el Lic. Salvia leyó la Declaración que con motivo de celebrarse el Día de la Seguridad en el Tránsito firmaron el Instituto de Seguridad y Educación Vial (ISEV), el Automóvil Club Argentino y la Asociación Argentina de Carreteras (Ver página siguiente).

A continuación, el Ing. Mario Leiderman, coordinador del proyecto, realizó una reseña de la propuesta de la Asociación. En primer lugar, indicó que el Plan Estratégico de Seguridad Vial se ha estructurado en cinco aspectos relevantes: Educación, Otorgamiento de Licencia para Conducir, Legislación, Control y Sanciones y Vía Pública y Estructura Viaria.

Respecto del primer aspecto, el plan contempla la implementación de una adecuada educación vial desde la escuela que genere la capacitación y formación de recursos humanos que contribuyan a modificar e implementar actitudes para mejorar la seguridad de los usuarios.

En lo referente a las licencias de conducir, los objetivos a alcanzar incluyen la homogeneización de los requerimientos para su obtención en todas las jurisdicciones y la centralización de la información relativa al otorgamiento y/o habilitación. La licencia debería tener el carácter de documento habilitante, personal e intransferible que autorice a conducir por todo el territorio nacional la categoría de vehículo para el que se encuentra habilitado.

Asismismo, la legislación en materia de tránsito debería tener un denominador común en todo el país y las sanciones deberían seguir criterios similares a los prescriptos en la Ley Nacional de Tránsito 24.449 que rige en la actualidad. En este sentido, se propone asegurar la Revisión Técnica Obligatoria de los vehículos en todo el ámbito del país, establecer normas, resoluciones y especificaciones que aseguren estándares mínimos de seguridad vial en toda la Red Vial de Caminos del País y asegurar un sistema de datos de accidentes de tránsito confiable y homogéneo en todas las jurisdicciones.

Del mismo modo, el plan considera imprescindible que el personal que ejerza el control del tránsito posea los conocimientos necesarios para educar, controlar y sancionar a los infractores con criterio de justicia y ecuanimidad. Por lo tanto, uno de los objetivos es proponer la reformulación y el saneamiento de los programas destinados al personal aspirante a ingresar en los cuerpos policiales, al personal operativo en funciones y al personal de comando y conducción, incorporando contenidos afines con la accidentología y la seguridad vial.

Por otra parte, Leiderman instó tanto a los Entes Viales del Sector Público como a las empresas concesionarias de Caminos y Autopistas a proveer a los caminos de todos aquellos elementos que ofrezcan una mayor seguridad en su circulación y una disminución de los efectos que se producen por la salida de los vehículos fuera de la calzada Al respecto, el plan plantea, entre otros puntos, disponer de un Plan de Obras de Menor Costo en Seguridad Vial que atienda en forma permanente, los aspectos básicos que hacen a la seguridad desde el punto de vista de la estructura vial y definir estrategias de inversión y regulación.

Leiderman concluyó su exposición del plan bregando por una participación activa del Estado en la materia y haciendo votos para que se le otorgue al Plan la importancia que merece a fin de que se constituya en una herramienta apta para reducir el número de accidentes viales con su secuela de muertos y heridos.

El Ing. Leiderman hizo una reseña del Plan Estratégico de Seguridad Vial

DIA DE LA SEGURIDAD EN EL TRANSITO

Declaración de la Asociación Argentina de Carreteras

En este 10 de junio de 2003, Día de la Seguridad en el Tránsito, queremos llamar la atención de la sociedad y de las autoridades gubernamentales para encarar decididamente una acción sostenida para eliminar la muerte en accidentes de nuestras calles y caminos. Los más de 7.000 muertos anuales en accidentes de tránsito y los más de 12.000 heridos graves requieren una atención permanente ya que no sólo se generan pérdidas humanas, sino también graves consecuencias sociales.

El 11 de septiembre de 2001 el mundo y los argentinos nos sorprendimos ante el atentado de las torres gemelas de Nueva York que originó 3.000 víctimas fatales. Pues bien, tomemos conciencia que en la Argentina se producen más de dos caídas de las torres gemelas por año.

Los accidentes de tránsito son hoy la cuarta causa de mortalidad en el país y una de las más importantes en el segmento entre 16 y 40 años. Además de los sufrimientos humanos que ocasionan los accidentes cuestan al país una gran cantidad de dinero, tiempo y esfuerzo, dado que la situación deriva en una pérdida anual del orden del 3% del Producto Bruto Interno del país.

Como agravante se presenta una notoria disparidad de esta enfermedad social entre distintas provincias y entre distintas clases sociales, lo que se traduce en otra causa de inequidad social. Los accidentes generan la atención en hospitales de un número creciente de afectados, en un país cuyos hospitales se encuentran saturados Ello es una intolerable carga en los escasos recursos médicos.

Tomemos conciencia que, de continuar esta situación, un importante porcentaje de niños que hoy están naciendo morirán o serán heridos en accidentes de tránsito.

¿NO ES TIEMPO DE COMENZAR A CAMBIAR LAS COSAS?

Esta situación no es fatalmente inevitable y es posible encarar caminos y planes sostenibles para cambiar la tendencia e iniciar una progresiva mejora. Mucho puede ser hecho para proteger a nuestro pueblo sin gastar enormes sumas de dinero. Sin embargo, retrasar la solución no es una opción, y reacciones viscerales frente a cada tragedia de proporciones no contribuyen a una acción sostenida.

Mientras en nuestro país el número de muertos continúa elevado, en los países altamente motorizados del mundo las muertes han caído el 20% en los últimos años. Esto muestra lo que se puede realizar con objetivos claros e inversiones sostenibles. A menos que se tomen acciones concretas, los accidentes de tránsito serán para el año 2020 la segunda o tercera causa de muerte.

El Estado tiene una responsabilidad moral por la seguridad y el bienestar de los ciudadanos del país, pero existe una adicional ventaja en invertir en seguridad vial: como está demostrado internacionalmente, los efectos de mejoras pueden ahorrar mucho más dinero que el costo de los mismos. Las inversiones en seguridad vial implican tasas de retorno que no pueden ser encontradas en otras inversiones en el sector de transporte, superando el 100-200 %.

Frente a todo lo anterior requerimos que se encare un plan sostenido que permita:

1. Asunción de la temática Seguridad Vial como política de Estado
2. Elaboración, implementación y seguimiento de un programa de acción con el aporte del las Organizaciones públicas y privadas de experiencia en el tema.
3. Asignación de recursos específicos para la actividad dentro del presupuesto nacional.
4. Definición de autoridad efectiva de aplicación y coordinación.

Nuestras organizaciones ofrecen toda su colaboración para la concreción de una política estable y sostenible en el tema.

I.S.E.V.
Instituto de Seguridad
y Educación Vial

A.C.A.
Automóvil
Club Argentino

A.A.C.
Asociación
Argentina de Carreteras

PLAN ESTRATEGICO DE SEGURIDAD VIAL

A continuación presentamos el prólogo de la propuesta elaborada por especialistas de la Asociación Argentina de Carreteras y de otros organismos involucrados en el problema de la seguridad en el tránsito

La Asociación Argentina de Carreteras a lo largo de más de medio siglo de existencia ha procurado que el Estado y la Sociedad, asuman el problema de la seguridad vial como uno de los problemas a resolver para mejorar la calidad de vida de los argentinos.

Conscientes de esa situación, las primeras campañas en pro de la educación vial y por una política de seguridad vial datan de 1954, cuando por el parque automotor argentino y el comportamiento de los conductores, el índice de siniestralidad era relativamente bajo, aunque mostraba una preocupante tendencia creciente.

El accionar de todas las instituciones no gubernamentales por conseguir la sanción de una Ley de Tránsito fue otro de los hitos en nuestro accionar.

Conscientes de la gravedad de la situación, hemos convocado a un conjunto de prominentes especialistas en la materia para encarar las bases par el desarrollo de un Plan Estratégico de Seguridad Vial, que sea sustentable económica y temporalmente, y encare las acciones y objetivos tendientes a minimizar el grave costo de la inseguridad vial.

Los profesionales, a quienes agradecemos profundamente su participación en la elaboración del referido Plan, han subrayado falencias en el accionar del pasado y el presente, así como objetivos necesarios para encarar una acción que permanezca en el tiempo evitando las reacciones espasmódicas frente a accidentes puntuales.

Somos conscientes que en nuestro país existen diversos "Diagnósticos" sobre Seguridad Vial. Evidentemente no todos coinciden en las cifras no obstante lo cual coinciden en sus conclusiones.

Aún con variaciones en las cifras de accidentes, la situación que reflejan todos estos diagnósticos es la tendencia desde 1980 a la fecha hacia una situación crítica, demostrando que la Argentina padece en alto grado la "endemia social" de los accidentes del tránsito definido por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Sin embargo y sin desechar las cifras y guarismos de nuestras organizaciones públicas y privadas, preferimos exponer el problema con "la mirada" de quienes, con mayor experiencia en la materia, nos observan desde el exterior del país. Un reciente informe del Banco Mundial al respecto, señalaba que:

"Los accidentes de tránsito en Argentina constituyen un serio problema económico y social. Los costos anuales estimados para accidentes de tránsito son de alrededor del 1 al 2 por ciento del PBI, según se incluyan o no los gastos indirectos. El número de muertos por estos accidentes es de 6.500 personas al año, lo que constituye un 2,5 por ciento del total de muertes ocurridas en Argentina, y la cuarta causa de mortalidad luego de las enfermedades cardiovasculares (29%), los tumores malignos (19%) y las enfermedades cerebrovasculares (9%)."

"En el país, el riesgo por accidentes de tránsito es de 1.8 muertes por cada 10 mil habitantes, bastante cerca del promedio latinoamericano, que es de 2 muertes por cada 10 mil. El 66 por ciento de esas muertes ocurren en la zona rural, siendo los jóvenes de 16 a 30 años el grupo más vulnerable (40 por ciento). Dos tercios de esas víctimas son varones y se estima que los más afectados son aquellos que pertenecen a los estratos sociales de menores ingresos: peatones, pasajeros, pobladores rurales, etc."

Esta descripción se corresponde al año 2000 y fue elaborada por técnicos del Banco Mundial que desarrollaron un pre-estudio en el país con la colaboración de organismos y entidades privadas. Tomando en cuenta datos del año 2002, el costo estimado de los accidentes viales para el conjunto de la sociedad argentina asciende a u$s 2716 millones lo que representa un valor del orden del 3% de PBI.

Como agravante de la situación se presenta la notoria disparidad de la enfermedad social en las distintas jurisdicciones provinciales.

Frente a esta endemia sobradamente conocida en el país ¿Cómo ha reaccionado la sociedad organizada, en particular el Estado?

Lamentablemente la reacción documentada desde 1980 a la fecha ha sido la mayor de las veces "visceral", es decir frente a cada tragedia de proporciones, dió una respuesta inmediata, reactiva y temporal. Tales respuestas, salvo en contadas oportu-

nidades, se "diluyen" rápidamente en tanto la presión social cede ante nuevos acontecimientos.

Básicamente, si comparamos los caminos elegidos por otras sociedades para combatir esta endemia (y que resultaron exitosos en la medida que fueron aplicados durante varios años), nos encontramos con "fórmulas" muy similares y que coinciden esencialmente en los siguientes principios rectores:

1.- Asunción de la temática Seguridad Vial como Política de Estado.

2.- Elaboración, implementación y seguimiento de un Programa de Acción.

3.- Asignación oficial de recursos específicos en el Presupuesto Nacional.

4.- Definición de Autoridad de aplicación y coordinación.

Estos Principios Rectores pueden resumirse en los siguientes conceptos:

1. Asunción de la temática Seguridad Vial como Política de Estado

Es consecuencia natural de la toma de conciencia de riesgo que afronta la población. Si tal como esta demostrado, la inseguridad vial es una de las principales causas de mortalidad y morbilidad social, debe ser combatida seriamente y en forma prescindente de las Políticas de Gobierno de un partido de turno. La asunción formal y de fondo del tema como Política de Estado garantiza a la comunidad la continuidad de la aplicación de un Programa orgánico destinado a la eliminación o reducción de la problemática que la afecta.

2. Elaboración, implementación y seguimiento de un Programa de Acción

Hemos aprendido del mundo que esta endemia puede ser atacada eficazmente con un programa sostenido en el tiempo y una acción concertada entre el sector publico y el sector privado.

Por ende uno de los principales factores de ineficiencia y de crecimiento sostenido de la problemática es la total carencia de "planeamiento estratégico" y de un Programa de Acción "orgánico e integral".

Las medidas "viscerales" e inmediatas, las campañas inorgánicas e individuales proyectan beneficios muy limitados en el tiempo. La falta de organicidad, por otra parte, provoca perjuicios generando muchas veces contradicciones en los mensajes que percibe la sociedad.

Como en otras naciones, hoy líderes y admiradas en materia de Seguridad Vial, resulta imprescindible el formular un Programa de Acción que responda a un planeamiento estratégico a corto, mediano y largo plazo, estructurando todas las acciones dentro de un esquema orgánico y controlado.

3. Asignación oficial de recursos específicos en el Presupuesto Nacional

La asunción de una verdadera Política de Estado en la materia requiere del consecuente compromiso económico de inversión reflejado en las cuentas básicas de la comunidad organizada, es decir en el Presupuesto de la Nación.

Si la lucha por reducir los costos humanos y económicos no esta acompañada por la importancia presupuestaria en el tema, resulta absurdo, pretender el compromiso del Sector Privado Nacional ó del Financiero internacional.

La previsión y ejecución controlada de un renglón económico de inversión en el Presupuesto Nacional y en los Presupuesto Provinciales será demostración fehaciente de la asunción consciente y responsable de la problemática que se enfrenta.

4. Definición de Autoridad de Aplicación y Coordinación en la materia

Teniendo en cuenta las facultades constitucionales que descentralizan el manejo del tránsito en nuestro país será necesaria una tarea de coordinación efectiva, que potencie los diferentes recursos asignados.

Pero asimismo y considerando la inseguridad vial como una endemia social, es necesario establecer a nivel nacional la autoridad responsable de la lucha contra esa enfermedad, que coordine los distintos estamentos del Estado con la participación de la sociedad a través de las organizaciones no gubernamentales.

Por ello el trabajo realizado apunta a conseguir el compromiso nacional mediante el desarrollo de un esquema de funcionamiento que contemple los puntos mencionados.

Sabemos que esta será una larga lucha, con dificultades y éxitos parciales, pero que sólo con una acción decidida y permanente en el tiempo producirá la reducción de los muertos y heridos generados, y evitará los cuantiosos daños generados para la economía Nacional.

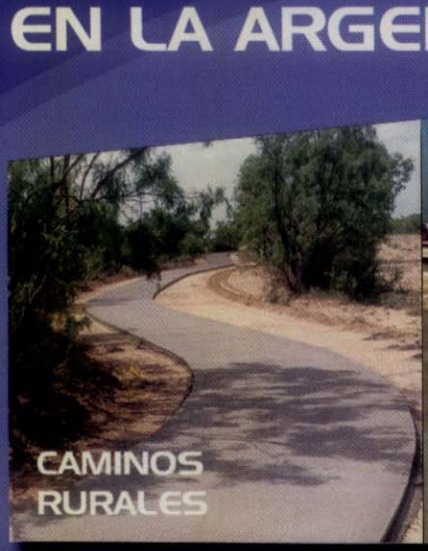
AGRADECIMIENTOS

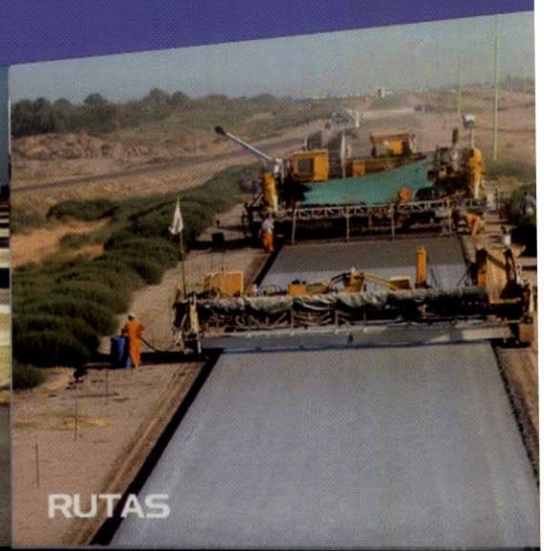
La Asociación Argentina de Carreteras agradece al grupo de especialistas que han elaborado en forma desinteresada el "Plan Estratégico de Seguridad Vial" encomendado por nuestra Asociación.

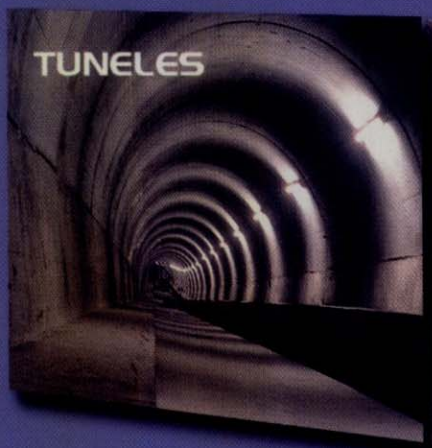
Dr. EDUARDO BERTOTTI – I.S.E.V.
Dr. HORACIO BOTTA BERNAUS
Arq. JULIO BOVIO – A.C.A.
Ing. PABLO CORTES – D.N.V.
Agr. MARIO DRAGAN – Touring Club Argentino
Arq. EDUARDO LAVECCHIA – D.V.B.A.
Ing. JUAN MORRONE - ADEFA
Sr. HUGO BADARIOTTI – A.A.C.
Ing. NICOLAS BERRETTA – A.A.C.

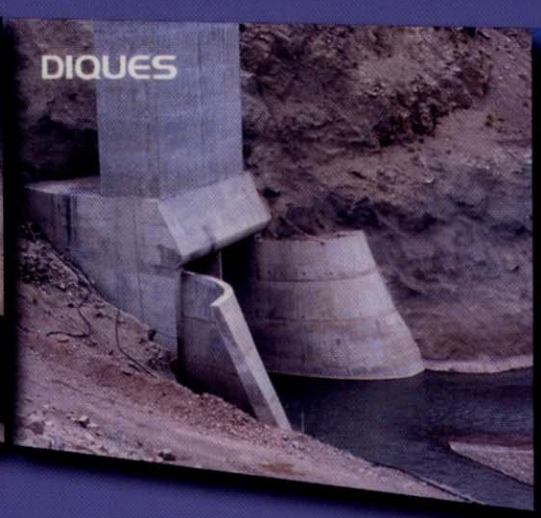
Coordinador
Ing. MARIO LEIDERMAN – A.A.C.

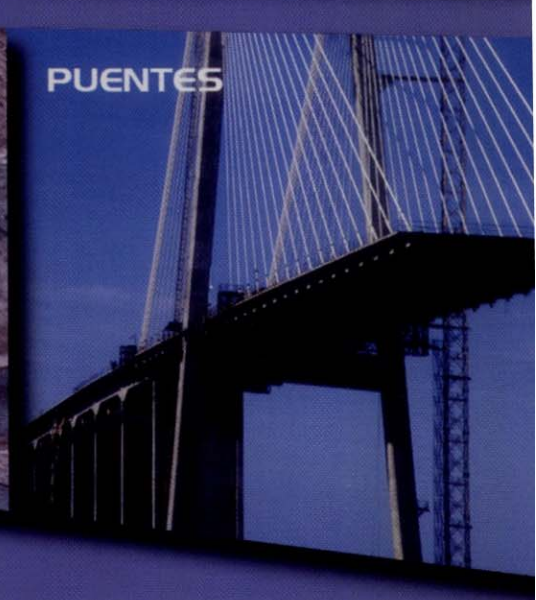
PROMOVEMOS Y DIFUNDIMOS LAS DIFERENTES APLICACIONES DEL CEMENTO PORTLAND EN LA ARGENTINA











Somos el referente técnico de la industria de nuestro país, nuestra trayectoria de servicio e investigación sobre los usos del cemento portland se inicia en enero de 1940, es nuestro objetivo obtener un mejor y mayor empleo del cemento divulgando las prácticas correctas, y las nuevas tecnologías que permitan alcanzar a los usuarios eficientes índices de calidad, productividad y competitividad en las construcciones en hormigón.
Brindamos asesoramiento a reparticiones públicas nacionales, provinciales y municipales, a empresas constructoras privadas, profesionales y público en general, aportando las novedades y avances en la materia que se desarrollan a nivel mundial.

INSTITUTO DEL CEMENTO PORTLAND ARGENTINO

Perfecciona y difunde el empleo del Cemento Portland

San Martín 1137 (C1004AAW) Buenos Aires - Tel: 4576-7690 - www.icpa.org.ar

1953 *como hace 50 años...* 2003

50 años

D P V LA PAMPA

seguimos en camino de progreso, trabajo y desarrollo

DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD
Avda. Spinetto 1221, Santa Rosa, La Pampa. Tel.: 02954 - 43-3416/313/225 - Fax: 02954 - 43-3489
E-mail: dpvlp@ar.inter.net

c.sw.

Covinorte

Un emprendimiento de ROGGIO, CCI, SUPERCEMENTO y DIOPSA

AUTORIDADES DEL SECTOR

Con la asunción del nuevo Gobierno Nacional se produjo el cambio de mando en las dependencias correspondientes al área de Obras Públicas. La nueva cartera que manejará la obra pública es el Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios, a cargo del Arq. Julio de Vido.

Dentro de la conformación del nuevo Ministerio el Ing. José Francisco López asumió como Secretario de Obras Públicas de la Nación, mientras que la Subsecretaría de Obras Públicas de la Nación quedó a cargo de la Arq. Graciela Oporto .

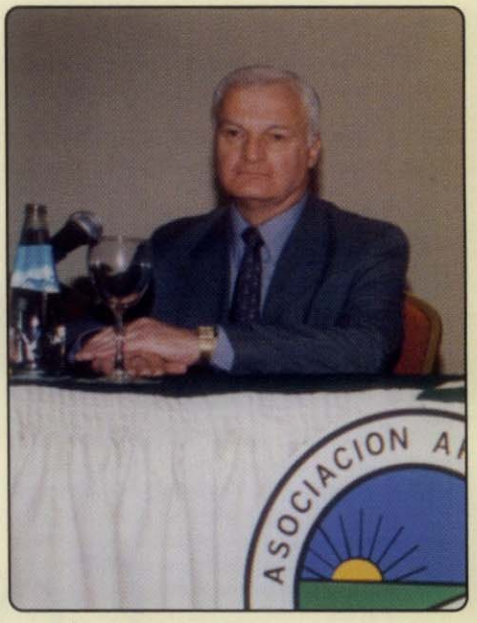
Por su parte, el Ing. Ricardo Jaime pasó a desempeñarse como Secretario de Transporte de la Nación y el Ing. Nelson Periotti asumió como Administrador General de la Dirección General de Vialidad. Periotti.

Arq. Julio de Vido

NUEVO ADMINISTRADOR DE LA DNV

El Ing. Nelson Guillermo Periotti fue designado Administrador General de la Dirección Nacional de Vialidad, organismo descentralizado del Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios.

El nuevo titular de la DNV se había desempeñado hasta el momento de su asunción como Presidente de la Dirección Provincial de Vialidad de Santa Cruz y fue puesto en funciones por el flamante ministro de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios, Arq. Julio de Vido.



Ing. Nelson Periotti

El combustible es Shell, el asfalto también.
Shell Bitumen
www.shell.com.ar
J. Walter Thompson

ASOCIACION ARGENTINA DE CARRETERAS ASAMBLEA GENERAL ORDINARIA

En el marco de su 49ª Asamblea General Ordinaria, la Asociación Argentina de Carreteras manifestó su preocupación por la falta de atención que los poderes públicos dan a la inversión en nuestro sistema de caminos.

En este sentido, advirtió que la transitabilidad de nuestras rutas disminuye aceleradamente por la falta de una política integral de mantenimiento de las redes, tanto en las de carácter principal, como en los caminos provinciales, generando así un aumento en el índice de siniestralidad vial.

Teniendo en cuenta la actual coyuntura económica orientada a aumentar las exportaciones, la AAC subrayó la importancia de contar con un sistema de transportes que contribuya a alimentar el logro de ese objetivo. Dado que el sistema de transportes tiene su estructura fundamental en el sistema de transporte carretero, es fundamental elevar su intermodalidad y las conexiones con puertos y puestos fronterizos.

Los miembros de la Asociación reunidos en la 49º Asamblea General Ordinaria

Tal como expresara en el Documento Preliminar del Plan de Caminos Agrícolas y Mineros (presentado en nuestra edición anterior), la AAC ha planteado nuevamente la necesidad de proponer soluciones para el estado de decadencia que presenta actualmente la Red Terciaria en nuestro país, una infraestructura básica del sistema que ha sido abandonada en los últimos 25 años.

Al respecto, los miembros presentes en la Asamblea coincidieron en exhortar a las nuevas autoridades gubernamentales a otorgar la importancia política y presupuestaria que el tema requiere y a generar una planificación seria y constante combinada entre la Nación y las provincias.

Del mismo modo, propusieron revalorizar el rol de las instituciones del Estado que llevan adelante la actividad, para dotarlas de una mayor eficiencia, capacitación y profesionalismo.

Luego de la lectura y aprobación de la Declaración, el Consejo Directivo y las autoridades presentes en la Asamblea confirmaron, por sugerencia del Presidente, la Junta Ejecutiva de la Asociación para el período 2002-2003 y confiaron en que su propuesta adquiera una profunda relevancia en el camino hacia la reactivación de la economía nacional.

ASAMBLEA GENERAL
AUTORIDADES

Período 2003-2004

CONSEJO DIRECTIVO:

Junta Ejecutiva:
Presidente: Lic. Miguel A. Salvia
Vice-Presidente 1°: Ing. Jorge W. Ordóñez
Vice-Presidente 2°: Dr. Obdulio Barbeito
Secretario: Ing. Nicolás M. Berretta
Pro- Secretario: Ing. Juan Morrone
Tesorero: Sr. Hugo Badariotti
Pro- Tesorero: Ing. Guillermo V. Balzi

Miembros Titulares:
Categoría Ex – Presidentes (art. 11° del Estatuto):
Ing. Rafael Balcells
Ing. Pablo Gorostiaga

CATEGORIA "D"
Socios Protectores

Mandatos por un año

SIDERAR S.A.C.I.
Representante : Ing. Guillermo Balzi
AUTOMOVIL CLUB ARGENTINO
Representante : Ing. Gustavo R. Carmona
DIRECCION NACIONAL DE VIALIDAD
Representante : Ing. Héctor Biglino
CAMARA ARG. DE LA CONSTRUCCION
Representante : Ing. Jorge Ordóñez

Mandatos por dos años:

DIRECCION DE VIALIDAD PROV. DE BS.AS.
Representante : Ing. Guillermo Cabana
INST. DEL. CEMENTO PORTLAND ARG.
Representante : Sr. Enrique Romero
REPSOL – YPF
Representante : Lic. Marcela Balige
LA CONSTRUCCION S.A.
Representante: Sr. Antonio Fracassi

CATEGORIA "C"
Entidades Comerciales

Mandatos por un año:

CCI CONSTRUCCIONES S.A.
Representante : Ing. Carlos F. Aragón
CONSULBAIRES INGS. CONSULTORES S.A.
Representante : Ing. Marcelo Lockhart
LOMA NEGRA S.A.
Representante : Lic. Rodrigo Ceballos
PECOM ENERGIA S.A.
Representante : Ing. Gustavo Seret
SERVICIOS VIALES S.A.
Representante : Ing. Manuel España
MACROSA DEL PLATA S.A.
Representante : Sr. Eugenio Cavanagh
SHELL S.A.
Representante : Ing. Mario Jair
AUTOPISTAS URBANAS S.A.
Representante : Ing. Felipe Nougues

Mandatos por dos años:

3M ARGENTINA S.A.
Representante: Sr. Bernardo Schiffrin
TECHINT S.A.
Representante : Ing. Juan Ruiz
VIALCO S.A.
Representante : Cdora. Silvina Selva
GLASS BEADS S.A.
Representante : Sr. Hugo Badariotti
BENITO ROGGIO E HIJOS
Representante : Ing. Henry Perret

CATEGORIA "B"
Entidades Oficiales y Civiles

Mandatos por un año:

CENTRO ARGENTINO DE INGENIEROS
Representante : Ing. Enrique Ferrea
COMISION PERMANENTE DEL ASFALTO
Representante : Dr. Jorge O. Agnusdei
TOURING CLUB ARGENTINO
Representante :Agr. Mario Dragan
CONSEJO VIAL FEDERAL
Representante : Ing. Nicolás M. Berretta
F.A.T.VIAL
Representante : Sr. Santiago Gaitán
ESCUELA DE GRADUADOS DE ING. DE CAMINOS
Representante : Ing. Armando García Baldizzone

Mandatos por dos años:

A.D.E.F.A.
Representante : Ing. Juan Morrone
CAMARA ARG. DE CONSULTORAS DE INGENIERIA
Representante : Ing. Guillermo Grimaux
F.A.D.E.E.A.C.
Representante : Sr. Néstor Fittipaldi
CAMARA ARG. DE EMPRESAS VIALES
Representante : Ing. Juan Bradach
CAMARA DE CONCESIONARIOS VIALES
Representante : Dr. Obdulio Barbeito
CAMARA ARG. DE CONSULTORES VIALES
Representante : Ing. Gustavo Regazzoli

CATEGORIA "A"
Socios Individuales

Mandatos por un año:

Ing. Héctor J. Biglino
Ing. Mario J. Leiderman
Prof. Juan E. Tornielli
Ing. Carlos A. Bacigalupi

Mandatos por dos años:

Lic. Miguel A. Salvia
Ing. Carlos Priante
Ing. Alejandro Tagle
Dr. José María Avila

MIEMBROS SUPLENTES

Categoría "A"

Mandatos por un año:

Ing. Guillermo Cabana
Ing. Norberto Salvia

Mandatos por dos años:

Ing. Claudio Trifilio
Ing. Jorge R. Tosticarelli

COMISION REVISORA DE CUENTAS

Mandatos por un año:

Sr. Jorge Benatuil
Sr. Marcelo Marcuzzi
Agr. María Isabel Pluss

CONSEJO ASESOR

Ing. Carlos Aragón, Ing. Enrique Azzaro, Ing. Mario Leiderman, Ing. Marcelo Lockhart, Ing. Marcelo Alvarez, Ing. José Bertrán, Ing. Félix J. Lilli.

ASOCIACION ARGENTINA DE CARRETERAS
DECLARACION DE LA ASAMBLEA GENERAL ORDINARIA

La 49ª Asamblea General Ordinaria de la Asociación Argentina de Carreteras, entidad constituida por las organizaciones públicas y privadas vinculadas al planeamiento, construcción, conservación y uso de los caminos, manifiesta su creciente preocupación por la falta de atención que los poderes públicos dan a la inversión en nuestro sistema de caminos.

El sistema vial argentino se ha convertido por políticas erróneas, en un cuello de botella del sistema productivo, ocasionando sobre-costos a los usuarios e impidiendo facilitar el incremento de las exportaciones y mejorar la competitividad de nuestra economía y la calidad de vida de los habitantes.

La importancia del sistema carretero en el transporte nacional es altamente significativa ya que más del 80% de las cargas y el 90% de los pasajeros circulan por los caminos.

Advertimos que la transitabilidad permanente disminuye aceleradamente por la falta de una política integral de mantenimiento de nuestras redes, tanto en las de carácter principal, como en los caminos provinciales y con niveles casi nulos de mantenimiento en los caminos rurales vinculados a la producción, generando además un aumento en el índice de siniestralidad vial.

Esta falta de acción sobre el mantenimiento, y de recursos asignados al camino, implica la demora en proyectos imprescindibles que deben tender a modernizar nuestra red de caminos, otorgándole agilidad y seguridad.

No es posible mejorar la competitividad con caminos rurales insuficientes y deteriorados, con redes provinciales en deficiente estado de conservación, una red nacional sin fondos mínimos necesarios, con una baja inter-modalidad, y con accesos a puertos deficientes y congestionados.

En el sector vial la acción del Estado resulta decisiva para enfrentar los problemas del presente y planear el desarrollo del futuro, por lo que en vísperas de un proceso electoral, exhortamos a los candidatos a Presidente de la Nación a otorgar la importancia política y presupuestaria que el tema requiere.

Asimismo anhelamos, que dado el carácter armónico de nuestro sistema vial, las redes provinciales tengan los recursos necesarios para su mantenimiento y podamos asistir a un cambio profundo en la política de inversión hacia los caminos rurales.

Es necesario, por tanto, una planificación seria y constante combinada entre la Nación y las Provincias, que plantee detener el estado de decadencia del sistema vial, acompañada por la importancia presupuestaria que la hora requiere, con una correcta y eficiente asignación de presupuesto y de fondos fiduciarios, tanto en tiempo como en forma por parte del Ministerio de Economía.

Es imprescindible revalorizar el rol de las instituciones del estado que llevan adelante esta actividad, como la Dirección Nacional de Vialidad y los Organismos Viales Provinciales, reestructurándolas para una mayor eficiencia, dotándolas de capacitación y profesionalismo e incorporando tecnología que permita jerarquizar su tarea y poder cumplir con las funciones para las cuales fueron creadas.

Si bien somos conscientes de la situación económica nacional y del esfuerzo necesario para resolver los problemas sociales, entendemos que la decadencia del sistema de infraestructura vial ocasionará mayor pobreza y un agravamiento de la situación social.

Frente a todo ello la Asociación Argentina de Carreteras alerta a la sociedad de las consecuencias que para la economía nacional tendrá el mantenimiento de una falta de política en detrimento del patrimonio vial, y exhorta a las autoridades futuras a modificar el rumbo, dándole la importancia que la economía requiere de su sector de transporte carretero.

El lema de nuestra Asociación "Por más y mejores caminos" para un sistema de transporte eficiente adquiere una profunda relevancia ante cualquier planteo de país exportador y reactivación de la economía nacional.

Buenos Aires, 30 de abril de 2003

Con la tecnolo

REPSOL YPF

YPF ASFALTOS tiene
la tecnología que usted necesita,
en el momento
y el lugar en que la necesita.

Porque contamos con el único laboratorio móvil de la Argentina y con todo el soporte tecnológico para realizar los ensayos en conjunto con el cliente, al cual seguimos asistiendo en el proceso de postventa. En YPF Asfaltos lo acompañamos en las diferentes etapas hasta la construcción de la carretera. Somos todo lo que su empresa necesita.

YPF ASFALTOS

YPF Asfaltos: Tucumán 744, piso 7° - CP 1049 Capital Federal. Tel.: 4323-2000. E-mail: derivadoasfalto@repsolypf.com

UN PLAN SUSTENTABLE

Presentamos los aspectos más importantes de la propuesta para el Plan Nacional de Infraestructura Vial que la Asociación Argentina de Carreteras ha elevado a las autoridades

La Asociación Argentina de Carreteras a lo largo de más de cincuenta años ha analizado la situación de la infraestructura vial y, consecuente con ello, ha presentado planes y recomendaciones con el fin de conseguir un desarrollo racional del sistema.

Así en los últimos cinco años se han preparado diferentes planes que fueron presentados a los diferentes representantes del poder público, planteando las necesidades y los riesgos en el sector vial.

La situación crítica en los aspectos fiscal y financiero de los últimos años han aconsejado desarrollar planes acordes con las limitaciones que la realidad impone, más allá de las necesidades que el sistema de transporte carretero requiere para operar hacia la mejora en la competitividad de la economía.

Por otra parte, las necesidades sociales del país obligan a considerar la realización de planes que tengan en cuenta la incidencia creciente de mano de obra y la búsqueda de proyectos de rentabilidad económica y social de corto y mediano plazo.

Para ello se ha confeccionado un breve diagnóstico de la situación actual del sector vial, en lo referido a su infraestructura, y se han propuesto las líneas directrices para planificar en detalle la ejecución de un Plan Plurianual de Infraestructura Vial.

Teniendo en cuenta la interrelación entre la Red Nacional de Caminos y las Redes Provinciales, se ha considerado íntegramente el Sistema, con el objetivo de proponer una política armónica entre todos los componentes y no políticas aisladas entre los componentes del mismo.

En esa misma línea se ha avanzado con una política de largo plazo para el sector de los caminos rurales y mineros – el sector de los caminos terciarios – proponiendo un plan de acción y el financiamiento respectivo.

La propuesta para las diferentes jurisdicciones ha sido evaluada, considerando su incidencia presupuestaria y el posible financiamiento, partiendo de los niveles exiguos del Presupuesto del año 2003 y buscando el aprovechamiento integral de los recursos existentes.

Teniendo en cuenta que el Gobierno Nacional ha colocado a la Obra Pública – y por ende a las mejoras de la infraestructura pública – en una alta prioridad, entendemos que con la realización de pequeños ajustes en el nivel del financiamiento será posible la realización de un Plan que , si bien no es el ideal, evita la continuidad del deterioro del patrimonio vial y genera la bases para un cambio en la política del sector.

Asimismo, se ha evaluado la incidencia de cada uno de los ítems en la generación de empleo directo, a partir del estudio de la participación salarial de cada una de las tareas, lo que lleva a una generación muy importante de puestos de trabajo directos que se mantiene a lo largo del Plan.

Nuestra Asociación ofrece este documento como un aporte al mejoramiento de la infraestructura vial, que debe estar integrada en un sistema racional de transporte.

NECESIDAD DE UN PLAN DE INFRAESTRUCTURA VIAL

Plan Plurianual de Infraestructura Vial

-La Asociación Argentina de Carreteras ha preparado en los últimos años un conjunto de planes sobre la infraestructura vial, tendientes a recuperar la falta de inversión de las décadas pasadas y producir un salto cualitativo en la calidad de nuestras redes. Así, en 1998 presentamos el Plan Integrado del Sistema de Transporte Carretero, que planteaba como objetivos mejorar la transitabilidad y producir un sensible incremento de inversión con objetivos a 20 años y planes quinquenales de ejecución.

-Atento a la situación económica general se ha preparado un Plan que evita la continuación del deterioro y plantea la realización de un conjunto impostergable de obras, aun sabiendo que las necesidades para un sistema integrado son mucho mayores que las presentadas.

-Teniendo en cuenta los problemas existentes en la red y las necesidades que el sistema de transporte requerirá en pocos años de la infraestructura vial, es necesario resolver los diferentes problemas que se plantean.

-Los objetivos estarán puestos en mejorar la transitabilidad permanente de las rutas y modernizar el sistema carretero de forma tal que el camino sea una ayuda y no un sobrecosto para el productor, manteniendo el carácter armónico entre las redes nacional, provinciales y terciarias comunales.

-Serán objetivos inmediatos los siguientes:

1.Los organismos viales deberán asegurar una política básica de mantenimiento de la red existente evitando que continúe el deterioro, determinando la más alta prioridad al mantenimiento básico y de reposición.

2.Modernizar el sistema principal de caminos ampliando trochas o construyen-

Se propone iniciar un proceso de licitación de una segunda generación de concesiones que incorpore alrededor de 3000 kilómetros adicionales

do autovías o autopistas en tramos en las cuales el tránsito o los ahorros de costos de transporte lo justifiquen.

3.Sobre la red pavimentada que no sea ampliada proceder a construir banquinas pavimentadas, con el objetivo de ampliar la capacidad y los niveles de seguridad.

4.Circunvalar toda ciudad mayor a 50 mil habitantes de forma tal que las rutas de alto tránsito no ingresen al casco urbano, separando los tránsitos urbanos e interurbanos.

5.Mejorar los caminos naturales de jurisdicción provincial, de forma tal de armonizar las mejoras en la red nacional y el avance del plan de caminos rurales.

6.Ejecutar una política especifica para la red de caminos rurales del país que asegure el mantenimiento integral de la misma, la mejoras necesarias y la pavimentación de la primera prioridad de esos caminos.

7.Profundizar la participación privada en la operación de la red, desarrollando nuevos mecanismos de interrelación pública-privada que ensanchen las posibilidades de participación del capital privado.

RED NACIONAL DE CAMINOS

a) Rutas concesionadas:

-La mayoría de los contratos de concesión finalizan en octubre de 2003. El Estado no está en condiciones de hacerse cargo de los corredores al vencimiento contractual, dado que al poco tiempo se tendría un alto nivel de deterioro, dado que las rutas concesionadas son las de más alto uso intensivo de tránsito.

-Por lo tanto, sería necesario iniciar un proceso de licitación de una segunda generación de concesiones que tenga en cuenta las experiencias de estos 13 años en un sistema más aceptable para los usuarios y que evite las continuas renegociaciones que el sistema actual ha tenido.

- En esta nueva concesión sería posible incorporar alrededor de 3000 kilómetros adicionales a los 8900 de la primera concesión, manteniendo el esquema de gerenciamiento privado de estas rutas.

b) Rehabilitación y mantenimiento de Rutas no Concesionadas:

- Argentina desarrolló en la década pasada el sistema CREMA de contratos de largo plazo de rehabilitación y mantenimiento, sistema que permite mantener bajo control a la red contratada con una ejecución de obras que aseguren la transitabilidad de la red. La posibilidad de contratos de largo plazo para esta tarea asegura un correcto planeamiento tanto del Estado como de las empresas, que pueden planificar con certeza sus actividades.

-Teniendo en cuenta que sobre 12 mil kilómetros contratados actualmente, la mayoría finaliza su vigencia en el año 2003, se propone la relicitación de los mismos y la incorporación de los 7000 kilómetros restantes de la red nacional pavimentada no concesionada., así como un sistema de conservación programada para los restantes caminos nacionales de ripio y tierra.

-Ello implicará la asignación de $ 200 Millones/ año en mantenimiento y un total de $ 300 Millones/ año en obras de rehabilitación.

-De resultas de ello se prevé no sólo el correcto mantenimiento de toda la red de caminos, sino también la repavimentación anual de alrededor de 2000 kilómetros.

METAS FISICAS DEL PLAN NACIONAL DE CAMINOS

Concesiones de Peaje	**12,000** kilómetros
Mantenimiento Programado Nacional	**26,000** kilómetros
Mantenimiento Red Provincial	**190,000** kilómetros
Repavimentaciones	**15,000** kilómetros
Autopistas/Autovías	**2,500** kilómetros
Rutas Nuevas Nacionales	**4,500** kilómetros
Rutas Nuevas Provinciales	**4,000** kilómetros
Mejora caminos tierra provinciales	**30,500** kilómetros
Ampliaciones de Capacidad	**4,000** kilómetros
Caminos rurales pavimentados(10años)	**40,000** kilómetros
Caminos rurales mejorados (10 años)	**120,000** kilómetros
Caminos de tierra mantenidos	**240,000** kilómetros

El plan prevé mejorar los caminos naturales de jurisdicción provincial de forma compatible con el plan de mejoras de caminos rurales.

c) Construcción de Autopista o Autovías:

-Nuestro sistema de transporte carretero se caracteriza por una red de largos recorridos con bajos tránsitos y una distribución de cargas unidireccional y estacional. Pretender una red de autopistas de gran cantidad de kilómetros es muy costoso y con una baja rentabilidad de corto y mediano plazo. No obstante ello, existe la necesidad de definir una red de alta velocidad que resuelva los problemas de congestión y tránsito que se producen en diferentes partes del país.

-Es por ello que se plantea la construcción de 2500 kilómetros de autopistas o autovías orientadas a resolver los problemas mencionados. Por una parte, es necesario tener un corredor bioceánico de alta velocidad que permita la vinculación Este – Oeste y que esté vinculado en sentido Norte -Sur por todas las Regiones.

-Las demás autopistas o autovías tienen a resolver los problemas que se generarán en corredores que unen poblaciones relativamente cercanas y que hoy y en su proyección inmediata tendrán la necesidad de ampliar su capacidad. Se ha efectuado el relevamiento de toda la red y existen una serie importante de puntos que requieren este tratamiento. De esta manera, nuestra red de autopistas de largo recorrido abarcará los corredores centrales y se resolverán los problemas de congestión existentes o proyectados en una serie de puntos de la red de caminos.

-Uno de los puntos importantes en velocidad en el tránsito y en seguridad de las personas lo constituyen las travesías de las rutas por las ciudades. Por ese motivo, y como parte del programa de autopistas, deberán construirse circunvalaciones en todas las ciudades mayores a 50 mil habitantes que están cruzadas por rutas, generando no sólo una mejora en la trama vial, sino también en el planeamiento urbano de dichas ciudades.

d) Construcción de terceras trochas y/o Banquinas Pavimentadas:

-Como un complemento al Plan de aumento de capacidad y seguridad de los caminos se plantea la construcción de terceras trochas y/o el desarrollo de banquinas pavimentadas transitables a un conjunto de rutas pavimentadas. Estas rutas no tienen la primera prioridad de las rutas necesarias a ser convertida en Autopistas, pero pueden resolver la situación con la construcción señalada en otros casos. Usando la experiencia internacional en el tema, es posible diseñar un sistema ágil y seguro que permita la solución con un menor costo. Para ello se plantea la construcción de una primera etapa de 4000 kilómetros de caminos sobre los cuales se encarará esta solución.

-Ello permitirá que además de los corredores centrales convertidos en autopistas y la resolución de problemas generados en diversas rutas en tramos cortos convertidos en autopistas, existirá la continuidad de rutas ampliadas coherentes con su nivel de tránsito existente y proyectado.

e) Obras Nuevas de la Red Nacional:

-Es necesario darle continuidad integral a la Red de Caminos Nacionales, desarrollando un conjunto de obras que hoy traban la integración nacional y su vinculación con los vecinos países.

-Para ello se ha planeado la realización de un conjunto de obras que resolverán esta situación permitiendo una mayor integración entre las diferentes regiones de nuestro país. Se ha previsto la realización de 4500 kilómetros de nuevas rutas a desarrollar.

Se ha tomado en cuenta la necesidad de completar los tres corredores bioceánicos definidos y su vinculación con el conjunto de pasos fronterizos priorizados en acuerdos con Chile, Brasil, Bolivia, Paraguay y Uruguay.

RED PROVINCIAL DE CAMINOS

-Dado el carácter armónico de nuestras redes viales, es necesario proceder a desarrollar, aun dentro de las dificultades actuales, el sistema provincial de caminos.

- Este sistema creció a lo largo de los años por el aporte de la coparticipación fe-

Se plantea la construcción de terceras trochas y el desarrollo de banquinas pavimentadas transitables en un conjunto de rutas pavimentadas.

deral vial, de la derivación de una parte del impuesto a los combustibles y por el aporte que los gobiernos provinciales establecían de acuerdo a sus necesidades y problemas.

-Al haber eliminado los recursos específicos en 1990, a pesar de la reimplantación parcial de una parte del impuesto a las naftas, el sistema provincial quedó absolutamente desfinanciado, a pesar de los importantes aportes que las provincias hicieron en la década de los noventa, producto de las mejoras en la recaudación y coparticipación de impuestos generales.

-Esta situación es particularmente grave en el estado de conservación del patrimonio provincial, tanto en sus redes primaria y secundaria, como en sus caminos terciarios.

a) Conservación de la Red existente:

-La prioridad en las actuales circunstancias es evitar el deterioro del capital existente a través de una conservación adecuada. Este criterio que es la base de un sistema armónico de caminos requiere la adopción de pautas de conservación comunes a toda la red, con metodologías y resultados concretos para los usuarios.

-Por tal motivo, a través de los Organismos competentes (Dirección Nacional de Vialidad, Consejo Vial Federal) deberán definirse dichos criterios, teniendo en cuenta los diferentes umbrales posibles de recursos. Ello deberá traducirse en acuerdos programa que las provincias y la Nación suscribirán.

-Frente a esta situación se prevé una suma de $ 408 Millones para desarrollar un Plan de Conservación que abarque la totalidad de la red, de acuerdo a las pautas señaladas.

b) Repavimentación y Reposición de la Red:

-Tal como se ha desarrollado para el ámbito nacional, es necesario realizar una serie de obras que repongan el deterioro de los caminos ya pavimentados, tanto por problemas de los mismos, por el sobrepeso que reciben o por el transcurrir del tiempo.

-Si bien el importe técnicamente necesario debería ser mayor, se propone destinar $ 100 millones para los dos primeros años del Plan, pasando a $ 200 millones para los años posteriores.

PRESUPUESTO DEL PLAN NACIONAL DE CAMINOS (en millones de $ de 200

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	TOTAL
RED NACIONAL DE CAMINOS	**2100**	**2700**	**2700**	**2950**	**2850**	**13300**
Mantenimiento Sistema Crema	200	200	200	200	200	1000
Rehabilitación Sistema Crema	300	300	300	300	300	1500
Autopistas	500	750	750	1000	1000	4000
Obras Nuevas	500	750	750	750	750	3500
Ampliaciones de Capacidad	200	300	400	400	300	1600
Subsidio Concesiones	400	400	300	300	300	1700
REDES PROVINCIALES	**1058**	**1358**	**1608**	**1758**	**1758**	**7540**
Mantenimiento	408	408	408	408	408	2040
Rehabilitación y Repavimentación	100	100	100	200	200	700
Obras Nuevas	400	600	700	750	750	3200
Mejoras caminos de tierra provinciales	150	250	400	400	400	1600
Caminos Agricolas	**600**	**920**	**1241**	**1241**	**1256**	**5258**
Mantenimiento	200	300	408	408	408	1724
Mejoras	250	380	508	508	508	2154
Pavimentación	150	240	325	325	340	1380
Total general	**3758**	**4978**	**5549**	**5949**	**5864**	**26098**

c) Obras Nuevas de la Red Provincial:

-Complementando con la realización de nuevas obras de pavimentación y realización de obras básicas en diferentes tramos de la red provincial, se estima necesario retomar las mejoras en las redes provinciales con la realización de alrededor de 4000 kilómetros de nuevas rutas. Si bien esto implicará un desembolso importante, permitirá darle continuidad a un conjunto de proyectos provinciales demorados en el tiempo.

-No obstante ello, se considera conveniente que dichas obras, si bien a desarrollarse en la red provincial, tengan un consenso con los organismos mencionados, dado el esfuerzo adicional de fondos que la Nación deberá efectuar.

d) Mejoras en los caminos naturales de jurisdicción provincial:

-Los caminos de tierra de jurisdicción provincial alcanzan a los 108.231 kilómetros, constituyendo la vía de vinculación entre los caminos rurales y la red provincial primaria. Se ha considerado invertir el monto necesario para mejorar en una primera etapa 61 mil kilómetros que son los tramos que fueran priorizados por las provincias e incorporados al Plan Ediviar. Los tramos considerados se encuentran en todas las provincias.

-Se ha planeado el desarrollo de estas mejoras en el lapso de 10 años, de forma tal de hacer compatible estos objetivos con el plan de mejoras de caminos rurales.

e) Plan de Caminos de Fomento Agrícola y Minero:

-En primer lugar, se ha considerado la necesidad de una conservación programada de lo existente, de forma tal de mantener no sólo en los momentos críticos sino de generar una acción permanente sobre la totalidad de los caminos. Eso de por sí generará un mejor uso de los recursos existentes y con el tiempo una mejora del estado general de la red.

-Por su parte, del total de 400 mil kilómetros que integran la red, sobre el 30% se plantea el entoscado o enripiado total del camino y mejoras adicionales que tendrán no solamente una conservación adecuada, sino la transitabilidad asegurada.

-Además, con el criterio general de que cada comuna debería jerarquizar sus caminos rurales, se propone que un 10 % del total tenga una solución de pavimentación definitiva ya sea en hormigón o en pavimento flexible o en las múltiples soluciones

RECURSOS DEL PLAN NACIONAL DE CAMINOS						(en millones de $ de 200
FINANCIAMIENTO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	TOTAL
Presupuesto nacional	**2699**	**3259**	**3575**	**3735**	**3702**	**16970**
Banco Mundial - CREMA	375	375	375	375	375	1875
BID -Préstamo otorgado	100	200	200	200	50	750
Tasa al Gasoil	1000	1000	1000	1000	1000	5000
Impuesto Naftas actual Coparticipación Vial	240	240	240	240	240	1200
Incremento Coparticipación Vial	259	519	634	644	612	2668
Aporte tesoro 2003 Vialidad Nacional	400	400	400	400	400	2000
Aporte Adicional al Sector Vial Nacional	125	225	326	476	625	1777
Retenciones Agropecuarias	200	300	400	400	400	1700
Presupuestos Provinciales	**959**	**1319**	**1574**	**1714**	**1762**	**7328**
Inversiones provinciales actuales	200	200	200	200	200	1000
Inversiones provinciales adicionales	259	519	634	644	612	2668
Impuesto inmobiliario Rural	100	150	200	220	250	920
Tasa vial rural	400	450	540	650	700	2740
Inversión Privada	**100**	**400**	**400**	**500**	**400**	**1800**
TOTAL	3758	4978	5549	5949	5864	26098

que la experiencia técnica hoy ofrece.

-De esta forma, sobre el total de caminos considerados tendríamos una conservación adecuada para toda la red (400 mil km), una mejora en el 30 % de la misma (120 mil km) y otro 10% (40 mil km) con una solución total pavimentada.

-Esto implica una asignación anual para desarrollar el Plan en 10 años de $1.241 Millones, que puede ser financiado con recursos existentes en la actualidad y mal asignados.

-La financiación de un plan de esta magnitud debe tomar en cuenta los beneficiarios directos e indirectos de las mejoras y las posibles fuentes de recursos, considerando que dada la presión ya existente no es posible una generación masiva de nuevos recursos, sino que por el contrario es necesario una reasignación de los recursos existentes.

-En ese sentido se prevé la financiación del Plan con el compromiso de $ 400 millones de aportes nacionales derivados de las retenmciones agropecuarias u otros tributos, la participación de una parte del impuesto inmobiliario rural y la percepción de una Tasa Vial con un valor promedio de 5 pesos por hectárea. Todos estos recursos constituirían un fondo con participación de los productores aportantes, descentralizando la tarea a nivel comunal.

FINANCIAMIENTO DEL PLAN NACIONAL DE CAMINOS

-Durante muchos años hemos planteado la necesidad de volver a relacionar la carga a los usuarios que representan, entre otros, los impuestos a los combustibles, y los servicios que la sociedad entrega por la participación de la comunidad en tales impuestos. Así como la red argentina fue construida fundamentalmente con el aporte de los impuestos específicos, es necesario recrear un sistema de financiamiento que permita la conservación de la red y su modernización a partir de tales recursos.

-Los recursos que se generan en el camino permitirían afrontar sin dificultades las necesidades financieras del Plan, estableciendo un mecanismo de financiación estable y perdurable en el tiempo, base para una planificación de mediano y largo plazo.

-Si bien la participación de otras finalidades en la distribución de lo recaudad, ha sido creciente, es necesario comenzar a revertir esta situación volviendo paulatinamente a asignar al camino los fondos que el mismo camino produce.

-Por ese motivo hemos planteado la creación de Fondos Básicos de Conservación y Reposición de Caminos, que permitirían mantener el capital con estos recursos específicos, situación que se lograría con pocas modificaciones al régimen actual.

-Tal como se ha mencionado, si bien las necesidades reales de inversión son mayores a las previstas en esta propuesta, también sabemos que la modificación del sistema de reparto del impuesto a los combustibles requerirá, no solo decisión política, sino también el tiempo de búsqueda de recursos alternativos para las demás actividades que comparten esos impuestos.

-Por tal motivo, para financiar el Plan se ha previsto el uso de recursos existentes aun en la baja asignación de los presupuestos 2002 y 2003, de forma tal de reducir los aportes adicionales a dichos presupuestos, atento a la situación económica general. Frente a la carencia de recursos, la posibilidad de generar asociaciones público-privada con inversión de estos puede colaborar en el financiamiento y ejecución del Plan.

-Entre los recursos existentes existe un préstamo del Banco Mundial para el financiamiento de los planes CREMA con una participación del 75%. El Banco ha expresado que estaría de acuerdo en financiar un nuevo proceso licitatorio sobre la totalidad de la red pavimentada no concesionada, que cubriría el 75% de los $ 500 Millones anuales programados.

-Por otra parte, se encuentra operativo un préstamo con el BID para el desarrollo de caminos vinculados con los pasos fronterizos que cubriría alguna de las nuevas obras planteadas así como mejoras en los caminos de vinculación. Dicho financiamiento es de U$S 250 millones y financia el 50% del programa. Este programa financiaría obras nuevas en las zonas de vinculación con países vecinos, tomando por ejemplo el financiamiento de la Ruta 40, entre otras.

-La tasa al Gas oil generará más de 1500 millones anuales.

-Adicionalmente a los recursos existentes será necesario asignar recursos que podrían derivar de diferentes fuentes o considerar la inversión privada directa en proyectos de infraestructura con devolución en largo plazo.

-Teniendo en cuenta los montos que las autoridades provinciales destinan al sistema caminero, que derivan del impuesto a las naftas y los aportes provinciales,

son exiguos aun para la conservación básica prevista, se estima necesario elevar el monto aportado por la coparticipación vial federal o por aportes directos nacionales, mediante acuerdos que no sólo fijen pautas técnicas, sino que también impliquen una inversión equivalente a los recursos de coparticipación vial o aportes nacionales, que deberán efectuar las provincias con sus propios recursos.

-El reordenamiento de los recursos existentes y una decisión política expresada en importancia presupuestaria permitirán encarar un Plan sin producir desequilibrios fiscales significativos, generando una alta rentabilidad económica y social

GERENCIAMIENTO DEL PLAN

-A efectos de un gerenciamiento eficiente del Plan es necesario reestructurar los organismos viales, tanto nacionales como provinciales, encarándolos hacia una reingeniería total de los mismos. En el caso nacional, se deberán unificar los actuales organismos de forma tal de centralizar el Planeamiento y el control en una sola Unidad.

-En el caso de las provincias deberá instrumentarse un conjunto de acuerdos programa de forma tal que los importes que se transfieran a las mismas tengan una relación de resultados que evite el malgasto de los recursos públicos.

GENERACION DE MANO DE OBRA

-Tal como señalábamos, la necesidad de desarrollar un plan que contemple obras generadoras de rentabilidad de corto y mediano plazo y la generación creciente de mano de obra, deben ser las bases de un Plan de Carreteras que contribuya a la mejora del sistema de transporte.

-Por tal razón se ha calculado la incidencia en generación de mano de obra de cada una de las actividades incorporadas al Plan. Esto ha determinado un monto salarial acorde con cada tipo de obra, dadas las características de cada una de ellas.

-De resultas de ello, se ha calculado que la ejecución del Plan implica la generación directa de un promedio anual de 92.147 puestos de trabajo con un inicio de 63.463 y un total de 105.740 en el cuarto año de ejecución. A estos valores hay que añadir la generación indirecta de mano de obra.

Uno de los objetivos del Plan es la construcción de 2500 kilómetros de autopistas o autovías

-Debe destacarse la amplitud geográfica de todas las obras planteadas, lo que implica una generación de mano de obra en todo el país.

-Por su parte, muchas de las tareas planteadas, tales como el mantenimiento, la ejecución de caminos agrícolas, etc., implican la participación de un conjunto importante de pequeñas y medianas empresas locales, lo que potenciará la actividad en cada una de las diferentes zonas del país.

SINTESIS

-Este Plan permite resolver algunas de las necesidades existentes y otras que se generarán en los próximos años, tratando de efectuar una aplicación correcta de los recursos, habida cuenta de la carencia de los mismos. Se plantean soluciones funcionales que mejorarán notoriamente la productividad de la economía en general y actuarán en beneficio de los sectores productivos y de la comunidad toda. Por ello, si retomamos el esfuerzo de inversióncon objetivos claros y mensurables, es posible producir no sólo el mejoramiento de la red sino también su modernización, desarrollando una red más ágil y segura.

-El Plan mantiene el criterio armónico entre las redes nacional, provinciales y comunales de apoyo a la actividad primaria, fijándose objetivos de integración entre dichas redes. Ello es así, pues una de las virtudes de nuestro sistema es la integración entre las distintas jurisdicciones que deben entrelazarse armónicamente entre sí.

-Implicará la construcción de 2500 kilómetros de nuevas autopistas en todo el país, con circunvalaciones o autopistas de acceso en muchas ciudades del Interior. Esto se completará con más de 4000 kilómetros de ampliaciones de capacidad de rutas pavimentadas y la construcción de 4500 kilómetros de nuevas rutas que completarán la Red Nacional de Caminos, así como la ejecución de 4000 nuevos kilómetros de rutas provinciales.

-Junto a ello, una política de mantenimiento evitará los deterioros prematuros y la repavimentación de 15 mil kilómetros a lo largo del Plan asegura un sistema que ayude a la mejora en la competitividad de la economía.

-Financieramente el plan sólo requiere reordenar los recursos existentes, tendiendo a hacer más eficiente su uso, relacionando inversión con resultados concretos, haciendo efectiva en términos presupuestarios la decisión política de fomentar las mejoras en el sistema productivo.

MOTORES EN MARCHA

Con gran éxito de convocatoria se realizó el V Congreso Internacional de Transporte de Cargas

La Fundación para la Formación Profesional en el Transporte y la Federación Argentina de Entidades Empresarias del Autotransporte de Cargas (FADEEAC) llevaron a cabo el V Congreso Internacional de Transporte de Cargas los días 29 y 30 de Mayo de 2003 en el Centro Costa Salguero de Buenos Aires. En el marco del congreso se organizaron además la 4ª Exposición Internacional de Equipamiento y Tecnología del Autotransporte de Carga - Transporte 2003 y la 3ª Exposición Internacional de Equipamiento y Tecnología del Transporte Automotor de Pasajeros - AUTOBUS 2003.

Con un gran éxito de convocatoria se dieron cita en el congreso representantes del sector del transporte en el Cono Sur, funcionarios y especialistas que disertaron sobre transporte multimodal, cargas Peligrosas en la región, situación de la Infraestructura, nuevos motores y combustibles, entre otros temas. Los participantes coincidieron en señalar la importancia de alcanzar un transporte automotor de cargas más eficiente, económico, seguro y sustentable, promover la interacción con la totalidad de protagonistas del sistema y brindar aportes a una Política Nacional de Transporte.

Al respecto, el presidente del Congreso, Martín Sánchez Zinny afirmó que "hoy más que nunca debemos abrirnos a una integración regional seria, inteligente y profunda que destaque las capacidades de complementación por encima de mezquinas diferencias, una integración en la cual todos los actores tomemos conciencia de una realidad inexorable: todos somos necesarios, pero ninguno es suficiente".

Sánchez Zinny indicó que se ha editado el denominado 'Libro Azul', que incluye las ponencias y trabajos presentados con el fin de servir de referencia y fuente de consulta. Agradeció a los dirigentes gremiales empresarios de la FADEEAC y de cada una de las entidades de base que apoyaron la realización del Congreso y convocó a los presentes a participar de la quinta Edición del Congreso para continuar aportando al Transporte desde un ámbito racional, armonioso y eficiente.

Por su parte, Transporte 2003, la cuarta edición de la tradicional muestra que organiza Expotrade, reunió en cinco pabellones los últimos lanzamientos de la industria del transporte pesado y de los vehículos comerciales. Asimismo, los proveedores de insumos y servicios tuvieron su espacio para dar a conocer nuevos productos para el sector que moviliza el 80 por ciento de la riqueza del país.

Los organizadores de la exposición destacaron la importancia de contar con un espacio para conocer las novedades en el rubro y capacitarse a través de los seminarios y charlas organizadas en el Congreso, que lograron una fuerte presencia de público.

El Lic. M. Salvia participó de un panel sobre "Situación de Infraestructura" junto al Sr. Néstor Fittipaldi de F.A.D.E.E.A.C.y el Ing. Gastón Cossettini

La exposición Transporte 2003 reunió a las automotrices líderes

BREVES

CONGRESO MUNDIAL DE CARRETERAS

Entre el 19 y el 25 de octubre se llevará a cabo el XXII Congreso Mundial de Carreteras en Durban, una de las ciudades más bellas de Sudáfrica. El congreso está abierto a todas las personas (sean o no miembros de la AIPCR) interesadas en cualquiera de los aspectos relacionados con las carreteras. Para más información se puede consultar la página web www.wrc2003.com o comunicarse con el Comité Organizador: Administración Nacional de Carreteras de Sudáfrica, Tel.:+27 (0)12 426 6000 / Fax: +27 (0)12 342 1320 / E-mail: wrc2003@nra.co.za

ASFALTO EN ECUADOR

Del 9 al 14 de noviembre se realizará el 12º Congreso Ibero-Latinoamericano del Asfalto (CILA) en Quito, Ecuador. Quienes estén interesados en participar pueden dirigirse al Comité Organizador: Tel. 593 02 2236 397
E-mail: asfaltoec@punto.net.ec

JORNADAS TECNICAS DEL ASFALTO

La Comisión Permanente del Asfalto llevó a cabo las "Jornadas Técnicas del Asfalto" en la Facultad de Ingeniería (UBA) para divulgar los aspectos de mayor interés en el ámbito de las mezclas asfálticas. Con las exposiciones de destacados especialistas en la materia y la participación de gran cantidad de asistentes, se discutieron las innovaciones en asfaltos para pavimentación, las cualidades de los pavimentos asfálticos en aeropuertos y sus normas de calidad, entre otros temas.

LANZAMIENTO DE SHELL

Shell Bitumen en Argentina presentó en el mercado argentino su nuevo producto asfáltico premium Multiphalte. Se trata de un ligante multigrado desarrollado por Shell en Europa a comienzos de la década de los ´90 para combatir las deformaciones permanentes en mezclas asfálticas.

Este lanzamiento se realiza luego de dos años de desarrollo en nuestro país, que incluyeron seguimientos de importantes tramos de prueba en Argentina, Chile y Uruguay, con la colaboración del laboratorio LEMIT, de La Plata.

SANTA FE
LOS CAMINOS DESPUES DEL DESASTRE

El Administrador General de la Dirección Provincial de Vialidad de Santa Fe, Ing. Agr. José D'Ambrosio, describe la situación actual de la infraestructura vial y las obras en marcha para reparar los daños sufridos por las inundaciones

La Asociación Argentina de Carreteras ha seguido con profunda preocupación la terrible tragedia sufrida por la Provincia de Santa Fe a causa de la devastadora inundación.Miles de santafesinos perdieron sus hogares, sus bienes y quizás parte de su futuro. Pero además la catástrofe se llevó vidas humanas y dejó muchas familias destrozadas.

También el patrimonio provincial sufrió gravísimas consecuencias y el camino, elemento básico comunicador de los pueblos, se vio afectado, deteriorado y destruido por la catástrofe, impidiendo en algunos casos la llegada de la ayuda humanitaria.

Por este motivo, la Asociación Argentina de Carreteras quiere expresar su más profundo pesar por la tragedia vivida al pueblo santafesino, que aún hoy sufre las consecuencias de las inundaciones.

Por eso, entendemos que en el campo vial debemos escuchar la opinión de quien hoy dirige los destinos de la repartición vial de la provincia, el Ing. José D'Ambrosio.

-¿Cuál es su visión del desastre ocurrido en Santa Fe?

Hemos sufrido esta catástrofe desde adentro junto a miles y miles de santafesinos. Once departamentos han sido afectados, un tercio de la ciudad capital ha quedado devastada y muchos pueblos inundados y aislados.

El embajador de las Naciones Unidas, Carmelo Angulo Bartusen, en oportunidad de entregar a nuestro Gobernador Carlos Reutemann un pormenorizado informe de la catástrofe realizado por expertos de las Naciones Unidas, dijo: "A mí me parece que esta inundación era imposible de prevenir. Por todos los informes que he recibido, las características de la salida de las aguas y la velocidad, tornan imposible toda reacción, aun contando con sistemas de alarma temprana y los elementos más sofisticados. Esto no sólo sucede aquí, sino que también ha pasado en Europa". El daño producido por la inundación es fuerte, pero además es un fenómeno con características de imprevisibilidad muy grande, teniendo en cuenta que no había registros históricos de una subida de esa naturaleza. Afecta a todos los sectores y en particular a las poblaciones que perdieron las viviendas ".

Muchos países sufrieron esta catástrofe y el caso más reciente es el del pueblo alemán. La diferencia es que rápidamente tuvieron enormes recursos económicos para solucionar los desastres causados. En nuestro caso, la reparación de los daños va a costar más sufrimientos para el pueblo porque somos un país quebrado.

-¿Cuáles fueron los caminos y puentes mas afectados por la inundación?

En el caso particular de la infraestructura, todas las rutas y puentes ubicados sobre la cuenca del Río Salado y de los Ríos Saladillos fueron afectados por la catástrofe. En nuestra ciudad de Santa Fe, el puente carretero que nos une con la ciudad de Santo Tomé no sufrió daños y fue la única vía de acceso que, con dificultades, nos permitió ingresar con suministros.

-¿Cuál es el monto aproximado de las pérdidas totales en infraestructura vial?

Según la evaluación técnica de los daños causados en infraestructura, desde la red terciaria hasta la reparación y redimensionamiento de puentes, tenemos una pérdida de 560 millones de pesos.

Ingreso del agua a la Av. Circunvalación

Destrucción total de la calzada en la Av. Circunvalación

Destrucción del pavimento y las banquinas

¿Cuáles son las obras que la provincia y la Dirección Provincial de Vialidad tienen pensado realizar?

Nuestra Provincia va a encarar la reconstrucción a través del Ministerio de Obras y Servicios Públicos. A nuestro Organismo le cabe la enorme tarea de elaborar los proyectos ejecutivos de todas las obras programadas y proceder a licitar y adjudicar las mismas.

A su vez, Vialidad Provincial, como integrante del Comité de Emergencia Hídrica Provincial, recibió 8.000 millones de pesos para ser aplicados en reparaciones, alteos y alcantarillado de la Red Provincial de calzada natural. A esto se suman refuerzos de partidas extrapresupuestarias para reparaciones en la Red Provincial de calzadas pavimentadas que están en gravísimo estado.

Los fondos nacionales específicos a enviar a nuestra Provincia para atender daños en la infraestructura estarán disponibles mediante convenios especiales y contaremos con créditos externos a cargo de la Nación y recursos del Fondo Hídrico, por un total de 450 millones de pesos.

-¿Cuáles son las obras de mayor urgencia?

Para solucionar los variados inconvenientes y deterioros que se han producido en nuestras obras de infraestructura la Provincia, a través de la Dirección Provincial de Vialidad, ya ha llevado adelante, por un lado, acciones prioritarias y, por otro, acciones de carácter inmediato a través de procesos licitatorios. Dentro de las primeras, se procedió a realizar el cierre del terraplén de defensa de la Ciudad de Santa Fe a la altura del Hipódromo, la restitución de los terraplenes de defensa en las zonas donde se produjeron las voladuras, como así también la restitución del tránsito en la Avenida Mar Argentino.

A todo lo anterior se agregan trabajos de protección de pilas y estribos en distintos puentes en Rutas Provinciales (R.P. Nº 10, N°6, N°4 y N°AP 01), mediante el arrojado de piedras y gaviones.

-¿Cuáles son las obras que están en proceso licitatorio?

La Circunvalación Oeste y Acceso Norte a la ciudad de Santa Fe, con un presupuesto de 36 millones de pesos; la remodelación de la Avenida 27 de Febrero y Alem, con un presupuesto estimado de 20 millones de pesos; la ampliación y recalce del Puente sobre el Río Salado, con un presupuesto estimado de 24 millones de pesos. Además, se prevé licitar la ampliación del Puente sobre el Río Salado en la Ruta Provincial Nº 2, con un presupuesto de 15 millones de pesos; la ampliación del Puente sobre el Río Salado en la Ruta Provincial Nº 39,con un presupuesto de 4.998.291 pesos; la construcción del Puente sobre el Río San Antonio en la Ruta Provincial Nº 262, con un presupuesto de 2.530 millones de pesos; y la construcción del Puente sobre el Río Salado en la Ruta Provincial Nº 70, con un presupuesto de 15 millones de pesos.

-¿Existen obras o tareas que debieron haberse hecho previamente para disminuir las consecuencias de las inundaciones?

Ante tamaña catástrofe, la pregunta que nos hacemos siempre es si faltaban obras que hubiesen disminuido los impactos. Esta pregunta la quiero responder no sólo como Administrador de Vialidad, sino como argentino. Nuestra Patria viene sufriendo desde los últimos años profundas crisis que la llevaron hasta el punto de su disgregación social. Aquel final del 2001 es una muestra clara de lo que nos pasó y no reconocerlo u olvidarlo no nos permitirá construir un futuro.

También sufrimos la paralización total de las obras públicas quienes tuvimos que administrar sin recursos las crecientes demandas y los usuarios padecieron las consecuencias.

-¿Tiene esperanzas de que se pueda revertir la situación?

Hoy, ante la asunción de un nuevo Gobierno Nacional, sumamos nuestros sueños y esperanzas, le otorgamos todo nuestro crédito, pero decimos y reafirmamos

que somos conscientes de que, sin infraestructura, no habrá producción posible. Debemos tener en cuenta especialmente que nuestra Provincia envía enormes cantidades de recursos a la Nación, como por ejemplo 700 millones de dólares en retenciones agropecuarias, producto del trabajo y el esfuerzo de nuestra gente.

Quiero expresar como santafesino un gran reconocimiento a la solidaridad del pueblo argentino que dio parte de lo poco que tiene, pero que puso todo su corazón para ayudar en esta catástrofe.

UNA RUTA ESTRATEGICA

Cómo es el proyecto que propone transformar en autovía a la Ruta Provincial 6, un corredor productivo de singular importancia para la Provincia de Buenos Aires

Construida en la década del 70 en dos trochas de pavimento asfáltico, la Ruta Provincial 6 ha sufrido los efectos inexorables del paso del tiempo. Con un elevado volumen de tránsito pesado, presenta en la actualidad un estado de deterioro muy importante. Dada la trascendencia de esta ruta por su ubicación estratégica y en función de sus volúmenes de tránsito, se ha desarrolló un proyecto para transformarla en una autovía, cuya construcción no estará sujeta a aplicación de peaje.

La Ruta Provincial 6 es una de las principales vías de comunicación que integra la red vial primaria de jurisdicción de la Provincia de Buenos Aires. Con una longitud total de 180 km, constituye el tercer anillo de circunvalación al Gran Buenos Aires. Se extiende desde la ciudad de La Plata hasta el puerto de Zárate y vincula además las localidades de San Vicente, Cañuelas, Marcos Paz, Gral. Las Heras, Luján y Campana.

En su recorrido se conecta con las Rutas Provinciales 215, 210, 200, 24, 7 y con las Nacionales 7, 8, 9, 12 y 193, permitiendo articular las regiones productivas con puertos, principales centros ferroviarios de carga, zonas industriales y áreas metropolitanas con fácil acceso al sistema de autopistas y a las rutas del MERCOSUR al vincular directamente todo el interior provincial con el complejo Zárate-Brazo Largo y en un futuro con el puente Punta Lara –Colonia.

El proyecto de construcción de la Ruta Provincial 6 fue concebido inicialmente con la idea de aportar un progreso industrial, comercial y urbano a la Provincia de Buenos Aires, facilitando la comunicación entre zonas importantes del territorio que son consideradas fundamentales en el desarrollo de la Provincia. El plan prevé que el saturado tránsito que en la actualidad tiene el Acceso Oeste y la Ruta Provincial 4 –Camino de Cintura- pueda descomprimirse en forma notable.

Las obras contratadas consisten básicamente en la ejecución de una calzada nueva de hormigón paralela a la existente en el sector comprendido entre La Plata (R.P. 215) y la Ruta Nacional Nº 7, en una longitud de 125 km, que posee un tránsito medio diario anual de 3200 vehículos. Entre la Ruta Nacional 7 y Zárate, se ha proyectado la construcción de una doble calzada de hormigón en una longitud de 55 km, cuyo tránsito medio diario anual es superior a 8255 vehículos. Asimismo, en el primer sector se prevé la recuperación de la calzada existente de asfalto. De esta manera, se lograría un corredor vial completo de cuatro trochas en una longitud de 180 km. entre Zárate y La Plata.

Con una inversión total que supera los 320 millones de pesos, el proyecto contempla todas las obras complementarias necesarias, tales como los distribuidores de tránsito a distinto nivel en los cruces de las rutas provinciales 210, 200, accesos a Open Door y Cardales y las rutas nacionales 8 y 9, como también otros cruces a distinto nivel en vías ferroviarias a lo largo de todo su recorrido y de algunas intersecciones urbanas en Campana.

Los trabajos se desarrollan en seis contratos, que involucran la participación de cinco UTEs conformadas por una totalidad de 16 empresas. A la fecha se han iniciado cinco contratos, correspondientes al tramo que se extiende desde La Plata hasta Campana. Aquellos contratos que se desarrollan en el último tramo, estiman su inicio para el mes de julio del corriente año.

POBLACIÓN BENEFICIADA	1.800.000 habitantes
PARTIDOS IMPLICADOS	12
MONTO DE OBRA	$ 320.000.000
LONGITUD DE OBRA	180 Km
MOVIMIENTO DE SUELO	6.500.000 m3
CANTIDAD DE HORMIGÓN	500.000 m3
CANTIDAD DE PUENTES NUEVOS	30

El plazo de las obras tiene un máximo de veinte meses y la ejecución se desarrolla dentro de las previsiones del caso, con el comienzo de los trabajos en el mes de abril del corriente año.

Los programas de reconstrucción vial y su posterior mantenimiento arrojan altos índices de rentabilidad económica y social, en la medida en que se encuentren integrados en un sistema y no constituyan obras aisladas.

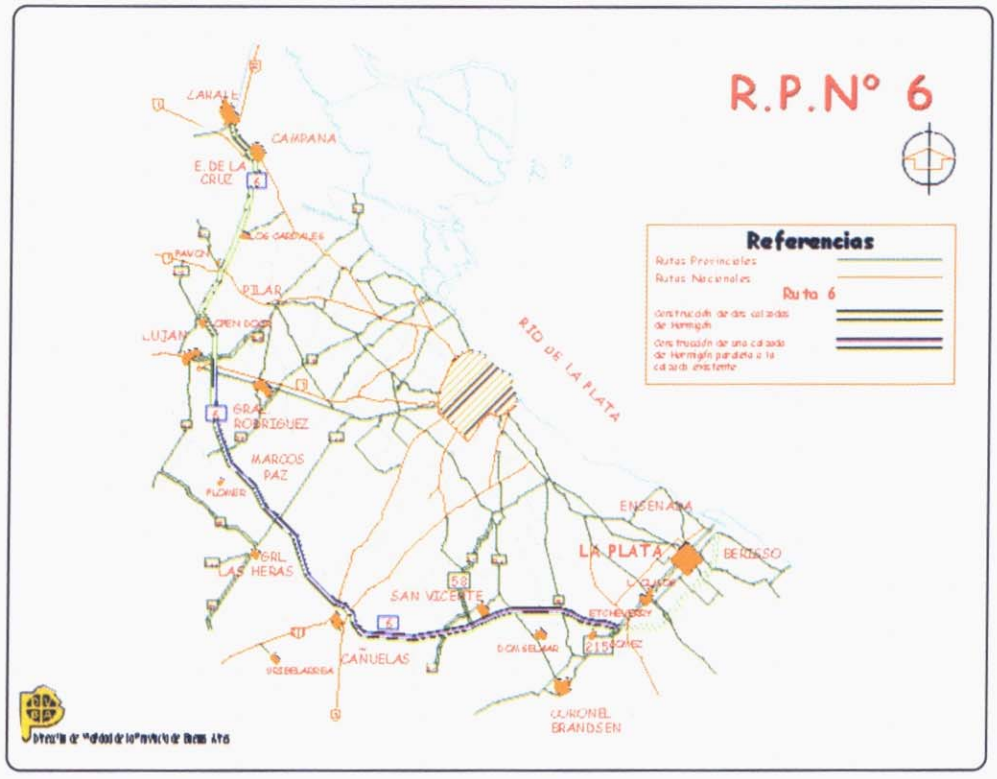
ALCANCES DEL PROYECTO

La Ruta Provincial 6 funcionaría como nexo estructurador de un complejo portuario que en el marco de una política integradora de minimización de competencias extremas y de potenciación de complementariedades específicas, lograría una mayor eficiencia en el sistema de transporte y en la competitividad regional.

Del mismo modo, el corredor permite reposicionar ciudades y regiones en el proceso de apertura e integración regional, por ser un proyecto estratégico que, junto a otros, contribuye a consolidar un sistema de redes transnacionales.

Esta Ruta constituye un proyecto estratégico en el nuevo sistema de relaciones a escala sub-continental, consolidando un conjunto de alternativas que favorecen la integración del sistema y evita a futuro los problemas de congestión y estrangulamiento de las redes en sus puntos críticos. Este nuevo sistema de relaciones también articula a nivel bioceánico un sistema portuario del Cono Sur (Mercosur – Chile).

A fin de configurar la red vial regional de cargas e interconexiones ferroviarias en función de las localizaciones portuarias y un sistema de estaciones de transferencia regionales, la consolidación de la Ruta Provincial 6 ofrecería la circunvalación vial y simultánea interconexión ferroviaria metropolitana y se convertiría en sede de las estaciones de transferencias de cargas.



Trazado del proyecto de la Ruta Provincial 6

A.G.M. International Group
Broker de Seguros
Administración de Riesgos

AGM
INTERNATIONAL GROUP

• Responsabilidad Civil - Lucro Cesante.
•Garantías de Explotación y Cauciones en general.
•Todo Riesgo Construcciones Obras Públicas y Privadas.
•Flotas de Vehículos - Seguro Técnico.

Tucumán 861 Piso 1ro Oficina "A" (C1049AAQ) Buenos Aires, Argentina. Tel./Fax: (54-11) 4328-6145 / 4513 (Líneas Rotativas).
E-mail: agmintergroup@sinectis.com.ar

UN EXPERTO EN VIALIDAD

La comunidad del quehacer vial lamenta profundamente el fallecimiento del Ing. Jorge González

El Ing. Jorge Washington González había comenzado su carrera como Maestro Normal para graduarse en 1956 como Ingeniero Civil en la Universidad Nacional de Córdoba . De regreso a su Mendoza natal ingresó a Vialidad Nacional, donde desarrolló una amplia trayectoria desde los primeras comisiones en caminos del sur mendocino hasta llegar a Segundo Jefe de Distrito en Río Negro y en Neuquén.

Realizó el Curso de Especialización en Ingeniería de Caminos en la Universidad de Buenos Aires en 1961 y ganó una beca para realizar en Estados Unidos el Master of Science in Civil Engineering especialidad Transporte en la Purdue University en 1963.

Colaboró con el desarrollo de las primeras Normas de Ensayo de la DNV y la aplicación en la Argentina de equipos nucleares para mediciones en suelos. Asimismo, ejerció la docencia en el Laboratorio de Investigaciones Viales de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires y en la Escuela de Caminos.

En 1966 recibió un premio de la Comisión Permanente del Asfalto por su trabajo sobre Emulsiones Catiónicas.

En las décadas del 70 y 80 participó con S.A.E., Sociedad Argentina de Estudios, como experto en Diseño Geométrico, Suelos, Pavimentos y Drenajes en numerosos estudios de Proyecto y Supervisión de Obras Viales en Argentina y países latinoamericanos.

Fue también Consultor del Banco Mundial para proyectos en la República del Ecuador y prestó asesoramiento técnico en el diseño de aeródromos en diversas localidades del país y rutas concesionadas dentro de la empresa Nazar y Cía.

El año pasado recibió una medalla conmemorativa por sus 40 años de pertenencia a la Asociación Argentina de Carreteras.

Su partida lo encontró trabajando en la Gerencia Técnica del Grupo Concesionario Covicentro, Concanor y Covinorte, concesionarios de los corredores de las Rutas Nacionales Nº 9 y 34, donde aportaba su experiencia y dedicación al trabajo.

INAUGURACION DEL PUENTE ROSARIO - VICTORIA

Con la presencia de autoridades provinciales, nacionales y locales, el 22 de mayo se realizó la inauguración oficial del puente que une las ciudades de Rosario (Santa Fe) y Victoria (Entre Ríos) a través de 59,4 kilómetros sobre el río Paraná.

La conexión física Rosario – Victoria es una Obra Pública por sistema de concesión con cobro de peaje realizada por Puentes del Litoral S.A ,empresa que tiene a su cargo la concesión por peaje por el término de 25 años. El monto total de la obra asciende a 385 millones de dólares, de los cuales el Estado Nacional aportó 221 millones y cada una de las provincias 10 millones, respectivamente.

El proyecto, iniciado en 1998, comprende 12,2 km de longitud total de viaductos y puentes y 47,3 Km de terraplenes. El puente principal tiene una extensión de 608 metros, con un viaducto oeste (lado Rosario) de 1.122 m y un viaducto este (lado isla) de 2.368 metros.

Los 12 puentes adicionales en la zona de islas cubren los 8.184 m y el tramo sobre el canal de navegación del río Paraná, transitado por buques interoceánicos de gran porte, tiene un ancho central libre de 330 metros.

El área de peaje está ubicada en la zona de islas frente a la ciudad de Rosario y la conexión ingresa a territorio santafesino en un viaducto, cruzando la Ruta 11 a sobrenivel para enlazar con la Avenida de Circunvalación de Rosario.

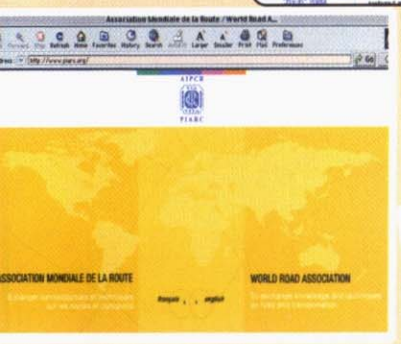
La conexión física es la obra de infraestructura de mayor trascendencia para Rosario, no sólo por el monto de la inversión comprometido, sino por el impacto geoestratégico y comercial que tendrá sobre la ciudad y su región. Además del incremento de la actividad económica que el funcionamiento del puente generará tanto en Rosario como en Victoria, el puente hará posible la existencia de un corredor bioceánico que conecte los puertos chilenos del Pacífico con los brasileños del Atlántico, afirmando la posición de Rosario como eje del Mercosur.

CARRETERAS INFORMATICAS

NUESTRA WEB

En la sección correspondiente a la Revista Carreteras de nuestro website los usuarios pueden encontrar los contenidos de cada edición actualizada, conocer a sus editores y a las instituciones que nos acompañan. Quienes quieran revisar el sumario de la revista o las notas de la sección técnica pueden consultar el índice de la última edición o de las ediciones anteriores. Además, quienes aún no reciban la revista o deseen recibir información sobre la publicación de artículos técnicos o publicidad pueden completar el formulario de inscripción para enviar su mensaje.

Los mantendremos informados sobre futuras innovaciones en nuestro sitio. Mientras tanto, los invitamos a navegar y compartir nuestro interés por más y mejores caminos a través de las carreteras informáticas. www.aacarreteras.org.ar



SITIOS SUGERIDOS

www.piarc.org
Asociación Mundial de la Ruta
Intercambio de conocimiento y técnicas sobre rutas y transporte.

www.itsa.org
Intelligent Transportation Society of America
Publicaciones, noticias y eventos sobre seguridad, transporte, comunicaciones y educación, entre otras áreas de interés.

www.nrtc.gov.au
National Road Transport Comission (Australia)
Legislación, publicaciones, reformas en curso, novedades del sector.

www.BalticRoads.org
Baltic Road Association
Asociación que coordina las actividades de las organizaciones de la ruta en la zona del Báltico para generar estrategias en común.

www.wrc2003.com
Congreso Mundial de Carreteras
Toda la información sobre este importante congreso a realizarse en octubre en Durban, Sudáfrica.

PROXIMOS EVENTOS DEL SECTOR

AGOSTO

5-7 IRF Annual Meeting (Washington)
Alexandria, Virginia (EEUU)
Informa: Heba Gouda
E-mail: hgouda@urfwpc.com

24 IPWEA National Conference
Hobart (Tasmania, Australia)
Informa: Philip Bowen
Tel.: +61 3 64 24 16 41
E-mail: imeatas@tassie.net.au

24-27 ITE 2003 Annual Meeting and Exhibit
Seattle, Washington (EEUU)
Informa:Donna Ford
E-mail: dford@ite.org

SEPTIEMBRE

16-20 M&T EXPO, The 5th International Trade Fair for Construction Equipment
San Pablo (Brasil)
Informa: Sobratema
Fax: +55 11 62 51 02 44
E-mail: mtexpo@sobratema.org.br

18 Jornada Técnica sobre Tecnología en Frío
Valladolid (España)
Informa: ATEB - Asociación Técnica de Emulsiones Bituminosas
Tel.: 91-3291737

18-20 Encuentro Internacional de Enseñanza de la Ingeniería Civil
Ciudad Real (España)
Informa: Secretaría E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos - Universidad de Castilla La Mancha
Tel.: (34)926 29 54 23 Fax: (34)926 29 53 91
E-mail:congreso.caminos@uclm.es
Website: www.uclm.es/cr/caminos/Congress/index.htm

OCTUBRE

7-10 III Congreso Andaluz de Carreteras (COAC)
Sevilla (España)
Informa: Asociación Española de la Carretera
Departamento de Congresos
Tel.: 91 577 99 72
Fax: 91 576 65 22
E-mail: congresos@aecarretera.com
Website: www.aecarretera.com

20-28 Informatique et Gestion des Routes
Paris (Francia)
Informa: Anne Collot - Ecole nationale des ponts et chausées
E-mail: collot@mail.enpc.fr

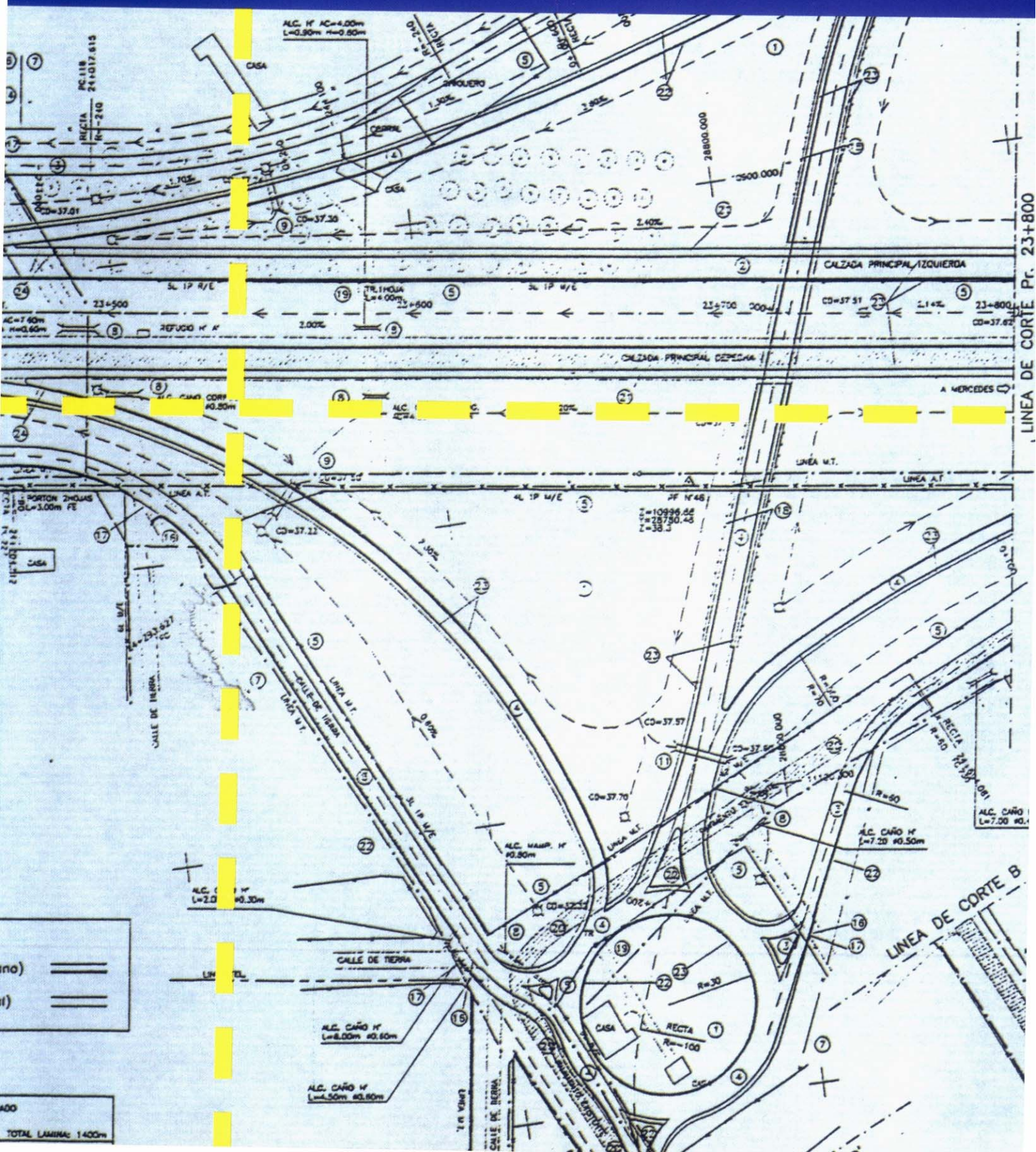
NOVIEMBRE

9-14 12º Congreso Ibero-Latinoamericano del Asfalto (CILA)
Quito (Ecuador)
Informa: Comité organizador
Tel.: (593) 02 2236397
Fax: (5936) 02 2554076
E-mail: asfaltoec@punto.net.ec

16-20 10º Congreso-Exposición Mundial sobre Sistemas y Servicios Inteligentes de Transporte
Madrid (España)
Informa: ERTICO-ITS Europe - Mrs. Odile Pignier
Tel.: +32 (0)2 400 0700 - Fax: +32 (0)2 400 0701
E-mail: madrid2003@mail.ertico.com

18-21 XII Reuniao de Pavimentaçao Urbana
Aracaju (Brasil)
Informa: ABPv-Associaciao Brasileira de Pavimentaçao
E-mail: 12rpu@aracaju.se.gov.br
Website: www.abpv.org.br

Sección Técnica



CORRELACION DE LAS CARACTERISTICAS DE LAS CARRETERAS DE DOS CARRILES Y LA ACCIDENTALIDAD

José M. Pardillo Mayora - Universidad Politécnica de Madrid
Roberto Llamas Rubio - Ministerio de Fomento - España
Trabajo publicado en revista Carreteras (España) Nº 125

Los estudios para determinar la relación entre la frecuencia de los accidentes y las características de la carretera, el tráfico y el entorno se vienen desarrollando desde hace más de 40 años. En 1992, la Federal Highway Administration (FHWA) elaboró un compendio de los resultados que se habían obtenido hasta entonces en los Estados Unidos. En él se identifican más de 50 características de la carretera que afectan las tasas de accidentalidad, entre las que se encuentran los radios de curvatura en planta, las pendientes longitudinales, la anchura de la calzada y los arcenes, las características de los accesos e intersecciones o el estado de las márgenes.

Sin embargo, la influencia en la accidentalidad de los valores de cada una de las características de un tramo de carretera concreto depende de los valores del resto de las variables en el propio tramo y en los contiguos. Por tanto, para obtener relaciones cuantitativas entre las características de la carretera y la accidentalidad resulta necesario encontrar las variables que mejor reflejen las interrelaciones entre los efectos sobre la seguridad de los valores de las distintas características. En este sentido apuntan los resultados de una serie de investigaciones realizadas en distintos países que coinciden en señalar la importancia de respetar las expectativas del conductor.

Al circular, los conductores adaptan su conducción a las condiciones que va encontrando. En la percepción que tiene de las características de la carretera influye, por un parte, la experiencia inmediata de lo que han encontrado en los tramos que acaban de recorrer y, por otra, la experiencia acumulada de viajes anteriores respecto a lo que es habitual encontrar en itinerarios de características parecidas a aquel por el que circula.

Cuando un conductor se encuentra con una situación inesperada, debe adoptar un decisión y actuar con rapidez, con lo que aumenta el riesgo de que cometa un fallo. En determinados casos estos fallos provocan la pérdida del control del vehículo y, en consecuencia, un posible accidente. Por ello, las características de las carreteras no deben presentar variaciones bruscas o características muy distintas de las habituales en los tramos contiguos o en las carreteras del mismo tipo (Foto 1). Esta condiciones constituyen lo que habitualmente se denomina consistencia de trazado.

Así, por ejemplo, Lamm[3] propone los siguientes tres criterios para mejorar la consistencia del trazado:

- Evitar las diferencias superiores a 20 km/h entre las velocidades reales de circulación existentes o estimadas de dos elementos geométricos contiguos del trazado. La limitación de la variación a 10 km/h se considera óptima.

- Armonizar la velocidad del proyecto y de circulación real en cada tramo, considerando inadecuado el trazado de un proyecto o de una carretera en servicio si las velocidades reales de circulación superan en más de 20 km/h a la de proyecto de tramo.

- Limitar la diferencia entre el rozamiento transversal movilizado a la velocidad real de circulación y el rozamiento transversal supuesto en el proyecto a 0,02.

MODELOS DE REGRESION MULTIVARIANTE

El procedimiento más frecuente para cuantificar la relación entre los valores de las variables características de la carretera y la frecuencia de los accidentes es el desarrollo de modelos de regresión. Estos modelos adoptan generalmente la forma de modelos de Poisson[6].

Se asume que el número medio de accidentes por unidad de tiempo es igual a una función exponencial en la que el exponente es una combinación lineal de una serie de variables explicativas características de la carretera y del tráfico. En el desarrollo de modelos de regresión de Poisson se ha puesto de manifiesto que en mu-

Foto 1. Las características de las carreteras no deben presentar variaciones bruscas o características muy distintas de las habituales en los tramos contiguos o en las carreteras del mismo tipo.

chos casos la distribución de la variación de frecuencias de accidentes en distintos tramos presenta una varianza superior a la media, es decir superior a la que correspondería a una distribución de Poisson.

Para mejorar la precisión de las estimaciones en estos casos Miao[5] propone la adopción de un modelo de regresión basado en la distribución binomial negativa, con la hipótesis de que en cada tramo del conjunto considerado en el análisis el número de accidentes registrado tiene una distribución de Poisson de media $\mu = \lambda T$, siendo λ el índice de peligrosidad del tramo y T el volumen de tráfico.

Se supone que la distribución de λ en el conjunto de tramos tiene una distribución gamma de parámetros λ y α. El valor de λ se estima mediante la ecuación:

$$\hat{\lambda} = e^{\hat{\beta}^T x}$$

Siendo β el vector parámetros del modelo de regresión y x el vector de variables explicativas. El ajuste del modelo permite determinar β y α.

La aplicación más ambiciosa de esta técnica en los últimos años ha sido la correspondiente al Modelo Interactivo de Seguridad en el Proyecto de Carreteras ("Interactive Highway Safety Design Model") de la Administración Federal de Carreteras de los Estados Unidos (FHWA). Vogt y Bared[7] desarrollaron una serie de modelos de predicción de accidentes en tramos ordinarios e intersecciones de carreteras de dos carriles a partir de modelos de regresión multivariante de tipo Poisson y binomial negativa.

Las variables de predicción consideradas en tramos sin intersecciones son: el volumen del tráfico, el porcentaje de vehículos pesados, la anchura de la calzada y de los arcenes, el coeficiente de peligrosidad de las márgenes, la densidad de los accesos y las características del trazado en planta y alzado. Este modelo se aplica para el establecimiento de las tasas de accidentalidad esperadas en las condiciones base del modelo de predicción de accidentes.

Las estimaciones obtenidas con las condiciones básicas se modifican mediante la aplicación de unos coeficientes correctores para tener en cuenta las diferencias respecto de estas condiciones del tramo que se considera. Los factores de modificación fueron elaborados por un panel de expertos teniendo en cuenta el compendio de las investigaciones anteriores, estudios antes-después sobre el efecto de mejoras de seguridad vial en las tasas de accidentes y modelos de regresión específicos[1]. Los factores desarrollados corresponden a nueve características del trazado (anchura de carril, anchura de arcén, tipo de arcén, radio de curvas en planta, peralte, pendiente, densidad de accesos, existencia de carriles adicionales de adelantamiento y estado de las márgenes) y siete de las intersecciones (número de ramales, ángulo de cruce, existencia de carriles de giro a izquierda, etc.).

DESARROLLO DE UN MODELO PARA LAS CARRETERAS DE DOS CARRILES DE LA RED DEL ESTADO

Para diseñar y gestionar medidas de mejora de la seguridad de la circulación resulta conveniente disponer de un procedimiento que permita establecer y cuantificar la relación entre las características de las carreteras y la frecuencia de los accidentes. Con este fin la Dirección General de Carreteras y la Universidad Politécnica de Madrid establecieron un Convenio de colaboración para desarrollar y calibrar un conjunto de modelos que proporcionasen una base de partida para la estimación de los resultados de las medidas de programa de seguridad vial a partir de la información contenida en la base de datos de seguridad vial.

Para el desarrollo de la investigación, en la que se incluía el calibrado inicial de los modelos aplicables a las carreteras convencionales de la Red del Estado, se obtuvo una muestra de datos de accidentes, tráficos y características de la carretera correspondiente a las carreteras convencionales de las Demarcaciones de Valencia y Castilla León Occidental. La muestra comprende 3450 km divididos en tramos de 100 metrospara los que se han obtenido el número y tipo de accidentes registrados a lo largo de los períodos: 1933-97 y 1998-99. El primer período se ha utilizado en el estudio para ajustar los modelos mientras que e segundo se empleó para contrastar su precisión.

Las características de la carretera de las que se disponía de información eran las siguientes:

- IMD,
- Radio de curvatura mínimo,
- Pendiente longitudinal máxima,
- Anchura media de calzada y de plataforma,
- Visibilidad disponible mínima,
- Número de intersecciones y accesos pavimentados,
- Limitación de velocidad en el tramo,
- Prohibiciones de adelantamiento,
- Existencia de arcenes en una o en ambas márgenes, y
- Existencia de barreras de seguridad.

Con el fin de obtener resultados aplicables al estudio de los distintos tipos de actuaciones del programa de seguridad vial, en el estudio se han considerado dos tipos de tramos. Por un lado tramos de una longitud fija de 1 km, resultantes de agrupar 10 tramos de 100 m contenidos en la base de datos de partida, y por otra parte itinerarios, entendiendo como tales tramos de carretera limitados por un nudo o una población en los que el tráfico se mantiene sensiblemente constante. Los primeros corresponden a las condiciones de los tramos de concentración de accidentes, mientras que los resultados de los segundos pueden aplicarse en el estudio de actuaciones preventivas.

VARIABLES CONSIDERADAS

El primer paso para el desarrollo del estudio fue definir unas variables que permitiesen reflejar en la mayor medida posible los efectos sobre la seguridad de las interrelaciones entre los valores de las distintas características y los de su variación a lo largo de la carretera partiendo de los datos disponibles. Posteriormente se analizó la correlación de estas variables con los índices de accidentalidad para seleccionar las que efectivamente tienen una mayor influencia en los niveles de seguridad.

Con este planteamiento, las variables consideradas en los tramos de 1 km fueron las siguientes:

- Número de accesos en el tramo de 1 km (acc/km),
- Anchura media de la calzada (m),
- Anchura media de la plataforma (m),

- Indice de visibilidad ,
- Curvatura máxima (l/m),
- Límite mínimo de velocidad señalizado (km/h),
- Inclinación máxima de la rasante en valor absoluto (%),
- Indice cuadrático de inclinación de los tramos contiguos ,
- Velocidad específica mínima (km/h)
- Disminución de velocidad específica respecto de los tramos contiguos,
- Cuadrado de la disminución de velocidad específica (km^2/h^2) .

Entre las variables consideradas se han incluido algunas que reflejan la variación de características de cada tramo respecto de los situados en sus inmediaciones, como son el índice cuadrático de inclinación y la disminución de velocidad específica respecto de los tramos contiguos.

De igual forma se han incluido variables que dependen de la interacción de otras, como son los límites de velocidad y la visibilidad, que depende de la combinación de los elementos del trazado en planta y alzado, de la sección transversal y de las restricciones al campo de visión del conductor impuestas por la configuración del entorno de la carretera.

En el caso de los itinerarios las variables consideradas fueron:
- Densidad de accesos (accesos/km),
- Anchura media de la calzada (m),
- Anchura media de la plataforma (m),
- Indice medio de visibilidad,
-Media ponderada de la curvatura (l/m),
- Desviación típica de la curvatura (l/m),
- Límite medio de velocidad señalizado (km/h),
- Inclinación máxima de la rasante (%),
- Media de los valores absolutos de la inclinación de la rasante(%),
- Media del índice cuadrático de inclinación de los tramos contiguos (definido para tramos de 1 km),
- Velocidad específica media (km/h),
- Media armónica de la velocidad específica (km/h),
- Desviación típica de los valores de la velocidad específica en tramos de 100 m (km/h),
- Media de la disminución de velocidad específica en tramos de 1 km respecto de los tramos contiguos (km/h),
- Media del cuadrado de la disminución de velocidad específica en tramos de 1 km respecto de los tramos contiguos (km^2/h^2), y
- Proporción de la longitud del tramo con prohibición de adelantar.

Entre las variables consideradas en los itinerarios se incluyeron algunas que dependen de la variación de los valores de otras como son las desviaciones típicas de la velocidad específica o de la curvatura, media del índice cuadrático de inclinación o la media de las disminuciones de velocidad de los tramos de 1 km respecto de los contiguos. Con ello se pretendía captar en cierta medida el efecto de la consistencia de las características en la seguridad.

CORRELACION ENTRE LAS CARACTERISTICAS DE LA CARRETERA Y LA ACCIDENTALIDAD

Para analizar el grado de asociación de las variables características de la carretera con las que miden la accidentalidad se aplicaron dos procedimientos:
- Determinación de los índices de correlación entre las variables consideradas para determinar el grado de asociación entre las mismas.
- Ajuste de curvas de regresión entre las variables con índices de correlación significativos.

VARIABLE	ÍNDICE DE CORRELACIÓN
Densidad de interacciones y accesos (accesos/km)	0,194
Disminución de velocidad específica respecto de los tramos contiguos (km/h)	0,140
Visibilidad (m)	-0,126
Límite de velocidad (km/h)	-0,131

Tabla 1. Características de la carretera con mayor correlación con el índice de peligrosidad en tramos de 1 km.

Foto 2. De entre las variables que dependen del trazado, la disminución de velocidad específica respecto de los tramos contiguos es la que presenta el mayor índice de correlación con el índice de peligrosidad.

La Tabla 1 refleja las variables en las que el índice de correlación con el índice de peligrosidad medio (accidentes con víctimas/ 10^8 veh-km) resulta más elevado en los tramos de 1 km.

De entre las variables que dependen del trazado, la disminución de velocidad específica respecto de los tramos contiguos es la que presenta el mayor índice de correlación con el índice de peligrosidad (ver Foto 2), mientras que las características geométricas de las alineaciones (curvatura, inclinación longitudinal) tienen correlaciones mucho menores, lo que indica que la variación de las características y la falta de consistencia del trazado influye más en el riesgo de que se produzcan accidentes que las características aisladas de los elementos del trazado.

La anchura de plataforma no está correlacionada significativamente con el índice de peligrosidad en las muestra analizada, aunque si presenta una correlación positiva con la frecuencia de los accidentes. Esto puede ser debido a la relación existente entre esta variable y el volumen del tráfico soportado por la carretera, que hace que los tramos con mayor anchura sean los que tienen un nivel de exposición al riesgo mayor por soportar mayores intensidades de tráfico, y por tanto registren más accidentes, aunque no sea mayor el nivel de riesgo.

En el caso de los itinerarios, las variables para las que se ha encontrado un índice de correlación más elevado con el índice de peligrosidad son las que se incluyen en la Tabla 2.

Al igual que en los tramos de 1 km, las variables con el control de accesos, la consistencia del trazado y la visibilidad dispo-

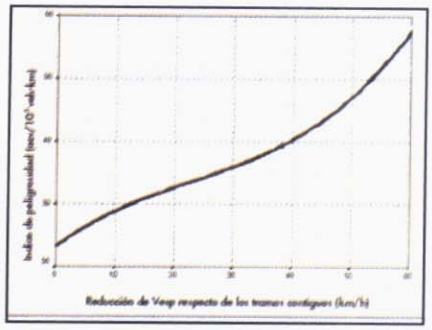


Figura 1. Regresión entre la disminución de velocidad específica respecto de los tramos contiguos y el índice de peligrosidad en tramos de 1 km.

VARIABLE	ÍNDICE DE CORRELACIÓN
Densidad de interacciones y accesos (accesos/km)	0,506
Límite medio de velocidad (km/h)	-0,487
Visibilidad media disponible (m)	-0,309
Media armónica de la velocidad específica (km/h)	-0,256
Proporción de prohibición de adelantar	0,244

Tabla 2. Características de la carretera a lo largo de itinerarios con mayor correlación con el índice de peligrosidad.

nible son las que influyen en mayor medida en la accidentalidad. Además, en los itinerarios aparece la proporción de la longitud del tramo en que está prohibido adelantar.

Los valores de los índices de correlación de las características medias de la carretera a lo largo de los itinerarios con los índices de peligrosidad medios son mucho más elevados ue los que se obtienen para los tramos de 1 km, como era de esperar dado que en los tramos de menor longitud la variabilidad de la frecuencia de los accidentes y la aleatoriedad de su localización es mucho mayor.

RELACION ENTRE LA ACCIDENTALIDAD Y LAS CARACTERISTICAS GEOMETRICAS

De acuerdo con los resultados obtenidos, la influencia del trazado depende más de la combinación de efectos de varias características y de los gradientes de velocidades específicas de los elementos cercanos entre sí, que de las características de las alineaciones aisladas.

En los tramos de 1 km, el ajuste de la curva de regresión del índice de peligrosidad respecto de la curvatura de las alineaciones en planta produce una línea recta con un valor del coeficiente de determinación inferior al 1%. Si bien la accidentalidad de los tramos de 1 km tiende a aumentar al reducirse los radios de las curvas, el efecto no es muy acusado. Un resultado similar ofrece el análisis de la relación entre la pendiente longitudinal y los índices de accidentalidad.

En cambio, la disminución de velocidad específica respecto de los tramos contiguos es una de las variables característica de la carretera que presenta un coeficiente de correlación más elevado con el índice de peligrosidad. La curva de regresión entre las dos variables (ver Figura 1) es uniformemente creciente con la reducción de velocidad específica respecto de los tramos contiguos. Por encima de los 30km/h de disminución de velocidad la pendiente de la curva de regresión aumenta de forma acusada, por lo que se debe evitar que la reducción de las características de trazado provoque que se supere este límite, siendo deseable que la transición sea lo más gradual posible.

En cuanto a los itinerarios, en los que la correlación entre las características medias de la carretera y los índices de peligrosidad es mayor, las variables relacionadas con el trazada que mejor reflejan esta relación son la media de la limitación de velocidad y la media armónica de las velocidades específicas, junto con la visibilidad disponible y la proporción de la longitud del tramo en la que se prohíbe adelantar.

La curva de regresión entre la limitación media de velocidad a lo largo del tramo y el índice de peligrosidad (ver Figura 2) presenta un descenso importante hasta 80 km/h, mientras que entre 85 y 100 km/h tiene variaciones muy pequeñas.

Por otra parte, la curva de regresión de la media armónica de la velocidad específica a lo largo del itinerario respecto del índice de peligrosidad (ver Figura 3) es uniformemente decreciente, lo que pone de manifiesto la conveniencia de conseguir un trazado con una características homogéneas y confirma que la influencia de la geometría de la vía en la seguridad está relacionada con la consistencia de caracterís-

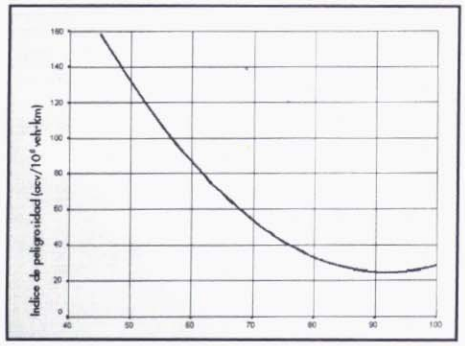


Figura 2. Regresión entre la media de la limitación de velocidad a lo largo de un itinerario y el índice de peligrosidad.

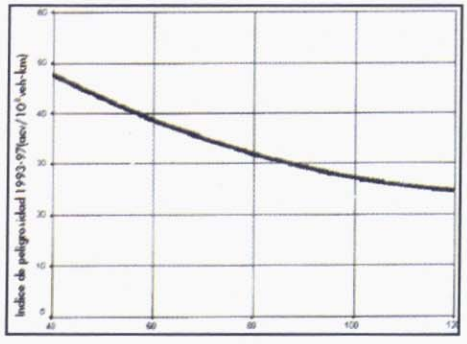


Figura 3. Regresión entre la media armónica de la velocidad específica de los elementos del trazado a lo largo de un itinerario y el índice de peligrosidad.

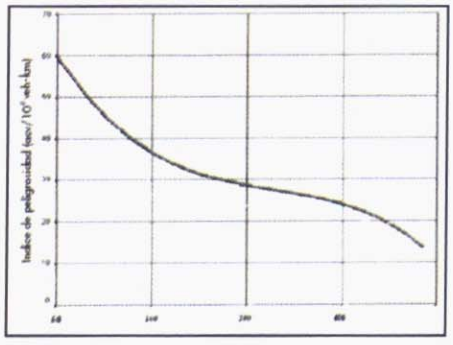


Figura 4. Regresión entre la visibilidad de un tramo y el índice de peligrosidad.

ticas.

Otro parámetro relacionado con el trazado que presenta una correlación elevada con el índice de peligrosidad es la distancia de visibilidad media. El índice de peligrosidad disminuye muy acusadamente cuando la distancia de visibilidad media aumenta hasta los 100 m aproximadamente, siendo la disminución del índice cuando se supera esta distancia menor. (ver Figura 4)

La proporción de la longitud de un itinerario en la que no se permite adelantar tiene también una correlación significativa con la accidentalidad (Foto 3). La curva de regresión (ver Figura 5) refleja un aumento del índice de peligrosidad hasta que la proporción de prohibición de adelantamiento afecta al 20% de la longitud del itinerario. A partir de esta proporción el índice de peligrosidad se estabiliza, para volver a aumentar muy acusadamente cuando la proporción de la longitud en la que está prohibido el adelantamiento supera el 70%. En consecuencia, es aconsejable desde el punto de vista de la seguridad que en los itinerarios se disponga al menos de un 30% de la longitud en la que esté permitido el adelantamiento.

Finalmente, aunque no depende directamente de las características geométricas, debe resaltarse que la densidad de los accesos es la variable que mayor correlación presenta con los índices de peligrosidad, por lo que las medidas tendientes al control y la regulación de accesos deben considerarse como potenciales medidas preventivas.

La Figura 6 refleja la curva de regresión de la densidad de accesos e intersecciones a lo largo de los itinerarios con el índice de peligrosidad, que presenta un coeficiente de determinación R^2 del 39,1%. El índice de peligrosidad se mantiene sensiblemente constante hasta que la densidad de accesos supera los 0,5 accesos/km, aumenta para valores entre 0,5 y 1,5 accesos/km, valor a partir del cual el incremento es muy elevado.

Foto 3. La proporción de la longitud de un itinerario en la que no se permite adelantar tiene una correlación significativa con la accidentalidad.

MODELO DE ESTIMACION DEL INDICE DE PELIGROSIDAD DE UN ITINERARIO

A partir de la identificación de las características de la carretera que presentan una correlación significativa con la accidentalidad, se ha desarrollado un modelo de regresión multivariante para estimar los valores de los índices de peligrosidad en los itinerarios. El modelo desarrollado es del tipo binomial negativo, y su calibración se ha realizado por el procedimiento de máxima verosimilitud con los datos de la muestra de 3450 km descripta al comienzo del artículo.

El modelo resultante es el siguiente:

$$IPE = 86{,}571\ e^{0{,}31135\ DAc - 0{,}01139\ LVm - 0{,}09470 Vis - 0{,}08434\ Plm + 0{,}59224\ Pad}$$

siendo:

IPE: Índice de peligrosidad estimado (acv/10^8 veh-km),

DAc: Densidad de accesos e intersecciones (accesos/km),

LVm: Limite medio de velocidad (km/h),

Vis: Visibilidad disponible media (m),

Plm: Pendiente longitudinal media (%),

y

PAd: Proporción de prohibido adelantar.

El ajuste conseguido corresponde a un valor del coeficiente de determinación R^2 del 87,15%. Este coeficiente es suficientemente elevado como para justificar la utilización del modelo en la estimación de los índices de peligrosidad para estudios de actuaciones preventivas en itinerarios.

Las condiciones de aplicación del modelo, dadas las características de la muestra empleada para calibrarlo son las siguientes:

- Itinerarios en carreteras de dos carriles de la Red del Estado.
- IMD menor de 20.000 veh/día.

Figura 5. Regresión entre la proporción de la longitud de un itinerario en la que está prohibido adelantar y el índice de peligrosidad.

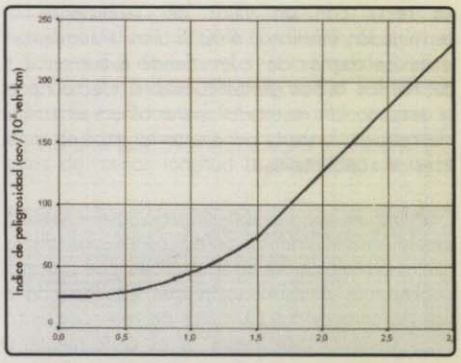


Figura 6. Regresión entre la densidad de accesos y el índice de peligrosidad.

- Anchura de plataforma: 7-12 m.

En cualquier caso, para su aplicación en los estudios de actuaciones preventivas del Programa de Seguridad Vial, sería recomendable ajustar los modelos a aplicar con muestras de datos de las distintas Demarcaciones, para contrastar el efecto de las condiciones locales en el modelo.

CONCLUSIONES

Los resultados del estudio realizado permiten obtener las siguientes conclusiones respecto de las carreteras convencionales analizadas:

- Las variables geométricas analizadas (curvatura y pendiente longitudinal) presentan índices de correlación relativamente bajos con los índices de peligrosidad de los tramos. En consecuencia para medir la influencia del trazado en la seguridad es necesario buscar variables que reflejen las interacciones entre estos parámetros, e incluso las variaciones relativas de sus valores respecto de los tramos contiguos. Esto parece confirmar que más que de los valores absolutos de los parámetros geométricos en un tramo determinado, la influencia de la geometría en la seguridad depende de la coordinación entre los elementos del trazado y de la homogeneidad y consistencia de características.

- La disminución de velocidad específica respecto de los tramos contiguos presenta un elevado coeficiente de correlación con el índice de peligrosidad en los tramos de 1 km. Debería evitarse que la disminución supere los 30 km/h, siendo deseable que la transición sea lo más gradual posible.

- La distancia de visibilidad tienen una influencia importante en los índices de peligrosidad. Deben tratar de mejorarse los tramos en los que las distancias de visibilidad sean inferiores a 100 m ya que en ellos los índices de peligrosidad medios son más elevados. En cambio, cuando la distancia de visibilidad es superior a 200 m las mejoras tienen un efecto muy pequeño.

- Es aconsejable desde el punto de vista de la seguridad que en los itinerarios se disponga al menos de un 30% de la longitud en la que esté permitido del adelantamiento.

- La densidad de accesos tiene un efecto negativo en la seguridad, por lo que las medidas tendientes al control y la regulación de accesos deben considerarse como potenciales medidas preventivas. Desde el punto de vista de la seguridad, la distancia deseable entre accesos en carreteras convencionales semejantes a las estudiadas debería ser del orden de 2 km, con un límite mínimo de 600 m.

- El ajuste al modelo de regresión multivariante ha permitido comprobar que es posible llegar a obtener un nivel de precisión en la estimación de los índices de peligrosidad en itinerarios suficiente para su aplicación en los estudios costo-beneficio de actuaciones preventivas del programa de seguridad vial.

- En el caso de los modelos de tramos de 1 km, la variabilidad de los índices de peligrosidad es más elevada que a lo largo de los itinerarios, con lo que el nivel de precisión que se alcanza no resulta suficiente. Por ello será necesario estudiar procedimientos que permitan mejora el nivel de precisión de las estimaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. COUNCIL, F. Y HARWOOD, D. (1999): "Accident modification factors for use in the prediction of safety on rural two-lane highways". Conferencia Traffic Safety on Two Continents. Malmoe, Suecia.

2. FHWA: "Safety Effectivenes of Highway Design Features. Vol I: Access Control; Vol II: Alignment; Vol III: Cross Sections; Vol IV: Interchanges; Vol V: Intersections; Vol VI: Pedestrian and Biciclits". Reports FHWA-RD-91-046 a 049. U.S. Department of Transportation, 1992.

3. LAMM, R et al. (1999): "Highway Design an Traffic Safety Engineeering Handbook". McGraw-Hill. Nueva York, Estados Unidos.

4. McGee, H., HUGES, W. Y DAILY, H. (1995): "Effect of Highway Standards on Safety". National Cooperative Highway Research Program, Report 374. Transportation Research Board. Washington D.C.

5. MIAOU, S.P. (1994): "The relationship between truck accidents and geometric design of road sections: Poisson vs. Negative binomial regressions". 73rd Annual Meeting TRB. Washington D.C.

6. LLAMAS, R. y PARDILLO, J.M. (2001): "Desarrollo de un sistema avanzado de análisis de accidentes para el Programa de Seguridad Vial de la Red de Carreteras del Estado de España". XIV Congreso Mundial de Carreteras. Internacional Road Federation. París.

7. VOGT, A. Y BARED, J. (1998): "Accident models for two-lane rural roads: segments and intersections". Report DOT-RD-75-196. FHWA. U.S. Department of Transportation. Washington D.C.

Foto 4. Las medidas tendientes al control y la regulación de los accesos deben considerarse como potenciales medidas preventivas ya que la densidad de accesos presenta una elevada correlación con los índices de peligrosidad.

ALGUNOS ERRORES EN LA EVALUACION DEFLECTOMETRICA DE PAVIMENTOS DE AEROPUERTOS Y EN LA ASIGNACION DEL PCN

Por el Ing. Tomás F. Hughes

RESUMEN

En la actualidad la evaluación de pavimentos de aeropuertos se apoya preponderantemente en la determinación de los módulos de las capas estructurales respectivas comparando las deflexiones medidas producidas por equipos FWD o HWD con deflexiones calculadas, en un proceso por computación que usualmente se denomina retrocálculo (backcalculation).

En el presente trabajo se analizan algunos errores de procedimiento y de concepto que se cometen antes y/o después del retrocálculo e independientemente de este último, los que pueden afectar tanto la validez de los módulos individualmente determinados y de los módulos representativos de éstos, como la clasificación de los pavimentos en secciones homogéneas y la asignación de los PCN respectivos. En algunos casos, estos errores pueden llegar a ocasionar la inutilidad del trabajo de evaluación efectuado y la necesidad de rehacerlo comenzando con nuevas corridas de los equipos FWD o HWD.

Asimismo, el trabajo se refiere a los conceptos básicos que fundamentan la asignación del PCN a cada sección homogénea del pavimento, en base a los espesores, módulos y relación de Poisson correspondiente a las capas estructurales respectivas y en base a las características de los aviones que integran el tránsito mixto y las salidas previstas para los mismos en la vida de diseño.

1. INTRODUCCION

La evaluación de pavimentos de aeropuertos se lleva a cabo en la actualidad empleando preponderadamente la deflectometría y la teoría de las capas elásticas, debido a su sencillez y a la posibilidad de ensayar los pavimentos en un gran número de puntos con rapidez y bajo costo, aunque los resultados obtenidos muchas veces son discutibles.

Cuando se aplica una carga sobre la superficie de un pavimento, dicha superficie deflexiona hacia abajo formando una depresión con una forma aproximada de palangana que se denomina cuenco de deflexión. El tamaño, la profundidad y la forma del cuenco de deflexión dependen principalmente de la magnitud de la carga, de la rigidez del pavimento, del espesor del pavimento y de los materiales subyacentes.

El equipo utilizado para aplicar las cargas es el FWD (Falling Weight Deflectometer), el cual se puede observar en forma esquemática en la Figura 1 con sus siete sensores que miden las deflexiones y también con el cuenco de deflexión. Cuando el FWD puede aplicar cargas mayores. equivalentes a las que transmiten los aviones pesados, se denomina HWD (Heavy Weight Deflectometer).

El método exige el conocimiento de los valores de las deflexiones producidas y también el conocimiento de los espesores, materiales constitutivos y coeficientes de Poisson del pavimento a evaluar. Mediante un proceso iterativo realizado por computación y basado en la teoría de las capas elásticas, se calculan los módulos de las capas del pavimento sobre la base que, en las mismas condiciones de espesores, materiales, coeficientes de Poisson y cargas, dichos módulos produzcan deflexiones calculadas similares a las provocadas y medidas por el FWD. Este proceso se denomina retrocálculo (backcalculation).

Lamentablemente, los módulos obtenidos por retrocálculo no son únicos, aun bajo condiciones ideales, pues varias combinaciones de valores de módulos pueden originar aceptables coincidencias entre los cuencos de deflexión medidos y los calculados. Muchas veces, la solución depende

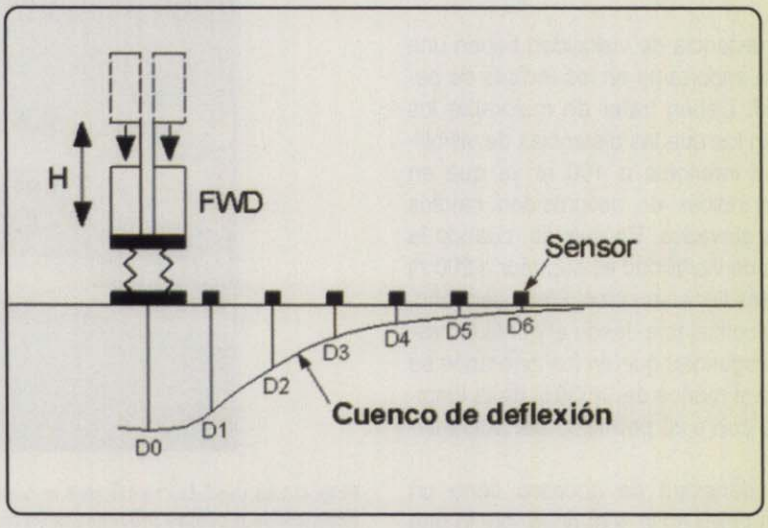


Figura 1: Equipo FWD y cuenco de deflexión

de los valores iniciales y/o valores límites elegidos por el usuario que deben ser introducidos como datos en los programas de retrocálculo, pues al variar estos valores suelen variar los módulos obtenidos.

Además, el retrocálculo es un proceso en el cual pequeñas diferencias entre las deflexiones medidas y las deflexiones calculadas originan normalmente diferencias significativas en los módulos. A veces se registra que la mejor concordancia entre las deflexiones medidas y las calculadas sucede cuando los módulos calculados resultan ilógicos.

Por otra parte, las simplificaciones de la teoría de las capas elásticas motiva que a veces dicha teoría no coincida suficientemente con los pavimentos reales; por ejemplo, las cargas son generalmente dinámicas y no estáticas; los materiales no son sólidos, incluso muchos son granulares; las deformaciones no son solamente elásticas sino también plásticas, viscosas y viscoelásticas; las deformaciones no son generalmente función lineal de las tensiones, especialmente en las subrasantes y también en las bases y subbases granulares; las subrasantes no tienen espesor infinito con módulo constante ni las capas del pavimento son homogéneas e isótropas. Una grieta o vacíos producen una discontinuidad del material que varía la transferencia de cargas y por ello causan distintas deflexiones del pavimento respecto a las que se producirían con el material sano, por lo que la forma continua de los cuencos de deflexión afectados se altera formando quiebres que permiten individualizar las fallas. Dado que la teoría de las capas elásticas supone idealmente capas homogéneas y uniformes que se extienden indefinidamente en sentido horizontal, la presencia de grietas o vacíos altera esas condiciones e imposibilita obtener módulos retrocalculados correctos aplicando aquella teoría. En consecuencia, esos cuencos defectuosos deben ser eliminados, lo que mejora la representatividad de los cuencos restantes.

Además, existen errores sistemáticos que se cometen tanto en la medición de las deflexiones como en el retrocálculo. Algunos parámetros importantes no son tenidos en cuenta adecuadamente o simplemente son estimados, como, por ejemplo, los espesores de las capas estructurales, la profundidad con respecto a la roca o a capas duras subterráneas y los valores de los coeficientes de Poisson.

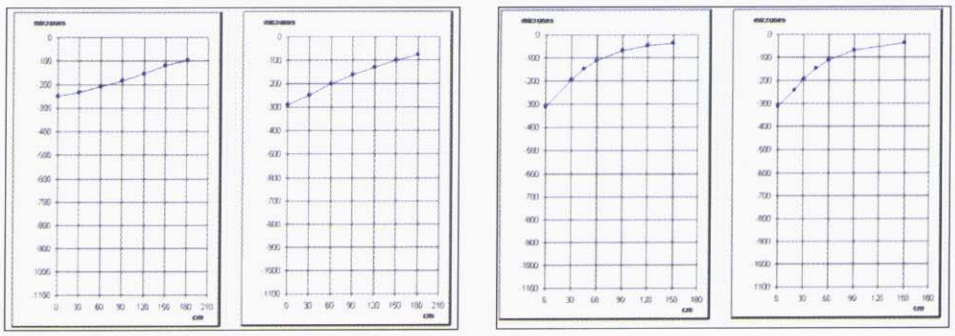


Figura 2: Cuencos de deflexión normales

El retrocálculo no puede ser considerado un método mecanístico en el cual se introducen los espesores y coeficientes de Poisson del pavimento y los valores de las deflexiones medidas y devuelve valores correctos de los módulos de las capas. Es equivocado suponer que basta medir una gran cantidad de cuencos de deflexión, retrocalcular los módulos respectivos y promediar los resultados para obtener módulos correctos.

2. INTERPRETACION DE LA FORMA DE LOS CUENCOS DE DEFLEXION

Por lo expuesto resulta evidente que el uso de las deflexiones medidas para estimar los módulos de las capas no es una técnica que pueda aplicarse sin un cuidadoso examen y evaluación de los resultados. Este examen debería abarcar todos los módulos retrocalculados si fuera posible, pero, como mínimo, todos los módulos demasiado bajos o demasiado altos, o los casos de combinaciones anormales de los módulos de las capas (por ejemplo, subbases con módulos menores que la subrasante, etc.), porque los módulos deben ser siempre razonables.

Una parte importante del examen mencionado puede llevarse a cabo mediante la interpretación de la forma del cuenco de deflexión. Mediante este simple procedimiento de examen de los cuencos de deflexión se hacen visibles algunos errores y situaciones anormales que, de otra manera, podrían pasar desapercibidos, influyendo negativamente en la exactitud de los módulos finales. Cuando el retrocálculo arroja valores extraños o irreales de los módulos que se salen de los límites lógicos, el cuenco de deflexión suele presentar una forma irregular, con quiebres producidos por mediciones equivocadas o por la presencia de grietas. Si las deflexiones correspondientes a la subrasante son grandes, el módulo retrocalculado respectivo tiene que ser bajo, pues no es posible que a capas débiles le correspondan módulos altos o viceversa. Si el radio de curvatura de un concreto asfáltico es pequeño, su módulo debe ser pequeño. En otras palabras, dicha interpretación permite apreciar en forma cualitativa si un módulo retrocalculado está afectado por grietas o si su valor resulta erróneo o discutible con relación a su cuenco de deflexión respectivo.

En la parte superior de la Figura 2 pueden observarse cuencos de deflexión normales de pavimentos de hormigón obtenidos con carga para aeropuertos del FWD. Los pavimentos de hormigón tienen módulos de elasticidad altos y distribuyen la carga sobre una superficie grande, resultando cuencos de deflexión poco profundos y extendidos con la parte cóncava bien definida y visible.

En la parte inferior de dicha Figura 2, a la derecha, puede observarse un cuenco de deflexión de pavimentos de concreto

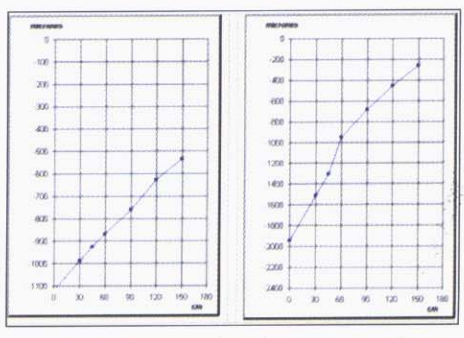


Figura 3: Deformación del cuenco por grietas en el pavimento

asfáltico obtenido con carga para caminos del FWD (mucho más liviana, razón por la cual las deflexiones que se observan son también menores). Los concretos asfálticos de los pavimentos flexibles tienen módulos de elasticidad menores que los del hormigón (lo que resalta especialmente en épocas de calor), por lo que sus cuencos de deflexión son más profundos y menos extendidos, con la parte cóncava generalmente no visible por estar comprendida dentro de los primeros 30 cm medidos desde el centro del plato de carga. En dicho cuenco de la parte inferior derecha, la concavidad se visualiza porque el FWD empleó un sensor a 20 cm. Si dicho sensor no hubiera sido colocado allí sino a otra distancia mayor que 30 cm, por ejemplo a 1,20 m, la forma del cuenco que se hubiera obtenido sería la que se observa en el cuenco de la izquierda, donde la concavidad no aparece.

En la Figura 3 se observan cuencos de deflexión cuyas formas se ven afectadas por grietas del pavimento ubicadas en la zona de los sensores del FWD. Al existir una grieta, el pavimento queda dividido en dos partes y la transmisión de esfuerzos se modifica, con lo que las deflexiones ubicadas más allá de una grieta disminuyen y aumentan las cercanas a la carga. Estos cuencos originan módulos erróneos y deben ser eliminados del retrocálculo. Puede ocurrir que quiebres menores sean producidos por errores admisibles (inferiores al 2%) de medición de los sensores, resultando preferible eliminar también dichos cuencos si los módulos respectivos retrocalculados resultan extraños.

Los tres cuencos de deflexión de hormigón de la Figura 4 ilustran errores de retrocálculo cometidos. Los tres muestran formas parecidas, sin quiebres, con deflexiones similares en los sensores externos y con una deflexión en el sensor bajo la carga un poco mayor en el cuenco de arriba a la izquierda. Sin embargo, el retrocálculo que oportunamente se había efectuado en base a los mismos mostraba que el módulo del hormigón de dicho cuenco resultaba mucho mayor que los módulos de los otros dos cuencos, a pesar de su menor rigidez demostrada por la deflexión más grande en el sensor bajo la carga; y que el módulo de la subrasante de este cuenco resultaba del orden del doble con respecto a los módulos de los otros dos

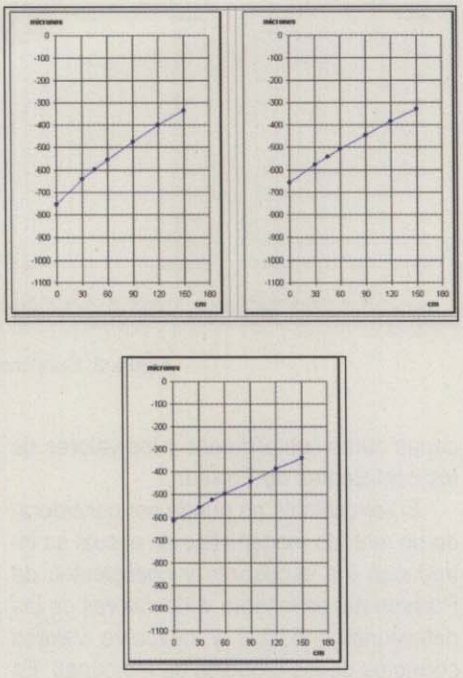


Figura 4: Errores en el retrocálculo

cuencos, a pesar de que las deflexiones de todos los cuencos indicadas por los sensores extremos eran similares. Esto indica que los módulos del cuenco de arriba a la izquierda eran erróneos. De no haberse examinado los cuencos, ello hubiera sido difícil de descubrir.

Asimismo, es muy conveniente efectuar dicho examen inicial de la forma de los cuencos de deflexión dado que, de otra forma, resulta difícil descubrir errores sistemáticos de medición de las deflexiones del equipo FWD.

3. ERRORES SISTEMATICOS DE MEDICION DEL FWD

Los errores de medición de las deflexiones de los equipos FWD se refieren a errores de asentamiento, errores de repetibilidad y errores sistemáticos.

Los errores de asentamiento se disminuyen dejando caer la masa del FWD una o dos veces antes de comenzar la medición de la deflexiones producidas por la caída y los errores de repetibilidad se disminuyen dejando caer la masa varias veces y promediando los valores de medición de las deflexiones producidas en las varias caídas; pero no hay técnicas para disminuir los errores sistemáticos en las mediciones, los que dan lecturas mayores o menores que las reales en las deflexiones producidas por el equipo, errores que se

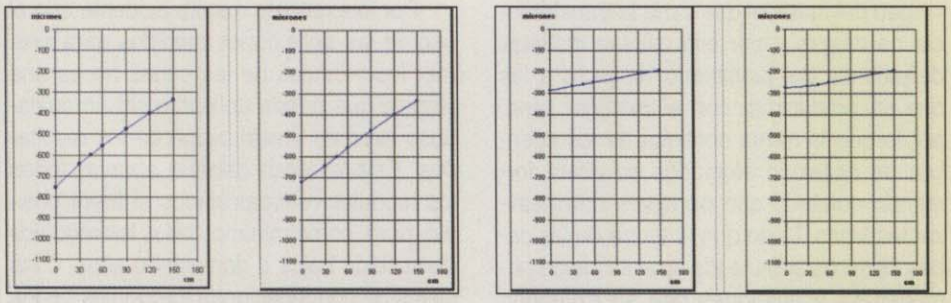


Fig. 5: Error sistemático de medición del sensor D0 en cabeceras antiguas de hormigón de la pista

Fig. 6: Error sistemático de medición del sensor D0 en cabeceras antiguas de hormigón de la pista

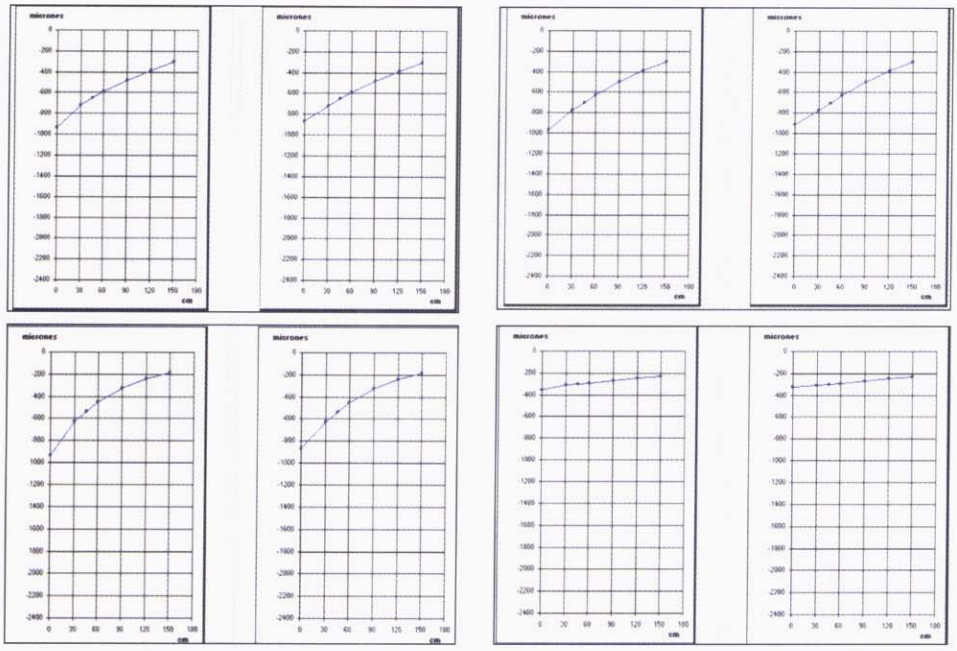


Fig. 7 y 8: Error sistemático de medición del sensor D0 en el concreto asfáltico antiguo con refuerzo de la pista

evitan efectuando periódicamente calibraciones de cada sensor individual empleando un sistema independiente de referencia. Lo aconsejable es que esas calibraciones se efectúen cada 6 meses como máximo.

Una diferencia de hasta un 2% es considerada admisible en los errores sistemáticos de cada sensor (Norma ASTM D-4694); esto significa que en una deflexión de 300 micrones, por ejemplo, se admite un error de hasta 6 micrones en la lectura del sensor. Errores mayores invalidan los resultados, no sólo por no cumplir con la Norma ASTM sino porque las consecuencias de este incumplimiento se traducen en

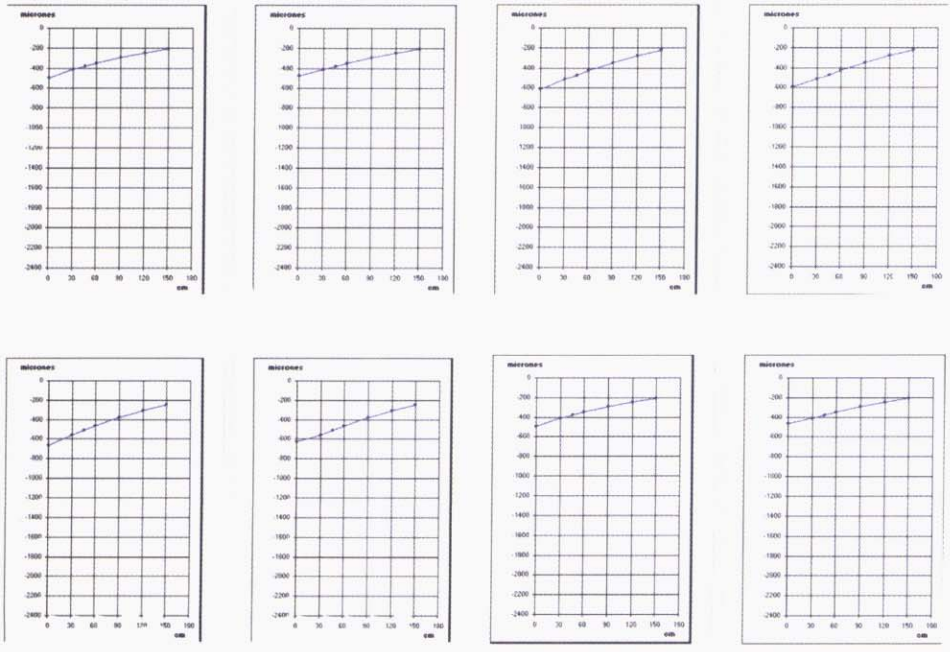


Fig. 9 y 10: Error sistemático de medición del sensor D0 en el concreto asfáltico nuevo de la pista

que al realizar el retrocálculo de los módulos el programa de computación toma como cuenco de deflexión producido por la carga a un cuenco que no es real, por lo que se debe tener en cuenta lo dicho en el punto 1. en el sentido que pequeñas diferencias entre las deflexiones medidas y las deflexiones calculadas originan normalmente diferencias significativas en los módulos.

Como ejemplo de un error sistemático de medición se presenta un caso real de evaluación de una pista integrada por partes antiguas y nuevas de hormigón y de concreto asfáltico. La pista fue en su momento ensayada en toda su longitud con FWD, retrocalculando luego los módulos, determinando las secciones homogéneas y asignando a cada una de éstas los respectivos PCN calculados.

Sin embargo, el examen posterior de los cuencos de deflexión reveló la presencia de un error sistemático de medición en más del sensor D0.

En las Figuras 5 y 6 se pueden observar algunos cuencos de deflexión correspondientes a las cabeceras antiguas de hormigón, donde se aprecia el quiebre producido por el error en más de medición del sensor D0.

En las Figuras 7 y 8 se pueden observar algunos cuencos de deflexión correspondientes al concreto asfáltico antiguo con refuerzo reciente de la pista, donde también se aprecia el quiebre pero en forma menos visible, debido a que los cuencos de deflexión de pavimentos flexibles son más profundos con la parte cóncava menos extendida y visible, como se dijo en el punto 2 precedente.

En la parte nueva en concreto asfáltico de la pista, los cuencos de deflexión son similares a los de la parte antigua reforzada, como se desprende de las Figuras 9 y 10.

Sin embargo, es en la cabecera nueva en hormigón de la pista donde el módulo de elasticidad adquiere sus valores mayores, lo cual, sumado a la falta de grietas por tratarse de un pavimento nuevo, permite que los cuencos de deflexión respectivos sean particularmente útiles para visualizar mejor el error sistemático, como puede apreciarse en las Figuras 11 y 12. A título ilustrativo, se señala que en la cabecera nueva y sobre algo más de 100 auscultaciones FWD, se encontró que el 98% de los cuencos de deflexión presentaban el ci-

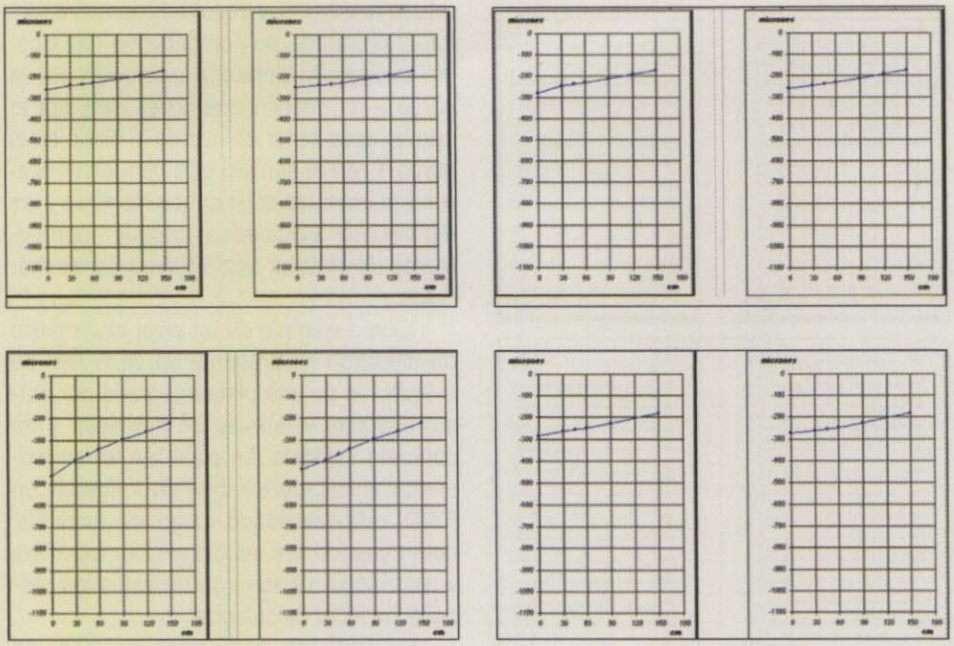


Fig. 11 y 12: Error sistemático de medición del sensor D0 en el hormigón nuevo de la prolongación de la pista

tado error sistemático de medición.

En síntesis, por acción del error sistemático del equipo FDW con el que se realizó la deflectometría, resulta que cuando los aviones del tránsito mixto tenido en cuenta en la evolución realizada operan en la pista, las tensiones y deformaciones reales que producen en los pavimentos de hormigón y de concreto asfáltico son distintas a las previstas en la evaluación. En otras palabras, los módulos de elasticidad verdaderos de las capas estructurales de los pavimentos son diferentes de los módulos obtenidos en la evaluación y los PCN (que se definen en base a dichos módulos) asignados a las secciones homogéneas de la pista son diferentes de los PCN que realmente les corresponden.

4. DETERMINACION DEL PCN

4.1. PCN en pavimentos flexibles

En un pavimento flexible, las fallas originadas por el tránsito generalmente ocurren por ahuellamiento por fatiga visible en la superficie y causado principalmente por la deformación vertical por compresión sobre la cara superior de la subrasante y por fisuración y agrietamiento por fatiga de la capa asfáltica, proceso que depende principalmente de la deformación horizontal por tracción en la cara inferior de dicha capa.

Para simplificar los procedimientos en la determinación del PCN de un pavimento flexible de aeropuertos, el tránsito mixto de aviones que afecta a un pavimento es reemplazado por el denominado avión de diseño, cuyo peso y número de operaciones produce el mismo efecto en el pavimento que el tránsito mixto.

La cantidad de repeticiones de deformación aplicadas en un punto de un pavimento flexible de aeropuertos depende, en su mayor parte, del número de operaciones del avión de diseño, de la desviación lateral que el mismo experimenta en sus operaciones, de la forma del tren de aterrizaje, del número de sus ruedas, de las presiones de inflado, etc; pero también, en cierta proporción, del pavimento, debido a que la superposición de las deformaciones provocadas por cada rueda del tren de aterrizaje varía con la composición y espesores de las capas estructurales y aumenta con la profundidad.

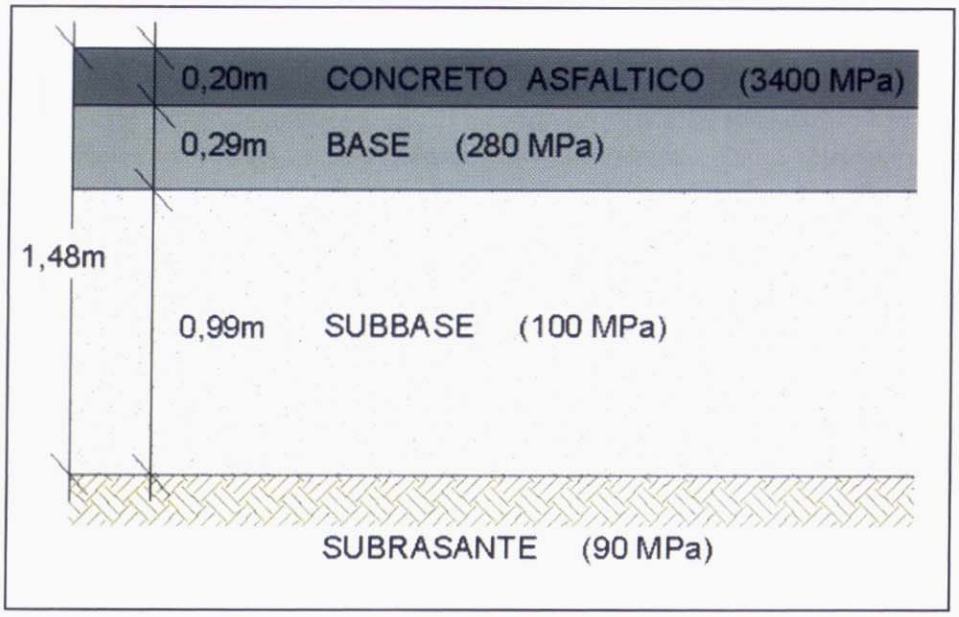
Las repeticiones de deformación admisibles en el punto del pavimento arriba mencionado dependen de la magnitud de las deformaciones máximas provocadas en ese punto por la carga del avión de diseño y dependen también del módulo de elasticidad de la capa donde se ubica dicho punto. Para un mismo módulo, a mayor deformación menor número de repeticiones admisibles y viceversa.

En un pavimento flexible bien diseñado las repeticiones de deformación máxima aplicadas en cualquier punto a lo largo de su vida de diseño deben ser iguales a las repeticiones de deformación admisibles en dicho punto. En tal caso, se dice que el consumo estructural del pavimento en ese punto es igual a uno. Si las repeticiones aplicadas son inferiores a las admisibles, el pavimento tiene un consumo estructural inferior a la unidad, está trabajando aliviando y entonces se puede a) aumentar las repeticiones aplicadas, lo que aumenta la vida útil del pavimento, mientras se mantiene sin cambios la carga del avión de diseño, b) mantener las repeticiones aplicadas iguales a las admisibles, lo que no modifica la vida útil del pavimento pero permite aumentar la carga, c) aumentar tanto las repeticiones aplicadas como la carga. En cualquiera de los tres casos, hasta que el consumo estructural sea igual a la unidad. Si el consumo estructural es superior a la unidad, el pavimento está trabajando sobrecargado y debe disminuirse las repeticiones y/o la carga.

Definidas las repeticiones de deformación máxima aplicadas por el avión de diseño que sustituyen a las repeticiones aplicadas por los distintos aviones que integran el tránsito mixto, y conocido el pavimento flexible existente, interesa principalmente conocer la carga máxima del avión de diseño que produce en los puntos críticos del pavimento repeticiones de deformación admisibles que sean iguales a las repeticiones aplicadas según el tránsito mixto previsto, es decir el punto b) del párrafo anterior (carga máxima que en inglés se denomina AGL "allowable gross load"). Esto se logra por tanteos, empleando programas de computación como BISARPC que permiten obtener el valor de las deformaciones producidas por una carga en cualquier punto de un pavimento, en conjunción con criterios de falla que vinculan dichas deformaciones y los módulos de las capas, proporcionando el número de repeticiones de deformación admisibles. También se logra por otros programas de computación, como LEEP, que realizan ambas operaciones por sí mismos evitando al proyectista la realización de los tanteos.

Calculada así la carga máxima del avión de diseño que produce en los puntos críticos del pavimento repeticiones de deformación admisibles que sean iguales a las repeticiones de deformación aplicadas, el ACN correspondiente a esta carga del avión de diseño se obtiene de publicaciones, manuales o tablas aeronáuticas en base a la misma y en función del CBR de la subrasante y de la presión de inflado de los neumáticos de dicho avión. El PCN buscado del pavimento coincide con este ACN, pues con ello se cumplimenta la definición de OACI que un pavimento con un PCN dado puede soportar aeronaves que posean un ACN de magnitud igual o menor.

Se desea destacar que el PCN de un pavimento está siempre asociado a la cantidad de operaciones que afecta al mismo. Mencionar solamente el PCN sin conocer las repeticiones, no da idea de la resistencia de un pavimento. Por ejemplo, tres aeropuertos pueden tener el mismo PCN que les permite soportar la operación del B747-200 con su máximo peso bruto; el primero, para solamente 12 salidas anuales; el segundo, para 800 salidas anuales; y el tercero, para 30.000 salidas anuales. Es evidente que el pavimento del segundo es mucho más importante que el del primero y que el tercero es, a su vez, mucho más importante que los otros dos, a pesar de que el PCN de los tres es el mismo y que los tres pueden soportar la operación del B747-200, siempre que no se aumenten las salidas previstas para cada uno.



4.2. PCN en pavimentos rígidos

La determinación del PCN en pavimentos rígidos consiste también en determinar la carga máxima del avión de diseño que pueda operar durante la vida útil prevista del pavimento rígido existente. Para ello no se emplea la relación repeticiones de deformación aplicadas / repeticiones de deformación admisibles sino la relación coberturas aplicadas / coberturas admisibles del avión de diseño. Las coberturas aplicadas se obtienen afectando con coeficientes a las operaciones del avión, que varían según las características de este último. Las coberturas admisibles se obtienen del criterio de falla respectivo en función de la relación resistencia a la flexión del hormigón y esfuerzo de tracción aplicado por el avión de diseño en la cara inferior de la capa de hormigón.

4.3. Ejemplo de cálculo de PCN para pavimento flexible

4.3.1. Falla por tracción horizontal en la cara inferior de la capa de concreto asfáltico

La composición y espesores del pavimento son los que se observan en el croquis adjunto. El avión de diseño es el B747-200 de 833.000 lb de peso y 5.068 salidas totales equivalentes al tránsito mixto.

Las equivalencias entre las salidas anuales y las repeticiones de deformación dependen si se trata de una zona de tránsito canalizado o no canalizado. En general, las pistas son de tránsito no canalizado y los rodajes son de tránsito canalizado. Sin embargo, el pavimento flexible de pista aquí analizado es también utilizado como rodaje con cierta frecuencia. Si las 5.068 salidas anuales correspondieran totalmente a una pista, las mismas equivaldrían a 4.000 repeticiones de deformación; y si correspondieran totalmente a un rodaje, equivaldrían a 6.200. No se conoce en el presente trabajo la proporción en que las autoridades incluyeron las operaciones como rodaje dentro de las 5.068 salidas anuales, de modo que, en forma conservadora, se ha supuesto un promedio entre ambas cifras, con lo que a dichas 5.068 salidas anuales le corresponden otras tantas repeticiones aplicadas de deformación horizontal por tracción en la cara inferior de la capa de concreto asfáltico.

Aplicando BISARPC para calcular la deformación máxima por tracción en la cara inferior de la capa de concreto asfáltico, causada por el avión de diseño B747-200, se obtiene el valor 0.000477mm/mm.Criterio de falla del concreto asfáltico (Cuerpo de Ingenieros de los EEUU):

Sección homogénea (pav.flexible)	Peso B747-200 kN	Deform.horiz. capaasfalto	Repeticiones admisibles Nº	Despegues equiv.total. Nº	Repeticiones aplicadas Nº	Consumo estructural	PCN de la Sección
P	3702,2	0,000477	13.040	5.068	5.068	0,39	
P	5680,0	0,000577	5.035	5.068	5.068	1,01	96/F/B/W/T

DETERMINACION DEL PCN DE LA SECCION HOMOGENEA
Falla por tracción horizontal en la cara inferior del concreto asfáltico

Repetic.admisibl.deformac. = 10^ (2,68 – 5 log SA – 2,665 log E)

donde:

SA = Deformación máxima por tracción cara inferior del conc. asfáltico = 0,000477

E = Módulo elástico del concreto asfáltico (psi) = 493300

Repetic. admisibl. deformac. = Repeticiones admisibles de la deformación = 13.040

Consumo estructural resultante =

= Repeticiones de deformación aplicadas / Repeticiones deformación admisibles

= 5.068/ 13.040 = 0,39

Las repeticiones aplicadas son menores que las admisibles.

Aumentando el peso del avión y manteniendo constantes las salidas totales se mantienen constantes las repeticiones aplicadas, pero las repeticiones admisibles disminuyen.

Luego de un proceso iterativo con BISARPC, se llega a:

Consumo estructural resultante =

= Repeticiones de deformación aplicadas / Repeticiones deformación admisibles

= 5068 / 5.035 = 1,01

para un peso bruto del avión de 1.278.000 lb

A un B747-200 con un peso de 1.278.000 lb le corresponde un ACN de 96/F/B/X/T. Por lo tanto, el PCN del pavimento es de 96/F/B/X/T

4.3.2. Falla por compresión vertical sobre la superficie de la subrasante

El pavimento es el mismo del punto 4.3.1. anterior.

El avión de diseño es el mismo B747-200 de 833.000 lb de peso y 5.068 salidas totales equivalentes al tránsito mixto del punto 4.3.1. anterior.

Las equivalencias entre las salidas anuales y las repeticiones de deformación dependen de si se trata de una zona de tránsito canalizado o no canalizado. En general, las pistas son de tránsito no canalizado y los rodajes son de tránsito canalizado. Sin embargo, el pavimento flexible de pista aquí analizado es también utilizado como rodaje con cierta frecuencia. Si las 5.068 salidas anuales correspondieran a una pista, las mismas equivaldrían a 6.900 repeticiones de deformación; y si correspondieran a un rodaje, equivaldrían a 7.900. No se conoce en el presente trabajo la proporción en que las autoridades incluyeron las operaciones como rodaje dentro de las 5.068 salidas anuales, de modo que, en forma conservadora se ha supuesto un promedio entre ambas cifras, con lo que a dichas 5.068 salidas anuales le corresponden 7.400 repeticiones aplicadas de deformación vertical por compresión sobre la superficie de la subrasante.

Aplicando BISARPC para calcular la deformación máxima por compresión en la superficie de la subrasante, causada por el avión de diseño B747-200, se obtiene el valor 0.000682 m/mm.

Criterio de falla de la subrasante (Cuerpo de Ingenieros de EEUU):

Repeticiones admisibles deformación = 10.000 x (A/S)^ B

donde:

A = 0,000247 + 0,000245 x log M

S = Deformación vertical en la superficie de la subrasante = 0,000682

B = 0,0658 M^0,559

M = módulo resiliente de la subrasante (psi) = 12.400

Repeticiones admisibles deformación = 23.000.000

Consumo estructural resultante =

= Repeticiones de deformación aplicadas / Repeticiones deformación admisibles=

= 7.400/ 23.000.000 = 0,0003

No se calculó el PCN en este caso porque el muy bajo consumo estructural demuestra que el PCN para falla de subrasante resulta muy superior al PCN para falla de la capa asfáltica.

4.4. Ejemplo de cálculo de PCN para pavimento rígido

La composición y espesores del pavimento son los que se observan en el croquis adjunto.

El avión de diseño es el B737-700 de 153.500 lb de peso y 11.620 salidas totales equivalentes al tránsito mixto. Estas salidas totales equivalentes implican en este caso particular 3.339 coberturas aplicadas.

Aplicando BISARPC para calcular el esfuerzo máximo de tracción en la cara inferior del hormigón, causado por el avión de diseño B737-700, se obtiene el valor 1,98 MPa.

Criterio de fatiga del hormigón (Cuerpo de Ingenieros de los EEUU):

Coberturas admisibles = 10^ ((DF – 0,58901) / 0,35486)

donde:

DF = R / T

R = Resistencia del hormigón a la flexión (unidad cualquiera) = 5 MPa

T = Tensión de trabajo del hormigón (unidad igual que R) = 1,98 MPa

Coberturas admisibles = 285.993

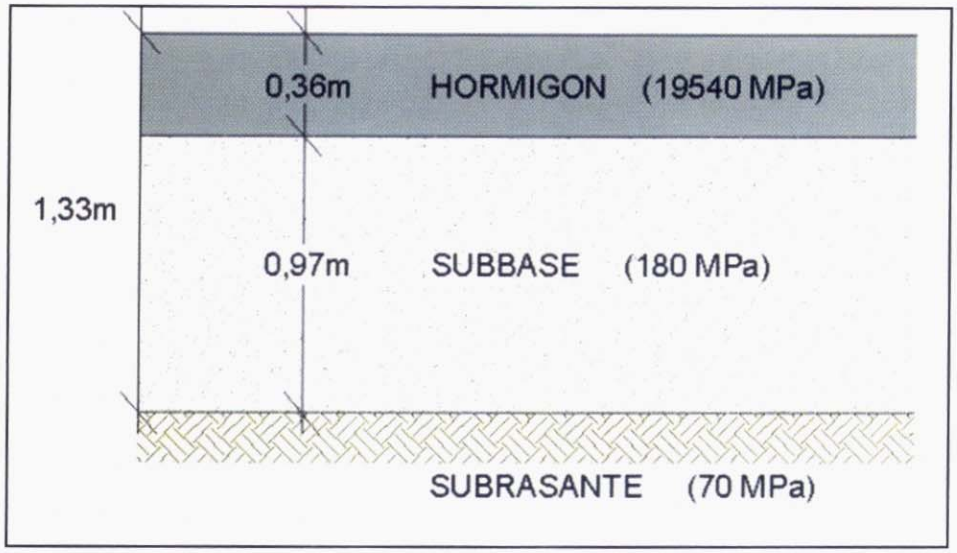
Consumo estructural resultante =

= Coberturas aplicadas / Coberturas admisibles = 3.339 / 285.993 = 0,01

Las coberturas aplicadas son muy pocas en comparación con las admisibles.

Sección homogénea (pav.flexible)	Peso B747-200 kN	Deform. vertic. subrasante	Repeticiones admisibles N°	Despegues equiv.total. N°	Repeticiones aplicadas N°	Consumo estructural	PCN de la Sección
P	3702,2	0,000682	23.000.000	5.068	7.600	0,0003	

DETERMINACION DEL PCN DE LA SECCION HOMOGENEA
Falla por compresión vertical sobre la superficie de la subrasante



Aumentando el peso del avión y manteniendo constantes las salidas totales se mantienen constantes las coberturas aplicadas, pero las coberturas admisibles disminuyen.

Luego de un proceso iterativo con BISARPC, se llega a:

Consumo estructural resultante =
= Coberturas aplicadas / Coberturas admisibles = 3.339 / 3.314 = 1,01
para un peso bruto del avión de 220.870 lb

A un B737-700 con un peso de 220.870 lb le corresponde un ACN de 66/R/C/W/T. Por lo tanto, el PCN del pavimento es de 66/R/C/W/T

DETERMINACION DEL PCN DE LA SECCION HOMOGENEA

Sección homogénea (pav.rígido)	Peso B737-700 kN	Resist.a laflexión Mpa	Tensiónhor. capahorm. Mpa	DF = R/T	Coberturas admisibles Nº	Despegues equiv.total. Nº	Coberturas aplicadas Nº	Consumo estructural	PCN de la Sección
D	682,2	5	1,98	2,5253	285.993	11.620	3.339	0,01	
D	981,6	5	2,72	1,8382	3.314	11.620	3.339	1,01	66/R/C/W/T

Tenemos una vocación. Y una Filosofía: Hacerlo para la gente.

Para fortalecer nuestro vínculo con la comunidad, en Loma Negra queremos hacer conocer nuestra filosofía empresaria. Porque en esta nueva etapa de la empresa, los principios que guían nuestra gestión son tan importantes como la gestión misma.

Nuestra Misión: *Ofrecer al mercado de la construcción la mejor combinación de servicios y productos, superando las expectativas de nuestros clientes, creando valor para toda nuestra compañía y contribuyendo al desarrollo de la comunidad.*

Nuestra Visión: *Fortalecer nuestro liderazgo a nivel nacional y crecer en proyección internacional, convirtiéndonos en una empresa con presencia en el mercado mundial.*

LOMA NEGRA

LOMA NEGRA

Más calidad y más servicio, siempre.

www.lomanegra.com.ar

UTILIZACION DE RESIDUOS EN LA CONSTRUCCION DE CAPAS DE FIRMES DE CARRETERAS

Francisco Sinis Fernández - Centro de Estudios de Carreteras del CEDEX
Ministerio de Fomento - España
Trabajo publicado en la revista Ingeniería Civil Nº 128

1. INTRODUCCION

Las obras públicas constituyen un factor fundamental para impulsar el desarrollo de los países. En su planificación, proyecto, construcción y explotación se deben tener en cuenta tanto consideraciones técnicas, como económicas, sociales y de afección al medio ambiente. Dentro de este tipo de obras, las lineales, además del impacto medioambiental que pueden suponer en el entorno como consecuencia de sus propias características, requieren cantidades considerables de materiales que en gran parte suelen proceder de explotaciones naturales –como canteras y graveras- que degradan paulatinamente el medio físico.

En la actualidad, existe en todos los ámbitos –internacional, nacional, autonómico y municipal- una creciente preocupación por la adecuada gestión de los residuos generados por el aparato productivo –industrial, agrícola y energético- y los usos residenciales. En España, la ley 10/1998 de Residuos, además de suponer la adecuación de nuestro Derecho a la nueva concepción de la política de residuos en la Unión Europea, "pretende contribuir también a la protección del medio ambiente coordinando la política de residuos con las políticas económica, industrial y territorial, al objeto de incentivar su reducción en origen y dar prioridad a la reutilización, reciclado y valorización de los residuos sobre otras técnicas de gestión.

La ley 10/98 establece que la Administración General del Estado elaborará diferentes Planes Nacionales de Residuos, integrando los respectivos Planes Autonómicos y fijando los objetivos específicos de reducción, reutilización, reciclado y otras formas de valorización y eliminación. En la actualidad, el Consejo de Ministros ha aprobado varios planes nacionales, entre ellos, el Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición 2001-2006 (BOE 12/07/2001) y el Plan Nacional de Neumáticos Fuera de Uso 2001-2006 (BOE 30/10/2001).

Dentro de un convenio de colaboración entre la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente y el Centro de Estudio y Experimentación de Obras Públicas del Ministerio de Fomento (CEDEX) se ha elaborado un "Catálogo de Residuos Utilizables en la Construcción", que ha sido publicado recientemente por el Ministerio de Medio Ambiente y contiene información detallada sobre las características y posibilidades de utilización de 14 residuos representativos; asimismo, se está trabajando en la elaboración de guías de utilización de estos residuos y experimentando con algunas de las posibles aplicaciones. Los trabajos se están desarrollando conjuntamente por técnicos del Centro de Estudio de Carreteras, del Laboratorio Central de Estructuras y Materiales y del Laboratorio de Geotecnia del CEDEX.

El contenido del presente artículo recoge en parte la información que sobre la utilización de residuos en construcción de firmes de carreteras se incluye en el "Catálogo de Residuos Utilizables en la Construcción" editado por el Ministerio de Medio Ambiente.

2. LOS FIRMES DE CARRETERAS

Los firmes de carreteras son estructuras formadas por capas superpuestas de diversos materiales que tienen como finalidad garantizar la seguridad y comodidad en la circulación de los vehículos, así como soportar la acción de las cargas del tráfico durante su vida útil. Estas capas apoyan generalmente sobre la explanada o cimiento del firme, bien en fondo de trinchera o en terraplén, aunque también lo pueden hacer sobre estructuras de hormigón o metálicas.

Tradicionalmente se ha diferenciado dentro de las capas del firme entre lo que se ha denominado como pavimento, base y subbase. El pavimento está constituido por la capa o capas superiores del firme sobre las que actúa directamente la acción del tráfico y que absorben los esfuerzos horizontales producidos, parte de los verticales y al mismo tiempo garantizan las características superficiales que deben tener los firmes: regularidad, resistencia al deslizamiento, impermeabilidad, capacidad de drenaje superficial, ruido de rodadura y reflexión luminosa. La capa de base está situada bajo el pavimento y aporta al firme la mayor parte de su capacidad resistente. Apoyando en la explanada y bajo la base, se sitúa en muchos firmes una capa de subbase que proporciona un soporte adecuado para la ejecución y comportamiento de la capa de base; en muchos casos la subbase realiza también una función de capa drenante dentro de la estructura del propio firme.

La amplia variedad de estructura de firmes existentes se suele clasificar en dos grandes grupos, según que su pavimento sea bituminoso o de hormigón. En los firmes con pavimento de hormigón, o firmes rígidos, el pavimento se apoya generalmente sobre una capa de base y ésta, en algunos casos, sobre una de subbase. El funcionamiento estructural de los firmes con pavimento bituminoso y las actuaciones asociadas a su conservación pueden variar significativamente según la naturaleza y espesores de las distintas capas que lo componen. Dentro de este grupo, los denominados "firmes flexibles" están constituidos por pavimentos bituminosos de re-

ducido espesor sobre capas granulares de capacidad de soporte decreciente con la profundidad. Para tráficos importantes se recurre a mayores espesores de pavimentos bituminosos y capas inferiores de una mayor rigidez, como son las de mezclas bituminosas o las constituidas por materiales tratados con conglomerantes hidráulicos o ligantes bituminosos.

En la Red de Carreteras del Estado los firmes de nueva construcción se deben dimensionar desde el 15 de octubre de 2002 de acuerdo con el documento "Secciones de Firmes", aprobado por Orden Circular 10/2002, hasta que proceda a la aprobación de la futura Norma 6.1-IC de Secciones de firme que sustituya a la que ha estado vigente. En este documento se recogen en forma de catálogo una amplia gama de estructuras de firmes en función de los factores de dimensionamiento: categoría del tráfico pesado a que va a estar sometido el firme durante el período de proyecto, categoría de la explanada de apoyo y materiales considerados en las distintas capas de los firmes. De entre las alternativas planteadas el proyectista debe justificar la selección de las más apropiadas en función de los condicionantes de cada obra: tecnologías constructivas y materiales disponibles, coste de construcción y conservación, aspectos funcionales, estructurales y relacionados con la protección ambiental.

Las especificaciones técnicas para los materiales constitutivos de las distintas capas de los firmes de nueva construcción están recogidas en el articulado del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3) de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento, junto con las modificaciones de determinados artículos contenidas en Ordenes Ministeriales u Ordenes Circulares de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento.

La Orden Circular 10/2002 contiene, además del documento "Secciones de Firmes", otro documento titulado "Capas estructurales de firmes", para su utilización en los Pliegos de Prescripciones Técnicas Particulares de los proyectos de carreteras, que incluye los nuevos artículos:

510-Zahorras.

512-Suelos estabilizados in situ.

513-Materiales tratados con cemento (suelocemento y gravacemento).

551-Hormigón magro vibrado.

En el artículo 510, Zahorras, se indica que para categorías de tráfico pesado T2 a T4 se podrán utilizar materiales granulares reciclados, áridos siderúrgicos, subproductos y productos inertes de desecho, siempre que cumplan las prescripciones técnicas exigidas en el artículo y se declare el origen de los materiales. Asimismo, se exige que las condiciones para su tratamiento y aplicación estén fijadas expresamente en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

En el artículo 513, Materiales tratados con cemento (suelocemento y gravacemento),se admite la utilización como material granular de subproductos o productos inertes de desecho, en cuyo caso sus características y las condiciones para su utilización deberán venir fijadas por el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Para los estudios y proyectos de rehabilitación estructural y superficial de firmes de la Red de Carreteras del Estado está en vigor desde el 10 de junio de 2002 el documento "Rehabilitación de firmes" y sus anejos, a la espera de que la nueva Norma 6.3-I.C. de Rehabilitación de firmes supere la tramitación para su aprobación.

En este documento se establecen criterios de aplicación de las técnicas de reciclado de firmes in situ en frío (con emulsión bituminosa o con cemento) y en caliente en central de mezclas bituminosas. La Orden Circular 8/01 sobre "Reciclado de Firmes", de fecha 27 de diciembre de 2001, ha recogido los tres primeros artículos del nuevo Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Conservación de Carreteras (PG-4): Reciclado in situ con emulsión de capas bituminosas (Art. 20), Reciclado in situ con cemento de capas de firme (Art. 21) y Reciclado en central en caliente de capas bituminosas (Art. 22)

3. RESIDUOS UTILIZABLES EN FIRMES DE CARRETERAS

La construcción y conservación de carreteras ofrece amplias posibilidades para incorporar cantidades importantes de materiales procedentes de la valorización de residuos de distintos orígenes. En general, esta incorporación se hace en forma de materiales para rellenos y explanaciones, como áridos para capas del firme o como aditivos para ligantes bituminosas o conglomerantes.

Cuando se piensa en la utilización de residuos valorizados como materiales para capas de firmes de carreteras, las exigencias técnicas son crecientes a medida que nos aproximamos a la superficie del firme que recibe la acción directa de las cargas del tráfico y debe garantizar la seguridad y comodidad de los usuarios. Es práctica habitual exigir a los materiales reciclados que cumplan, al menos, las mismas especificaciones que los usualmente utilizados, completadas con otras relativas al posible impacto que pudieran tener en el entorno, como puede ser el efecto de sus lixiviados.

En los siguientes apartados de este artículo se para revista a los orígenes, volúmenes producidos, características y posibilidades de utilización en la construcción de firmes de carreteras de diez residuos representativos. Los residuos se han agrupado por su origen en: de mina y cantera, de la industria metalúrgica, de la industria no metalúrgica, de ámbito municipal y de demolición de firmes.

3.1 RESIDUOS DE MINA Y CANTERA

3.1.1. Estériles de carbón

Se entienden como estériles de carbón aquellos residuos minerales procedentes de la explotación de sus minas. En España la producción bruta de carbón durante el año 1999 se estimó en unos 29.24 millones de toneladas, repartidas entre hulla (33%), antracita (20%), lignito negro (17%) y lignito pardo (30%). Las explotaciones de hulla y antracita están concentradas en las provincias de Oviedo, León, Palencia, Córdoba y Ciudad Real; el lignito negro en Barcelona, Lleida, Zaragoza y Teruel; la explotación del lignito pardo está concentrada en La Coruña.

Los estériles de hulla y antracita, de los que se tiene experiencia en la construcción de carreteras y a los que nos vamos a referir de aquí en adelante, proceden de la explotación de sus pozos y minas, así como de los lavaderos del carbón. Durante el año 1999 se estima que se generaron en España un total de 4.17 millones de toneladas de estos estériles. Desde hace muchos años estas ingentes masas se almacenan en escombreras.

Los denominados estériles de mina proceden de las rocas en las que están encajadas las capas de carbón, normalmente pizarras y areniscas y suponen en torno al 10% del total de los estériles; el resto son estériles de lavadero, obtenidos como resi-

duo de la operación del lavado del carbón, al separar éste por flotación en líquidos densos. Los dos tipos de estériles suelen hallarse mezclados en las escombreras, en forma de estériles rojos –los calcinados en la escombrera por la autocombustión del carbón presente al producirse la reacción exotérmica de oxidación de la pirita-, en forma de estériles negros –los no calcinados- o como mezclas de ambos.

La abundancia de tamaños muy gruesos en los todo-uno procedentes de escombreras imposibilita el empleo directo de los estériles como áridos para la construcción de capas de firmes de carreteras, siendo necesario un proceso previo de machaqueo y clasificación con el fin de cumplir los husos granulométricos.

Normalmente, el todo-uno de los estériles rojos para su aplicación en carreteras se separa por el tamaño de 20 o 25 mm, y el material retenido se muele y clasifica (fig. 1). El material tratado de los estériles rojos se puede utilizar en subbases granulares de carreteras para todo tipo de tráficos. Si en las instalaciones que se monten para el tratamiento del material se logra mejorar su forma y reducir el coeficiente de desgaste Los Angeles por debajo de 35, podrá también emplearse como zahorra artificial para tráficos medios y ligeros.

Los estériles rojos pueden utilizarse también en la fabricación de otras unidades para capas de subbase, como en gravas con cenizas y cal y en grava con cal. La grava con ceniza y cal se obtiene triturando el estéril y separándolo en dos fracciones 0/5 mm y 5/20 mm, lo que permite componer una buena granulometría continua, se le añade 12% de ceniza volante silicoaluminosa, 3% de cal apagada y agua. Con esta mezcla se alcanzan elevadas resistencias a tracción (más de 1 MPa) y compresión (más de 9 MPa) a los 90 días. La grava con cal se obtiene mezclando el estéril triturado 0/20 mm y con más del 6% de finos con un 3% de cal apagada. En este material se aprovechan las propiedades puzolánicas de los finos y se obtienen resistencias a compresión a 90 días mayores de 6 MPa.

Los estériles negros de escombrera pueden ser utilizados en subbases para tráficos ligeros, simples que se eliminen por cribado los tamaños inferiores a 20-25 mm y se machaque la fracción retenida. Si el material así tratado cumple con las especificaciones correspondientes, en particular el CBR y la plasticidad de los finos, podría ser utilizado en la ejecución de subbases granulares.

FIGURA 1. Estériles rojos de carbón.

Estudios realizados en España han confirmado la experiencia de otros países como Francia y el Reino Unido de utilizar como suelo estabilizado con cemento subbases de carreteras a los estériles de carbón, rojos o negros, estabilizados con cementos, en porcentajes entre el 5 y el 6%. Los estériles de lavadero pueden contener sulfatos, en cuyo caso es necesario utilizar cementos resistentes a ellos, así como estudiar la producción de lixiviados. En el año 1992 se construyeron 4,5 km de subbase en la autovía Oviedo-Campomanes, empleando estériles de lavadero estabilizados con un 6% de cemento.

De los resultados de los ensayos de lixiviación realizados en nuestro país con estériles rojos y negros, se dedujo que no hubo disolución de los posibles contaminantes más comunes. Tan solo el Mn y Mg parecieron estar presentes en disolución, aunque en concentraciones considerablemente bajas. Asimismo, se detectó en el agua de lixiviación la presencia de Hg en proporciones aún menores. La mayor concentración de lixiviados suele corresponder a sulfatos, procedentes de la oxidación de la pirita y que pueden originar pH ácidos. Generalmente los estériles rojos presentan mayores contenidos de sulfatos que los negros. Aunque en ambos casos los valores que se han obtenido se encuentran muy por debajo de los contenidos máximos permitidos por el PG-3, la proporción de sulfatos en estos materiales debe ser controlada, especialmente cuando vayan a emplearse en las proximidades de obras de fábrica.

3.2 RESIDUOS DE LA INDUSTRIA METALURGICA

3.2.1 Escorias de horno alto

Dentro de una fábrica de siderurgia integral el horno alto es la instalación base para la obtención de arrabio, el cual, a su vez, constituye la materia prima para la fabricación del acero. En este horno se introduce un gas reductor por su parte inferior y una carga de materia constituida por minerales de hierro, coque y fundentes por la parte superior, separándose dos productos el hierro y las impurezas con los fundentes,que van evolucionando en su composición hasta llegar a la parte baja del horno (crisol), formándose los dos productos finales: arrabio y escoria. Estos productos fluyen juntos en estado líquido a través de un orificio situado en la parte baja del crisol denominado piquera a una balsa, produciéndose la separación definitiva del arrabio y la escoria por diferencia de densidad.

La escoria que sale por la piquera del horno a una temperatura cercana a los 1500° C se puede someter a distintas técnicas de enfriamiento, obteniéndose materiales diferentes: escoria cristalizada, escoria granulada y escoria dilatada.

Los únicos hornos altos existentes en nuestro país se encuentran en Gijón (Asturias). El volumen total de escorias de horno alto generadas durante el año 1999 se estimó en 1.225.000 t, de las cuales 500.000 t fueron granuladas y 725.000 t cristalizadas, actualizándose ahora todas las escorias producidas.

La composición química de las escorias de horno alto depende de los minerales de hierro, de la cenizas del coque utilizado como combustible y de los óxidos de los fundentes empleados. La homogeneidad de la carga, así como la regularidad en la marcha de los hornos altos, ha contribuido a que las variaciones de la composición de la escoria sean mínimas. Los principales componentes de la escoria son: CaO (40%), SiO_2 (35%), Al_2O_3 (12%), MgO (8%), S (1%) y pequeñas cantidades de óxidos de hierro, manganeso y potasio.

La escoria cristalizada

La escoria cristalizada se obtiene por enfriamiento lento de la escoria líquida en grandes fosos. La materia cristaliza formando

FIGURA 2. Planta de procesado de la escoria cristalizada de horno alto.

distintos componentes y queda únicamente una pequeña parte de ella en estado vítreo. Una vez enfriada, la escoria se transporta mediante camiones a la planta de trituración y cribado para su preparación en las granulometrías adecuadas (fig. 2).

Las características físicas de la escoria cristalizada son similares a las de las rocas ígneas de origen volcánico: color gris oscuro; textura rugosa que le proporciona un gran rozamiento interno y una capacidad de soporte elevada, pero perjudica a su trabajabilidad; forma generalmente cúbica y estructura con abundantes poros externos e internos que favorece el drenaje y la reactividad química, reduciendo la sensibilidad a la helada y la resistencia mecánica.

La escoria cristalizada puede tener cierta capacidad de autofraguado debida a la pequeña parte de escoria no cristalizada que queda en estado vítreo. En este material se puede presentar la denominada inestabilidad debida al disilicato de calcio que corresponde al cambio de fase entre la forma metaestable "beta" y la forma "gamma", con aumentos de volumen del orden del diez por ciento. El disilicato de calcio no se forma en cantidades significativas si la relación de CaO y MgO a SiO_2 permanece por debajo de ciertos límites. Otro tipo de posible inestabilidad es la debida a la reacción de los compuestos de hierro.

La escoria cristalizada de horno alto es un material que puede utilizarse como árido artificial en la construcción de carreteras. En países como Estados Unidos se emplean ampliamente en este campo en bases granulares y mezclas asfálticas en caliente.

La principal ventaja de estas escorias es su alta porosidad que le confiere una gran permeabilidad y que junto a su naturaleza no plástica hace que sea un material muy adecuado para la construcción de capas granulares de subbase o drenantes.

La principal desventaja es su baja resistencia a la fragmentación que hace que se tienda a no utilizarlas en capas que reciban fuertes solicitaciones del tráfico, prefiriéndose su empleo en capas inferiores del firme. Debido a que en ciertas ocasiones, dependiendo de la composición química de la escoria, pueden producirse fenómenos de descomposición, falta de durabilidad y de expansión, en la nueva normativa europea sobre áridos de carreteras se han impuesto especificaciones adicionales que tienen en cuenta la composición química de las escorias y las inestabilidades debidas a la presencia de hierro.

Desde el punto de vista medioambiental, se ha estudiado la posibilidad de contaminación producida por las aguas de escorrentía que atraviesan acopios o capas granulares de escoria. Los resultados obtenidos son favorables para el material, pues únicamente se ha observado una ligera alcalinización de las aguas, fácilmente neutralizada por la acción del CO_2 del aire y la acidez de las lluvias.

En su aplicación de capas tratadas con conglomerantes presenta ventajas frente a los árido naturales utilizados en granulometrías densas, en los que cualquier exceso de agua de amasado puede originar acolchamientos en la compactación. Un ejemplo de esta utilización es el material "todo escoria", en el que se emplea la escoria cristalizada machacada como árido, con una granulometría continua y densa, y la escoria granulada como conglomerante. Este material se fabrica, se pone en obra, compacta y termina en forma análoga a la grava-cemento. Se aplica en carreteras en bases y subbases, arcenes y refuerzos de firmes.

En Asturias prácticamente todas las obras de carreteras que se realizan en su zona central utilizan escorias en las capas firmes. A pesar de las experiencias extranjeras, en nuestro país no se han utilizado las escorias cristalizadas en capas bituminosas por su elevada absorción que lleva a un mayor consumo de betún.

La escoria granulada

La escoria granulada se obtiene por enfriamiento brusco de la escoria líquida, dejándola caer sobre un potente chorro de agua fría de forma que expanda y sirva el propio chorro como vehículo de transporte hasta las balsas de decantación, para almacenarse posteriormente (fig. 3). En el proceso los iones no tienen tiempo de ordenarse según una red cristalina y se solidifican en estado vítreo, lo que se manifiesta por la angulosidad y friabilidad de la superficie de las partículas.

Esta escoria se presenta como una arena 0/6 que al conservar su calor de cristalización tiene una gran riqueza energética y una hidraulicidad latente que permite formar, en contacto con el agua, una serie de productos hidratados que cristalizan dando origen a cuerpo sólidos y estables frente a la acción del agua (fig. 4). La reacción es mucho más lenta que en el caso del cemento y se utilizan generalmente activantes químicos para acelerarla, como el cemento y, sobre todo, la cal.

Una de las aplicaciones más extendidas de la escoria granulada es la fabricación de cemento. En carreteras se utiliza fundamentalmente en el material "grava-escoria", recogido en el artículo 515 del PG-3. Consiste en una mezcla de áridos, 15 a 20% de escoria granulada de horno alto (conglomerante), catalizador de fraguado (normalmente cal) y agua, que convenientemente compactada se puede utilizar en la construcción de firmes de carreteras. La resistencia inicial del material es baja y crece en forma continua con el tiempo, consiguiendo a los 90 días valores parecidos a los que se obtienen con la grava-cemento a los 7 días. Se estabiliza en un crecimiento ya muy lento al cabo del año. La aplicación fundamental de este material es como capa de base para todo tipo de tráfico.

A pesar de sus ventajas y de ser un material muy utilizado en Europa, especialmente en Francia, las capas de grava-escoria han sido poco utilizadas en España, entre otras razones porque la producción de escoria ha estado localizada únicamente en tres zonas (Valencia, Vizcaya y Asturias) y actualmente sólo en Asturias, con-

FIGURA 3. Zona de almacenaje de la escoria granulada de horno alto.

centrándose su consumo principalmente en la zona norte del país.

3.2.2. Escorias de acería LD

Las escorias de acería LD se originan en el proceso de afinado del arrabio obtenido en el horno alto, eliminándose por oxidación, en todo o en parte, las impurezas existentes, principalmente fósforo y azufre.

La producción total de escoria de acería de LD durante el año 1999 se estimó en 550.000 t, de las cuales 380.000 t correspondieron a la acería LD de Avilés y 170.000 t a la de Gijón.

La escoria de acería LD tiene una composición química muy diferente a la de las escorias de horno alto, con menos alúmina y sílice, bastante más cal –una parte de ella en forma de cal libre-, una importante proporción de óxidos de hierro y metal libre. El contenido de azufre de estas escorias es bajo y su pH es alcalino.

El aspecto de las escorias de acería LD es el de un material de tipo granular, de forma cúbica, con una cierta porosidad y textura rugosa (fig. 5). Su densidad aparente es elevada, por encima de 3t/m3, su absorción moderada, inferior al 3%, tienen muy buena angulosidad, una elevada dureza (6-7 en la escala de Mohs) y una elevada resistencia al corte y a la abrasión.

La presencia en la escoria de cal libre, y de magnesia, en menor medida, constituye un factor potencial de inestabilidad. Estos óxidos tienden a hidratarse desprendiendo calor y produciendo un hinchamiento que puede provocar la disgregación del material. Este fenómeno puede producirse en el transcurso de pocas semanas o de varios meses, según se produzca la hidratación de la cal o magnesia libre.

En el procesamiento de la escoria, una vez separada en estado semipastoso por encima del acero, se envía a un foso donde se enfría mediante riego hasta alcanzar temperaturas inferiores a 50° C y se transporta a la planta de procesado donde el material se machaca, se clasifica y al mismo tiempo se elimina gran parte del hierro que contiene. El procesado se completa con el envejecimiento de la escoria en el parque, regándola con agua para conseguir hidratar los elementos inestables.

Es muy importante poder caracterizar en laboratorio las escorias de acería en relación con su posibilidad de expansión. En el año 1990 el Centro de Estudios de Carreteras del CEDEX puso a punto la norma NLT-361/91, "Determinación del grado de envejecimiento en escorias de acería".

Las escorias de acería LD están siendo utilizadas con acerías en funcionamiento en nuestro país y en otros como Alemania, Austria, Bélgica, Canadá, Francia, Inglaterra, Japón y los Estados Unidos. Las aplicaciones más importantes son en agricultura y en obra civil como árido de calidad.

En firmes de carreteras las escorias de acería LD se utilizan como áridos para bases y subbases granulares, mezclas bituminosas, lechadas o tratamientos superficiales. Este material no debe emplearse en capas tratadas con conglomerantes hidráulicos o en aplicaciones donde vaya rígidamente confinado, en las que pequeñas expansiones producirán deterioros importantes.

En su aplicación como árido en capas granulares, y especialmente en bases de carreteras, debe someterse el material al proceso de envejecimiento previo, con la granulometría con la que vaya a ser empleado, de forma que el contenido de cal libre no rebase un porcentaje entre el 4 y el 5%; antes de su utilización deberá controlarse la estabilidad volumétrica de la escoria mediante un ensayo de hinchamiento.

La aplicación más clara en la técnica de carreteras es como árido en capas de rodadura de mezclas bituminosas o tratamientos superficiales, donde no sólo se saca mayor partido a su gran dureza y alto coeficiente de pulimento acelerado, sino que el riesgo de desperfectos por expansión se reduce sensiblemente.

Los lixiviados de las escorias de acerías pueden llegar a tener un pH superior a 11, en cuyo caso serían corrosivos para el galvanizado de las tuberías metálicas en contacto directo con las escorias. No están presentes en las escorias producidas en España cantidades representativas de elementos considerados como nocivos en las legislaciones ambientales, como el arsénico, el cadmio, el cobalto y el mercurio.

3.2.3. Escorias negras de acería de horno de arco eléctrico

El proceso de fabricación del acero en las acerías de horno de arco eléctrico se compone de dos etapas: una primera donde se produce la fusión de las materias primas (chatarra de hierro dulce o acero y pequeñas cantidades de fundición, de mineral de hierro y de ferroaleaciones) que se realiza en hornos de arco eléctrico y la segunda, de afino del baño fundido, que se inicia en el horno eléctrico y finaliza en un

FIGURA 4. Escoria granulada de horno alto.

FIGURA 5. Escoria de acería LD.

horno cuchara.

La etapa de fusión incluye una serie de fases como la oxidación, dirigida a eliminar impurezas de manganeso y silicio, la desfosforación y la formación de escoria espumante en la que se acumulan todas las impurezas. En estas fases se extraen las escorias negras (fig. 6).

En España funcionan 25 acerías de horno de arco eléctrico, 15 de ellas en el País Vasco que producen el 49% de un total nacional de 9.175.000 t en acero común o especial en 1999, con un total de escoria negra producida de 1.263.000 t.

Mediante el proceso de fusión en el horno de arco eléctrico se obtiene acero líquido y, nadando sobre la superficie, escoria negra, que se extrae por una de las puertas del horno y se enfría a continuación. La composición química de la escoria está condicionada por el tipo de chatarra utilizada, el control de las variables de la operación, etc. Los contenidos más altos lo son el CaO (27-37%), SiO_2 (11-25%), FeO (3-25%), Fe_2O_3 (2-22%) y MgO (4-11%).

El procesamiento de las escorias negras para su utilización en capas firmes de carreteras incluye un proceso de machaqueo, separación de metales, cribado, clasificación y envejecimiento.

Los áridos procedentes de las escorias negras de acerías de hornos de arco eléctrico tienen una elevada densidad relativa, entre 3,3 y 3,8, muy por encima de la de los áridos naturales. La absorción de agua de la escoria presenta en general valores superiores al 3,5% en volumen y en algunos casos próximos al 7%, lo que puede influir en la durabilidad si el árido va a estar sometido a ciclo de hielo-deshielo o humedad-sequedad. Las partículas son duras, con coeficientes de desgaste de Los Angeles entre 20 y 25%, e inferiores, y

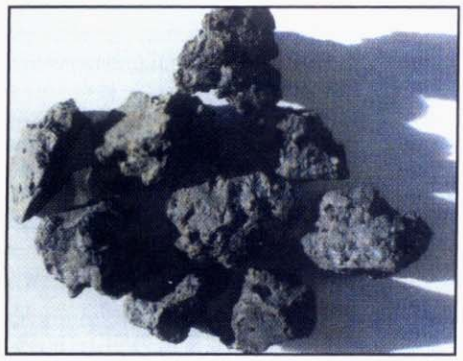


FIGURA 6. Escoria negra de acería de horno de arco eléctrico.

coeficiente de pulimento acelerado entre 0,50 y 0,60, cumpliendo los valores exigidos para áridos de mezclas bituminosas en capas de rodadura.

Debido a la presencia de óxidos de cal y magnesio libre en su composición, las escorias negras de acería de horno eléctrico tienen naturaleza expansiva. La cal libre se hidrata rápidamente y puede originar grandes cambios de volumen en pocas semanas, mientras que la hidratación del magnesio se produce mucho más lentamente.

Las escorias negras, adecuadamente tratadas, cumplen con creces, generalmente, las especificaciones técnicas que exigen los pliegos de carreteras para áridos de capas granulares en coronación de explanadas, subbases y bases de carreteras. Tienen latente el riesgo de expansión, por lo que es muy importante evaluar su potencial expansivo y limitar su uso cuando sobrepase los valores establecidos. Debido a su porosidad, su angulosidad y a la falta de finos, las escorias pueden resultar incómodas de extender y compactar, por lo que suelen combinarse con otros áridos para mejorar estos aspectos. No deben utilizarse nunca en capas estabilizadas con cemento o junto a obras de fábrica u otros elementos que restrinjan las posibles expansiones.

Un adecuado tratamiento y una clasificación y selección de escorias en planta, pueden proporcionar áridos de calidad para ser utilizados en mezclas bituminosas. Dada su buena resistencia al desgaste y al pulimiento acelerado, estos áridos son especialmente utilizables en capas de rodadura. La composición química y el carácter básico de las escorias garantiza una buena adhesividad con los betunes convencionales. El principal problema que se plantea en la fabricación de mezclas bituminosas con estos áridos es la falta de finos en la fracción más pequeña. Una dosificación de áridos adecuada es la que combina árido grueso escoria con árido fino calizo.

Desde el punto de vista medioambiental, las escorias negras de acerías de horno eléctrico se pueden utilizar en capas de firmes de carreteras siempre y cuando los resultados de los ensayos de lixiviación sobre las escorias permanezcan por debajo de los límites fijados; sus lixiviados pueden corroer las tuberías de aluminio y acero que se coloquen en contacto con ellas.

En nuestro país se han construido algunos tramos de prueba para analizar el comportamiento de las escorias negras de acería de horno eléctrico en capas de rodadura de mezclas bituminosas. En el realizado en el año 1998 en la carretera GI-3610 de Zizurkil a Andoain por Aduna, de la provincia de Guipúzcoa, se sustituyó, para el refuerzo del firme, la mezcla convencional por una fabricada con escorias de acería de horno de arco eléctrico en una longitud de 500 m. Los resultados obtenidos fueron satisfactorios.

3.3 RESIDUOS DE LA INDUSTRIA NO METALURGICA

3.3.1. Cenizas volantes de carbón y cenizas de hogar o escorias

La producción de energía eléctrica a partir de las centrales termoeléctricas que emplean carbón como combustible origina dos tipos de residuos: las cenizas volantes y las cenizas de hogar o escorias. Las partículas más finas, cenizas volantes, son arrastradas en suspensión por los gases de combustión y se recogen en precipitadotes electrostáticos, mientras que las más gruesas caen en el fondo, recolectándose como cenizas de hogar. En torno al 80% del total de las cenizas producidas son cenizas volantes.

Las cenizas volantes

Las cenizas volantes secas suelen presentarse como una arena o polvo muy fino, suave al tacto y de un color gris más o menos claro, según la proporción de hierro y carbón sin quemar. Sus características físicas y propiedades dependen de múltiples factores, entre los que cabe resaltar: la composición química de los componentes del carbón, el grado de pulverización, el tipo de caldera, la temperatura de la combustión y el sistema por el cual las cenizas son retiradas de la central. La finura media de las cenizas sin moler es comparable a la del cemento Pórtland ordinario. La densidad de conjunto, o aparente, es aproximadamente de 0,89 g/cm3 y el peso específico de las partículas oscila entre 2,0 y 2,9 g/cm3.

La composición química de las cenizas volantes es muy variable. En general, los componentes que se presentan en mayor proporción son: sílice (SiO_2), alúmina (Al_2O_3), óxidos de hierro (Fe_2O_3), cal (CaO) y carbón; en menor proporción, generalmente inferior al 5% en peso: (MgO), óxido

de azufre (SO_3), alcalinos (Na_2O y K_2O); en cantidades aún más reducidas: otros constituyentes como compuestos de titanio, vanadio, manganeso, fósforo, germanio, galio, etc.

Según la composición química, y atendiendo a la procedencia del carbón de origen, las cenizas volantes pueden clasificarse en: silicoaluminosas (con contenidos en CaO inferiores al 10%), sulfocálcicas (con contenidos de CaO por encima del 20%) y silicocalcáreas. Estos tipos de cenizas presentan propiedades y posibilidades de utilización diferentes. Las más producidas y utlizadas son las cenizas silicoaluminosas que presentan una importante actividad puzolánica (capacidad de fijar el hidróxido cálcico a la temperatura ordinaria en presencia de agua, originando productos sólidos, insolubles y dotados de resistencia mecánica), siendo ésta una de las principales razones de su empleo en hormigón. Las cenizas sulfocálcicas suelen comportarse como aglomerantes hidráulico, de forma parecida a los cementos, lo que no sucede con las cenizas silicoaluminosas.

Son muchas las aplicaciones de cenizas volantes, fundamentalmente en el ámbito de la edificación. En firmes de carreteras se han utilizado fundamentalmente en la fabricación de grava con ceniza y cal, para capas de base y subbase, y como filler en las mezclas bituminosas. El principal inconveniente que presentan las cenizas volantes es la variabilidad de sus características que hace muy difícil el poderlas considerar como un material homogéneo.

Las cenizas silicoaluminosas se emplean en la fabricación de grava con ceniza y cal para capas de base. El material se obtiene mezclando en una central áridos machacados con 8-12% de ceniza, 2-35 de cal apagada y 5-7% de agua; la mezcla se extiende y se compacta por los métodos habituales, endureciendo lentamente hasta conseguir unas resistencias similares a las que presentan los materiales fabricados con conglomerantes hidráulicos como el cemento. Las cenizas sulfocálcicas también se emplean en la fabricación de grava con cenizas para capas de base. El árido machacado se mezcla en la centra con un 5,5% a 6,5% de agua, se extiende y se compacta. Las resistencias a largo plazo están comprendidas entre 15 y18 MPa. Este material tiene el inconveniente de que se pueden presentar fenómenos expansivos.

En varios países europeos, entre ellos España, se han utilizado las cenizas volantes como filler en las mezclas bituminosas. Las cantidades de cenizas utilizadas en esta aplicación han sido bastante pequeñas debido a la gran variedad de filleres existentes y a la cantidad de filleres naturales que se obtienen a partir de los áridos. El filler de ceniza volante generalmente satisface la normativa existente, pero es necesario adaptar las dosificaciones de las mezclas a las propiedades físicas específicas de las cenizas.

Desde el punto de vista medioambiental, la principal preocupación durante la vida útil de un material con cenizas volantes es la lixiviación de los metales pesados y los sulfatos. En general, con bajos niveles de adición de cenizas volantes no es necesario tomar medidas específicas al respecto.

Las cenizas de hogar o escorias

Las cenizas de hogar o escorias están formadas por partículas angulares con textura superficial muy porosa. El tamaño de las partículas de escoria varía entre el de una grava fina y una arena fina, con bajo porcentaje de finos; generalmente se trata de un material bien graduado con predominio del tamaño arena. El peso específico de las cenizas de hogar es función de su composición química, disminuye al aumentar el contenido de carbón, con valores típicos entre 2,1 y 2,7 g/cm^3. Las partículas con bajo peso específico tienen una textura vesicular que hace que se degraden rápidamente bajo la acción de las cargas.

La composición química de las cenizas de hogar es muy parecida a las de las cenizas volantes y depende fundamentalmente del tipo de carbón utilizado.

La utilización de cenizas de hogar en capas firmes requiere su cribado, para eliminar las partículas de tamaño excesivo, y la eliminación mediante electroimanes de la pirita que puedan contener. Ensayos realizados con cenizas de hogar para caracterizarlas de cara a su empleo en carreteras, mostraron los siguientes valores representativos en sus propiedades: densidades máximas secas (1.210-1.620 kg/m^3), humedades óptimas (12-24%), desgaste Los Ángeles (30-50%), pérdidas a los sulfatos (1,5-10%), ángulo de rozamiento interno (38°– 42°), CBR (40/70%),y coeficientes de permeabilidad (10^{-2} – 10^{-3} cm/s).

Las cenizas de hogar se han usado en carreteras fundamentalmente como áridos en capas granulares para bases de carreteras secundarias y subbases, debido a su insuficiente resistencia y durabilidad si se comparan con los materiales convencionales.

Las cenizas de hogar pueden contener en su composición piritas que no se hayan eliminado, lo que puede hacerlas volumétricamente inestables y expansivas. Debido al contenido de sal y, en algunos casos, el bajo pH, las escorias pueden ser corrosivas con los elementos metálicos, por lo que debe investigarse este aspecto antes de utilizarlas.

3.4.1. Residuos de construcción y demolición

Se entienden por residuos de construcción y demolición (RCD) los que se generan como desecho al construir o demoler un edificio o una obra civil, así como en los procesos de fabricación de elementos de construcción.

En la denominación de RCD se incluyen una variada serie de materiales. Según un estudio de la Comunidad de Madrid, los que van a sus vertederos tienen como representativa la siguiente composición: ladrillos, azulejos y otros cerámicos (54%); piedra (12%); arena, grava y otros áridos (4%); madera (4%); vidrio (0,5%); plástico (1,5%); metales (2,5%); asfalto (5%); yeso (0,2%); basura (7%); otros (4%).

La mayor parte de los RCD se pueden considerar inertes o asimilables a inertes y por tanto su poder contaminante es relativamente bajo. Una pequeña porción de los RCD pueden ser peligrosos, como por ejemplo: el amianto, las fibras minerales, los disolventes y aditivos para el hormigón, ciertas pinturas, resinas y plásticos. Además, hay un grupo de materiales que aunque no son tóxicos en sí mismos pueden originar reacciones en las que se produzcan sustancias tóxicas.

En España los escasos datos existentes sobre los volúmenes de residuos de construcción y demolición generados demuestran una gran dispersión y heterogeneidad. En el Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición (PNRCD) 2001-2006 se considera como cifra media razonable de partida para el Plan en nuestro país una cantidad entre 520 y 760 kg/hab/año, si bien se subraya que estas ci-

fras dependen del ciclo económico y de la actividad constructora en cada Comunidad Autónoma.

El porcentaje de RCD reutilizados o reciclados en España es inferior al 5% con una insuficiente red de plantas de reciclaje. La media europea se sitúa en el 28% y supera el 85% en Bélgica, Países Bajos y Dinamarca y el 40% en el Reino Unido, Austria y Finlandia. En Alemania y Francia, que producen entre ambas el 46% de los RCD de la UE, se reutiliza o recicla en torno al 16%. Entre los objetivos ecológicos que el PNRCD 2001-2006 pretende alcanzar se pueden señalar, entre otros, la recogida controlada y correcta gestión integral de, al menos, el 90% de los RCD en el año 2006, y el reciclaje o reutilización de, al menos, el 40% de los RCD en el año 2005 y del 60% en el año 2006.

Al analizar las posibilidades de utilización de estos residuos en capas de firmes es conveniente diferenciar entre los materiales que tienen su origen en la construcción y demolición de edificación y estructuras, de los que proceden de capas del propio firme. Los primeros, a los que nos vamos a referir en el presente apartado, pueden presentar en su composición una amplia variedad de residuos, algunos incluso peligrosos, que pueden contaminar otros valorizables para carreteras y que en cualquier caso deben separarse preferiblemente en la propia obra. Los segundos, suelen presentar una mayor homogeneidad, menor presencia de posibles productos contaminantes en origen, requieren en muchos casos equipos y tecnología específica, y la incidencia del transporte en la valorización y puesta en obra de los áridos reciclados en la misma carretera es menor. A este tipo de residuos nos vamos a referir en el apartado 3.5, Residuos de demolición de firmes.

El proceso de valorización de los materiales procedentes de edificación y estructuras como árido reciclado para capas de firmes, incluye la selección en origen de los materiales apropiados, su machaqueo in situ o en central, la retirada de contaminantes –incluido el acero de las armaduras-, el cribado y clasificación de los áridos, y, en caso de que fuera necesario, su lavado.

Si los escombros van a ser reciclados, conviene utilizar métodos de demolición que reduzcan in situ los escombros a tamaños que puedan ser tratados por el triturador primario de la planta de reciclaje. Asimismo, los procesos de demolición selectiva pueden ayudar a disminuir la presencia de impurezas en los escombros, como por ejemplo el yeso.

FIGURA 7. Planta de procesado de residuos de construcción y de demolición (RCD).

Las plantas de producción de áridos reciclados son bastantes parecidas a las plantas de machaqueo para áridos naturales, incluyendo machacadoras, cribas, mecanismos transportadores, equipos para la eliminación de contaminantes y electroimanes para la separación del acero (fig. 7). Las trituradoras más utilizadas para la producción de áridos reciclados de hormigón son las de mandíbulas en la trituración primaria y las cónicas para la trituración secundaria. El proceso de eliminación de contaminantes en las plantas de reciclaje depende del tipo de planta utilizado.

Habitualmente se suelen establecer varia categorías de áridos o materiales reciclados procedentes de residuos de construcción y demolición:

- Aridos reciclados con contenido de hormigón triturado y clasificado superior al 90-95% en peso, con el resto del material cerámico o pétreo (fig. 8).
- Aridos reciclados con contenido de material cerámico triturado y clasificado superior al 90-95% en peso, con el resto de hormigón o material pétreo.
- Mezclas limpias de hormigón, materiales cerámicos y pétreos, triturados y clasificados.
- Mezcla de hormigón, materiales cerámicos y pétreos, triturados, que han sido cribados y de los que se ha eliminado la contaminación excesiva, pero que todavía contienen porcentajes de madera, cristal y otras impurezas.

Los materiales pertenecientes a cada una de estas categorías presentan unas determinadas características y posibilidades de utilización. En el apartado 3.5 se comentan ampliamente estos aspectos para los áridos reciclados procedentes de hormigón de pavimentos. En gran medida las consideraciones que se hacen son válidas para los áridos reciclados sin contaminar procedentes de hormigón de demolición estructural.

La reutilización que se puede hacer de los ladrillos de demoliciones de edificación depende de su naturaleza y del tipo de mortero empleado. La contaminación con cal o cemento no suele representar un problema, pero la presencia de mortero de yeso puede originar contenidos inaceptablemente altos de sulfatos en los ladrillos triturados. Incluso algunos ladrillos, aun sin estar contaminados con yeso, pueden tener contenidos suficientemente altos de sulfatos como para ser considerados perjudiciales. Cuando se pueden conseguir ladrillos y tejas cerámicos en cantidades significativas y no son reutilizables se los puede triturar, constituyendo una subbase excelente para carreteras con tráficos medios y bajos. En Dinamarca las capas con estos materiales se colocan en espesores no superiores a 20 cm para su correcta compactación.

Las mezclas de hormigón, materiales cerámicos y pétreos, triturados, que han sido cribados y de los que se ha eliminado la contaminación excesiva, pero todavía contienen porcentajes de madera, cristal y otras impurezas, no se utilizan en capas de firmes. Se podrían utilizar como material para rellenos y terraplenes, siempre que se cumplan las especificaciones técnicas y ambientales aplicables.

Tras la amplia experiencia en el empleo de residuos de construcción y demolición para subbases y bases granulares en los pavimentos de las calles de la Villa Olímpica y en prácticamente todo el cinturón litoral de Barcelona, la Junta de Residuos de la Generalitat de Cataluña en colaboración con el ITEC elaboró un documento titulado "Norma para la utilización de áridos provenientes del triturado de derribos de construcción". En este documento se establecen las prescripciones que deben cumplir y los controles particulares que se tienen

FIGURA 8. Áridos procedentes de hormigón triturado.

que realizar sobre los distintos tipos de áridos considerados en función de su utilización como zahorra (explanadas mejoradas, capas drenantes, rellenos y subbases de carreteras) o como árido para hormigón.

3.4.2. Neumáticos fuera de uso (NFU)

El volumen de neumáticos fuera de uso (NFU) generados anualmente en España se estima en unas 255.000 t/año. Estas estimaciones están basadas en suponer la proporción de 1 NFU / hab / año y un peso medio de 6,5 kg / NFU. Los porcentajes por destinos de los NFU en nuestro país durante 1999 fueron los siguientes: recauchutado (11,1%), reciclaje (1,5%), valorización energética (4,6%) y vertido (82,8%) (fig. 9). La comparación de estos datos con los valores medios en la Unión Europea –reciclaje (18%), valorización energética (20%) y vertido (40%)- muestra claras posibilidades de aumentar el reciclado de NFU en España. El Plan Nacional de Neumáticos Fuera de Uso (PNNFU), 2001-2006, establece entre sus objetivos ecológicos la recuperación y valorización del 100 por 100 de los NFUs enteros generados antes de 2003, la prohibición de la eliminación (vertido o incineración sin recuperación energética) de los NFUs enteros a partir del 1 de enero de 2003 y el reciclado del 25% en peso de los NFUs procedentes de vehículos de turismo y camiones antes del 1 de enero de 2007.

La composición de los neumáticos puede variar de un continente a otro. Para el caso de Europa, una composición tipo de neumáticos puede ser la siguiente: caucho / elastómero (48-45%), negro de carbono (22%), metal (15-25%), textil (5-0%), óxido de cinc (1-2%), azufre (1%) y aditivos (8-5%).

La valorización de los NFU abarca tres grandes tipos de tratamientos: el recauchutado, el reciclaje y la valoración energética. En el reciclado de los neumáticos se pueden utilizar sin procesar o bien reducirlos de tamaño por distintos procedimientos, desde los totalmente mecánicos a aquellos otros que combinan los tratamientos mecánicos con los químicos o térmicos.

El sistema más completo de reducción mecánica de tamaño es el granulado. En una primera fase se trocean los neumáticos hasta tamaños entre 50 y 300 mm. En una segunda fase, además de reducir el material a tamaños entre 5 y 25 mm, se separan magnéticamente los elementos metálicos. Posteriormente, el material puede someterse a otros procesos de granulado o molido hasta reducirlo al tamaño deseado, clasificándose finalmente por tamaños. Durante la fase final se retira el material textil mediante separadores de aire.

Entre los procesos de reducción de tamaño que combinan los tratamientos mecánicos con los químicos o térmicos destacan los criogénicos. Tras una reducción mecánica de tamaño, el material troceado se lleva a una cámara donde se enfría con nitrógeno líquido a temperaturas por debajo de la de transición vítrea. El material quebradizo resultante es triturado mediante molinos de martillos y se separan los elementos metálicos y las fibras textiles. El material resultante es muy limpio y puede alcanzar los 0,15 mm.

Las aplicaciones más extendidas de los neumáticos fuera de uso en firmes de carreteras son, en forma de granulados, para la fabricación de betunes-caucho o directamente como áridos o filler en las mezclas bituminosas.

La fabricación de betún-caucho se suele denominar "proceso húmedo" en la terminología anglosajona. En este proceso se mezcla el caucho granulado con el betún, a una temperatura entre 150 y 200° C, durante un tiempo de 1 a 2 horas, de forma que se realice la unión física y química de ambos componentes. Al proceso se le suelen añadir diluyentes, aceites aromáticos y polímeros. La proporción de caucho en la mezcla suele variar entre el 5% y el 26% del peso del betún, dependiendo de la aplicación que se vaya a dar al ligante. El betún-caucho tiene una mayor viscosidad que los betunes convencionales y una gran recuperación elástica y adhesividad. Las

FIGURA 9. Neumáticos usados.

principales aplicaciones de este ligante son en membranas antifisuras, membranas impermeabilizantes en tableros de puentes, masillas de sellado, materiales para juntas de dilatación y ligantes para mezclas en capas de rodadura, fundamentalmente en capas drenantes y capas delgadas.

La incorporación directa del granulado de caucho, como parte del árido, a la planta de mezclado se conoce como "proceso seco". El árido natural se dosifica con granulometría discontinua para acomodar las partículas de caucho. Generalmente se utiliza entre un 3% y un 5% de granulado de caucho sobre el peso de mezcla. Se obtienen mezclas muy flexibles, adecuada únicamente para capas de rodadura y cuya principal aplicación, hasta ahora, ha sido en zonas de formación de hielo, ya que su flexibilidad permite el despegue y rotura de la capa de hielo por la acción del tráfico.

Existe una amplia experiencia internacional en la utilización de neumáticos fuera de uso en la construcción de firmes de carreteras, fundamentalmente en los Estados Unidos. En España, en el año 1974, el Centro de Investigación E.S.M. trabajó en fórmulas de incorporación de caucho al betún que se aplicaron con éxito en calles de la ciudad de Barcelona. En los últimos años, distintas Comunidades Autónomas, organismos relacionados con el medio ambiente y empresas del sector, en colaboración con centros de investigación, han experimentado en la utilización de los NFU en firmes de carreteras.

3.4.3. Escorias y cenizas de incineradoras de residuos sólidos urbanos (RSU)

Los residuos sólidos urbanos (RSU), bien frescos o procedentes de procesos previos se pueden emplear como combus-

tibles en plantas de incineración. En los hornos se efectúa la combustión de los RSU de forma prácticamente completa y se reduce por término medio un 90% de volumen y un 70% en peso. En el proceso se generan varios tipos de residuos: las cenizas de hogar o escorias, que suelen ser combinación de material total o parcialmente quemado que se descarga en las parrillas del horno; las cenizas volantes, constituidas por aquellas partículas que son arrastradas por la corriente de gases al exterior de la cámara de combustión, y los lodos.

En España existen en la actualidad un total de 21 plantas incineradoras, con una capacidad de tratamiento del orden de 1.200.000 t/año, lo que supone aproximadamente el 7% del volumen anual de residuos sólidos urbanos generados. Cada año se producen aproximadamente 300.000 t de cenizas de hogar, o escorias, y 48.000 t de cenizas volantes. En el Plan Nacional de Residuos Urbanos del Ministerio de Medio Ambiente se ha fijado el objetivo de valorización energética del 17,7% de los RSU en el año 2006, por lo que se estima un importante impulso en el sector de plantas incineradoras con recuperación energética.

Un problema que presenta la utilización de este tipo de residuos es la falta de homogeneidad de sus características, entre otras razones por las diferencias existentes en los procesos previos a la incineración y en las tecnologías aplicadas en la combustión y en el proceso de limpieza de humos de las plantas.

Los principales componentes de las cenizas son: sílice, aluminio, hierro y calcio; también se pueden encontrar como componentes secundarios: titanio, magnesio, sodio, potasio o fosfatos; y en muy pequeñas cantidades: bario, estroncio, rubidio y metales pesados, como cobre, zinc, plomo, níquel o cadmio.

Las cenizas de hogar o escorias resultantes de la incineración de residuos urbanos son un material grisáceo, de tipo granular, con una amplia distribución de partículas en su gran mayoría inferiores a 1 cm de diámetro, formadas por los materiales no combustibles y/o inertes de los residuos urbanos, que salen de la cámara de combustión después de la incineración a temperaturas superiores a 850° C. A la salida del horno las escorias se enfrían con agua y se depositan separadamente de las cenizas volantes y residuos de depuración de gases. Las partículas tienen un alto grado de humedad que les confiere una cierta adherencia entre ellas. El material es más poroso, menos resistente que los áridos naturales. Las cenizas de hogar suponen el 85-95% en peso de los residuos totales del proceso de incineración.

Bajo la denominación de cenizas se incluyen, en general, tanto las cenizas volantes como los residuos de depuración de gases. Es un material pulverulento, con tamaño de partículas inferior a 250 µm y una alta superficie específica, lo que unido a su composición química supone un alto riesgo de contaminación de las aguas.

Cuando los residuos se someten a ensayos para caracterizar su toxicidad, la concentración de metales tóxicos en los lixiviados excede en ocasiones de los límites legales. Las cenizas volantes resultan más toxicas que las escorias. Según la legislación tanto europea como nacional, las escorias o cenizas de hogar están consideradas como residuos no peligrosos y no tóxicos; por el contrario, las cenizas están catalogadas como residuos tóxicos y peligrosos.

El reciclado de los residuos procedentes de incineradoras de residuos sólidos urbanos requiere un procesamiento bastante elaborado para obtener un material que sea aceptable desde los puntos de vista técnico y medioambiental. Se deben separar las escorias y las cenizas volantes con diferentes técnicas de procesado en cada una de ellas.

En las escorias, tras el enfriado en agua inmediatamente después de salir de la incineradora, se realiza una desferrización por medios magnéticos, un cribado, la eliminación de la fracción más fina de las escorias –en la que se encuentran concentrados los metales pesados- y el almacenamiento de la escoria al aire libre durante varios meses con el fin de obtener estabilidad volumétrica mediante un proceso de maduración.

Las cenizas volantes se pueden someter a distintos tratamientos como el lavado, la estabilización y solidificación y el tratamiento térmico. El lavado de las cenizas volantes permite eliminar casi el 90% del contenido de cadmio y cloruros y un 50% del de sulfatos y zinc. La estabilización es un proceso químico que transforma elementos contaminantes solubles en elementos con menor capacidad de solubilidad al añadir ciertos reactivos; la solidificación es un proceso físico para encapsular los residuos con un material aglomerante; a menudo ambos tratamientos se combinan para reducir los lixiviados de los componentes más peligrosos. El tratamiento térmico implica la fundición de los residuos a elevadas temperaturas para transformar las cenizas en un cristal no nocivo y muy estable.

Aunque en España el reciclaje de estos residuos es muy reducido y se produce de forma puntual, en otros países europeos su utilización, principalmente de las escorias, alcanza porcentajes importantes (el 69% de las escorias en Alemania, y el 61% en Dinamarca).

Actualmente la utilización de las escorias de incineradoras urbanas se centra en el campo de los firmes de carreteras y terraplenes. La capacidad de soporte inicial de las capas de escoria es algo inferior a las de zahorra natural o artificial, pero con el tiempo las escorias se endurecen por envejecimiento, mejorando su comportamiento a largo plazo. Estas cualidades hacen que en algunos países se utilicen para capas de subbases. En Alemania, las subbases y las aplicaciones con ellas relacionadas absorben el 37% de la escoria reciclada.

La utilización de la escoria como material para las capas de base de firmes de carreteras no es una práctica común, pues sus propiedades no suelen satisfacer las funciones de un material de base no estabilizado. Las escorias estabilizadas con cemento presentan aspectos positivos para su utilización en capas de base debido al sustancial aumento de su capacidad de soporte y al mejor comportamiento frente a la lixiviación. No obstante, existen todavía algunos problemas técnicos, como por ejemplo la presencia de metales pesados y vidrio que pueden reaccionar negativamente con el cemento.

La utilización de las escorias en las mezclas bituminosas no ha tenido mucho éxito, debido a la débil ligazón que se produce entre los granos de escoria y el betún, el alto contenido inicial de humedad de la escoria y el alto consumo de ligante como consecuencia de la porosidad de los granos. También existen problemas de mezclado y aplicación.

3.5 RESIDUOS DE DOMILICION DE FIRMES

Los firmes bajo la acción de las cargas del tráfico y de las condiciones ambientales se van degradando y aparecen deterioros que hay que reparar. En función de la naturaleza, extensión y gravedad de los deterioros se pueden plantear distintas alternativas de conservación que pueden ir desde las actuaciones puntuales de conservación ordinaria hasta las actuaciones de rehabilitación generalizada del firme.

Frente a las opciones de rehabilitación en las que se colocan nuevas capas de material sobre el firme deteriorado existente, se plantean cada vez con mayor frecuencia otras alternativas que incluyen la reconstrucción, total o parcial, del firme, fresando o demoliendo todas o parte de las capas existentes y reutilizando los materiales obtenidos en la construcción de otras nuevas.

La adopción de la alternativa de reciclar un firme deberá basarse en el análisis del costo y la disponibilidad de áridos en el entorno de la obra, la idoneidad de los áridos procedentes del reciclado para el uso que se les quiera dar, los costos de llevar el material a vertedero y las consideraciones medioambientales. En general, las nuevas capas en las que se utiliza el material reciclado ocupan en la estructura del nuevo firme un nivel inferior al que tenían las de origen.

3.5.1. Reciclado de pavimentos asfálticos

El proceso de reciclado de capas de firmes con pavimento asfáltico consiste en la disgregación del material, su mezcla con nuevos materiales y su posterior extensión y compactación (fig. 10)

El tratamiento de los materiales reciclados puede hacerse en el mismo firme del que proceden o transportarse a una central de mezcla, para posteriormente emplearse en la misma u otra localización.

Las técnicas de reciclado en central pueden ser en caliente o frío. Las primeras se refieren únicamente a mezclas bituminosas, mientras que las segundas se pueden llevar a cabo con áridos procedentes de capas granulares o con mezclas fresadas de las capas de firme.

En el reciclado en caliente en central, las mezclas bituminosas se retiran de la carretera y se transportan a una central de fabricación donde se mezclan en caliente con árido virgen y betún y se obtiene una nueva mezcla compuesta en parte por material reciclado en proporciones entre el 10 y el 50%.

FIGURA 10. Reciclado de pavimentos asfálticos.

Se han desarrollado equipos que permiten el reciclado tanto en centrales continuas como discontinuas. En la técnica de sobrecalentamiento del árido virgen de aportación, utilizada en centrales discontinuas, se calienta ésta a temperaturas elevadas (200-275° C, según la tasa de reciclado) para que, al entrar en contacto con el material no calentado que se va a reciclar, la temperatura del conjunto sea la deseada. En el mezclador se añade el ligante que se va a utilizar. Este procedimiento fue el más utilizado hasta que aparecieron y se generalizaron las centrales continuas de tambor-secador-mezclador. En estas centrales se emplea la técnica del calentamiento indirecto en la que la parte frontal del tambor se introduce la mezcla que se va reciclar y en la parte posterior del tambor se añade el betún. Los áridos actúan como una pantalla para evitar la acción directa de la llama sobre el material reciclado. La mezcla antigua se calienta por transferencia de calor de los áridos. Los materiales se van moviendo a lo largo del tambor por el giro de éste, produciéndose un flujo continuo de material durante todo el proceso. La necesidad de mantener una pantalla de áridos delante de la mezcla que se va a reciclar limita la proporción de material reciclado en la mezcla final, llegando a proporciones entre el 10 y el 30%.

En el apartado 542.2.2, Aridos, de la nueva redacción dada al artículo 542 del PG3, Mezclas bituminosas en caliente, en la Orden Circular 5/2001, "Riesgos auxiliares, mezclas bituminosas y pavimentos de hormigón", se especifica textualmente que "También podrán emplearse como áridos, el material procedente del reciclado de mezclas bituminosas en caliente en proporciones inferiores al diez por ciento (10%) de la masa total de la mezcla".

El reciclado en frío en central no presenta características especiales. Cuando el material que se va a reciclar se reutiliza para capas bituminosas, se mezcla con emulsión y, en caso de ser necesario, con material granular de aportación en centrales continuas de mezclas en frío o en centrales de gravacemento modificadas para incorporar la emulsión. El proceso de fabricación es análogo al de una grava-emulsión. Si la reutilización es para capas tratadas con cemento, el proceso de fabricación es análogo al del suelo-cemento.

La técnica de reciclado en caliente in situ se aplica a materiales bituminosos y se realiza con unos equipos especiales provistos de calefactores que elevan la temperatura de la superficie del firme y facilitan la disgregación del material mediante un equipo de escarificado. El material suelto se mezcla con un betún blando o un agente rejuvenecedor. La técnica puede llevarse a cabo con o sin aportación de árido nuevoy el mismo equipo realiza la operación de mezcla. La extensión suele hacerse con una entendedora convencional que acompaña al equipo. La compactación debe realizarse muy rápidamente y es un punto crítico de la operación.

El reciclado en caliente in situ presenta frente al reciclado en frío la ventaja de degradar menos los áridos y aprovechar más la capacidad aglomerante del betún de la mezcla antigua. Como inconvenientes se pueden apuntar que no soluciona problemas estructurales por limitarse a espesores entre 2 y 8 cm y que el calentamiento oxida y fragiliza el betún. La emisión de humos, los peligros de quemaduras en los operarios y los sobrecalentamientos por

paradas de la máquina han limitado también en parte la aplicación de la técnica de reciclado en caliente in situ.

El reciclado en frío in situ se realiza disgregando el material del firme antiguo que se recicla, mezclándolo in situ con el litigante o conglomerante utilizado, extendiéndolo y compactándolo para constituir una capa de firme. Normalmente, se utiliza como ligante base emulsión y como conglomerante cemento. El reciclado in situ con emulsión se basa en el fresado o disgregación del material que se va a reciclar, seguido de una mezcla de este material con agua, emulsión y, si es necesario, áridos nuevos. Los espesores de reciclado no pueden superar en general los 15 cm. La técnica de reciclado in situ con cemento es muy interesante para carreteras que necesitan una reconstrucción total. Se reciclan espesores de hasta 35 cm, mezclando el material disgregado con cemento y agua.

Una de las últimas novedades dentro de la técnica del reciclado con producto bituminoso es el empleo de espuma de betún, con el objetivo de estabilizar materiales con un alto contenido de finos y abaratar el proceso.

Las técnicas de reciclado de firmes se empezaron a impulsar con gran fuerza, principalmente en los Estados Unidos a partir de la crisis del petróleo de 1973 y han alcanzado gran auge en la actualidad. Según datos de 1997 de la EAPA (European Asphalt Pavement Association), en Europa los países con mayor porcentaje de reutilización de materiales reciclados en los nuevos firmes son: Dinamarca (37%), Países Bajos (20%), Alemania (18%), Bélgica (15%) y el Reino Unido (10%).

En España después de tímidas aplicaciones a mediados de los años 80 con reciclado en caliente en central e in situ, en 1991 se realizaron dos obras importantes de reciclado en frío, una con emulsión y la otra con cemento. Posteriormente, el interés de la técnica facilitó su empleo en otras obras. La experiencia adquirida en las obras realizadas en los últimos años, así como la necesidad de considerar las técnicas de reciclado como alternativas, por consideraciones ambientales, de seguridad vial y económicas en los proyectos de rehabilitación de firmes, aconsejaron a la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento redactar unas especificaciones sobre técnicas de reciclado de firmes que se han plasmado en su Orden Circular 8/01 sobre Reciclado de Firmes, de fecha 27 de diciembre de 2001, que recoge los tres primeros artículos del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Conservación de Carreteras (PG-4), con los que se inicia su redacción:

- Artículo 20. Reciclado in situ con emulsión de capas bituminosas.
- Artículo 21. Reciclado in situ con cemento de capas de firme.
- Artículo 22. Reciclado en central en caliente de capas bituminosas.

3.5.2. Reciclado de pavimentos de hormigón

El proceso de reciclado de pavimentos de hormigón lleva consigo su demolición y posterior procesamiento en plantas de machaqueo, para obtener materiales utilizables en la construcción de nuevas capas de firmes.

Las consideraciones recogidas a continuación son válidas también para el reciclado de capas de base de hormigón magro, hormigón compactado y, en gran medida, de grava-cemento.

En la demolición de los firmes con pavimento de hormigón deben extraerse separadamente los materiales procedentes de las distintas capas y tomar precauciones para eliminar aquellos materiales que no sea aprovechables. Con esta operación se trata básicamente de reducir el material a un tamaño que haga fácil su manejo y transporte hasta una planta de machaqueo y separar lo máximo posible los elementos metálicos que contenga.

En la actualidad existen diferentes equipos que se pueden utilizar en la demolición de pavimentos de hormigón. Su selección depende de las circunstancias de cada obra: tipo de hormigón, su resistencia e integridad, la utilización que se vaya a dar al material demolido, etc. Los equipos más habituales son los martillos hidráulicos, los fracturadotes de impacto y las mandíbulas hidráulicas; en los últimos años se han desarrollado nuevos equipos, como los fracturadotes de chorro de agua de alta tensión y los de resonancia.

Una vez fracturado el pavimento de hormigón es necesario removerlo, generalmente por medio de ripers, separar los elementos metálicos y cargar el material para transportarlo a las plantas de machaqueo. Generalmente, la separación de las armaduras de los pavimentos de hormigón armado se realiza in situ, mientras que la de los pasadores y barras de estado se suele hacer en plantas. La carga del material conviene hacerlas con palas de neumáticos que afectan menos a las bases de apoyo.

El machaqueo de material demolido puede hacerse en plantas fijas o móviles in situ.

Las plantas fijas son similares a las utilizadas para áridos naturales. En una primera fase el material se somete a un machaqueo primario mediante machacadoras de mandíbulas. A la salida se coloca un separador magnético que recupera los elementos metálicos, barras de estado y pasadores. El proceso continúa con el machaqueo secundario, en el que se utilizan machacadoras de impacto o cónica.. Tras su cribado y clasificación se obtiene un material de granulometría adecuada a su utilización posterior.

Las plantas móviles están constituidas en la mayoría de los casos por una machacadora de mandíbulas sobre orugas, que se mueven en función del ritmo de realización del trabajo. Debido a los desgastes y los ajustes periódicos a que debe ser sometida la machacadora, en este tipo de plantas puede producirse una variación más amplia en el huso granulométrico.

Para grandes proyectos las plantas móviles constituyen la solución más económica debido a la reducción de gastos de transporte que se obtiene.

El árido reciclado, al proceder del machaqueo, tiene formas muy angulares. Además, debido al contenido de mortero adherido a los áridos naturales con los que se fabricó el hormigón, tiene su textura superficial más áspera, su densidad más baja y su porosidad y capacidad de absorción más altas que las de los áridos de partida del mismo tamaño. Al disminuir el tamaño del árido reciclado, disminuye también la densidad y aumenta la absorción. Los áridos gruesos reciclados presentan una buena resistencia a la abrasión y a la acción de los sulfatos, así como una elevada capacidad de soporte.

La composición química de los áridos reciclados refleja en gran medida la de los áridos que constituyen el hormigón de partida. Los componentes químicos del cemento son la causa de la alta alcalinidad de estos materiales en contacto con el agua (pH>11). El material reciclado puede estar contaminado con cloruros procedentes de las sales utilizadas como fundentes

en la vialidad invernal o con sulfatos, si el pavimento ha estado en contacto con suelos ricos en ellos.

La aplicación más frecuente de los áridos reciclados en capas de firmes de carreteras es en bases o subbases granulares de nuevos firmes, tratadas o sin tratar. El proceso de almacenamiento y puesta en obra es similar al de los áridos convencionales, si bien se debe tener especial cuidado para evitar la segregación de los áridos reciclados.

Cuando se utilizan los áridos reciclados en capas granulares sin tratar, inicialmente la capacidad de soporte puede ser menor que en las capas granulares convencionales debido a la mayor dificultad para su compactación. No obstante, los materiales se suelen cementar, igualando o incluso superando la capacidad de soporte de otros materiales granulares. Normalmente, se mezcla el material reciclado con arena de aportación que mejora su trabajabilidad y disminuye su permeabilidad. En secciones de firmes dotadas de drenaje subterráneo es recomendable lavar los áridos previamente a su puesta en obra, para evitar que la precipitación de lixiviados pueda obstruir los elementos de drenaje.

El tratamiento de los áridos reciclados con cemento o ligantes bituminosos aumenta la resistencia del material y reduce su permeabilidad y la posibilidad de lixiviados.

También pueden utilizarse los áridos reciclados en la fabricación de hormigones para capas firmes de carreteras: hormigón magro, hormigón vibrado (con rodadura de 4 cm de hormigón con áridos naturales), capas de base de hormigón y pavimentos de arcenes. En todos estos casos, solamente se utilizarán los áridos procedentes de la demolición de pavimentos de hormigón cuyos deterioros no sea imputables a la acción de la helada, reacciones árido-álcali, ataques de sulfatos o la acción de las sales fundentes.

El diseño, fabricación y puesta en obra de los hormigones en los que se utilizan los áridos reciclados es similar al de los hormigones con áridos naturales, pero hay que prestar especial atención a la alta absorción de los áridos reciclados, al contenido de áridos finos (>10 mm) en el nuevo hormigón y especialmente al curado del hormigón fabricado con áridos reciclados de pavimento de hormigón. El porcentaje óptimo de áridos finos reciclados se debe fijar en cada proyecto y se debe completar hasta el contenido total del árido fino con arenas naturales.

La resistencia del hormigón fabricado se mantiene sensiblemente para sustituciones de hasta 30% del árido por árido reciclado. El consumo de cemento en el nuevo hormigón, para igual resistencia, es algo mayor que si se emplearan áridos naturales. El módulo de elasticidad del hormigón reciclado es siempre inferior (15-401%) al del hormigón de referencia.

Este tipo de reciclado es frecuente en los países con más tradición en la construcción de pavimentos de hormigón, como Estados Unidos, Alemania, Austria y Bélgica, entre otros.

En nuestro país hay una cantidad importante de pavimentos de hormigón en carreteras, aeropuertos y puertos. Hasta la fecha no se han reciclado pavimentos de hormigón en carreteras. En la Autovía de Andalucía y en la Autovía A-92 se han reciclado en algunos tramos capas de base de hormigón seco compactado. En algunos aeropuertos se ha demolido y triturado el pavimento de algunas pistas utilizando el material obtenido en subbases.

Los áridos reciclados procedentes de pavimentos de hormigón no producen en general efectos negativos en el medio ambiente. La alta alcalinidad de estos materiales en contacto con el agua puede originar la corrosión de las tuberías de aluminio o galvanizadas en contacto con ellos. Debido también a su naturaleza alcalina, algunas jurisdicciones norteamericanas fijan distancias mínimas entre los áridos reciclados apilados y los cursos de agua. En el caso de que estén contaminados los cloruros, procedentes de las sales utilizadas como fundentes en la vialidad invernal, o por sulfatos, por haber estado en contacto con los suelos que los contienen, se puede producir la corrosión de los elementos que contengan acero o fenómenos de carácter expansivo.

4. TRABAJOS DESARROLLADOS POR EL CENTRO DE ESTUDIOS DE CARRETERAS DEL CEDEX

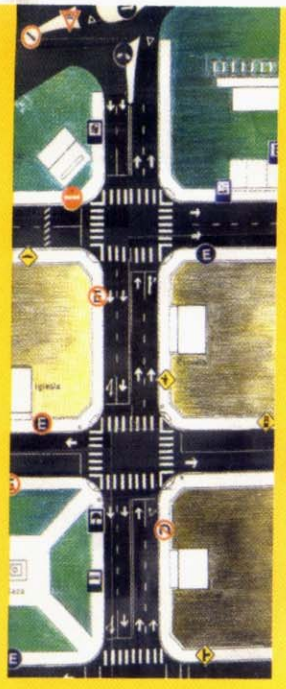
Además de los recientes trabajos que se están desarrollando para la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente, a los que se ha hecho referencia al comienzo del presente artículo, El Centro de Estudios de Carreteras del CEDEX ha trabajado en los últimos veinte años en estudios sobre la utilización de determinados residuos en capas de firmes de carreteras y coronación de explanadas, y sobre el reciclado, en las obras de rehabilitación de firmes, de los materiales procedentes de las capas del firme deteriorado existente. Los trabajos se han desarrollado mediante convenios de colaboración con empresas industriales y organismos públicos, tanto estatales como autonómicos, y la participación en foros y grupos de trabajo nacionales e internacionales.

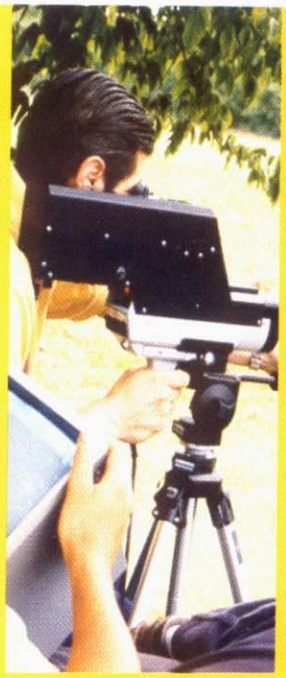
Para la empresa ENSIDESA se realizaron, en los años 80 y 90, numerosos estudios encaminados a la caracterización y aplicación en capas de firmes, de escorias de acería LD y de escorias cristalizadas y granuladas de horno alto. También se puso a punto la técnica para la utilización del material "escoria-escoria". Desde comienzos de los años 90 y hasta finales de esa década se realizaron, para HUNOSA, estudio de las aplicaciones de los estériles de mina de carbón en capas de firmes. Además, en todos estos años se han estudiado numerosas aplicaciones de residuos como: plásticos de desechos en el material Novophalt; aceites usados de motor en betunes para carreteras; plásticos, fibras textiles y celulosa, en mezclas bituminosas; alpechines y caucho de neumático, en diversas aplicaciones.

En el ámbito de reciclados de capas de firmes, y para la Dirección General de Carreteras y algunas empresas concesionarias de autopistas, se han establecido la metodología y las directrices básicas para el estudio del reciclado de mezclas bituminosas en el laboratorio, se han elaborado propuestas de prescripciones técnicas sobre materiales reciclados, se han realizado estudios de caracterización de distintos ligantes utilizados en el reciclado de mezclas bituminosas y se han efectuado numerosos seguimientos de obras en las que se había reciclado in situ con cemento, en frío con emulsión o en caliente.

5. AGRADECIMIENTOS

El autor quiere expresar su agradecimiento a la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente que ha promovido y financiado los trabajos realizados para la elaboración del "Catálogo de Residuos Utilizables en la Construcción".





10 de Junio

Día Nacional de la Seguridad en el Tránsito

En este día queremos compartir y reafirmar
nuestra filosofía de trabajo para mejorar la Seguridad Vial.

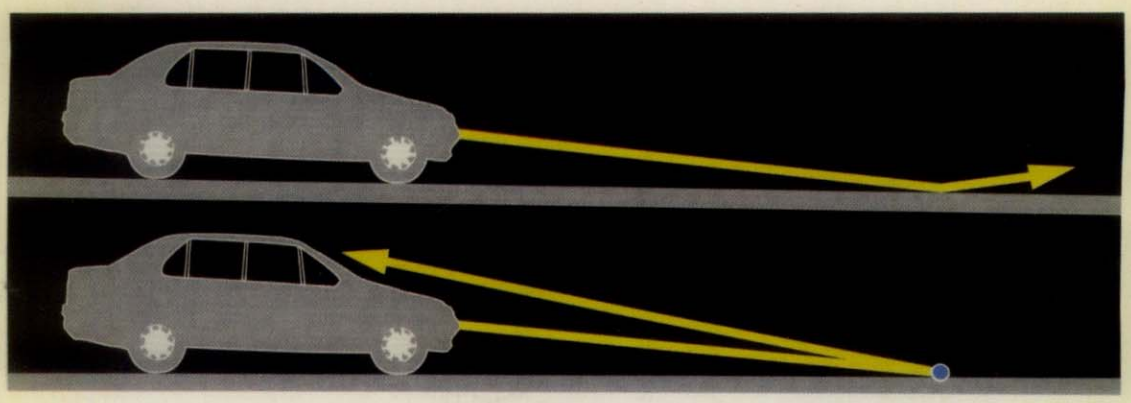
Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires

Telefax. 0221-421-1161/66 - www.vialidad.gba.gov.ar - revista@vialidad.gba.gov.ar
Avenida 122 y 48 - La Plata (1900) - Provincia de Buenos Aires - República Argentina

GLASS BEADS S.A.

MICROESFERAS SOVITEC CATAPHOTE GLASS BEADS

MICROESFERAS DE VIDRIO
EL FUNDAMENTO DE LA SEGURIDAD VIAL



Rodríguez Peña 431 - 5º "A" (1020) Buenos Aires - Argentina -