



Vine al país

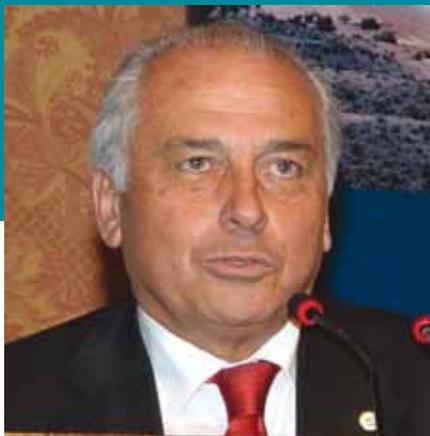
80°
Aniversario

1932 - 2012

ARGENTINA
UN PAIS CON BUENA GENTE



Nota Editorial



Por el Lic. Miguel A. Salvia

PROFUNDIZAR LA INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA

El 10 de Diciembre último asumió por un nuevo periodo de Gobierno la Presidente Cristina Fernández de Kirchner, con un amplio respaldo de la ciudadanía. En su discurso de asunción en el Congreso Nacional, puso de manifiesto las líneas de su Gobierno, que se sintetizan en profundizar lo desarrollado en los últimos años, ordenando los aspectos virtuosos de la gestión y corrigiendo aquellos que requieren un proceso de mejora de las políticas públicas.

Desde estas paginas durante los últimos años hemos reflejado la importancia que el desarrollo de la infraestructura del transporte y en especial, su centro de gravedad, la infraestructura vial, tiene para el desarrollo de la economía del país y el bienestar de sus habitantes.

También nos alegrábamos del cambio de concepción en la consideración de la inversión pública, que de ser la variable inicial de los procesos de ajuste del pasado, pasaba a ser un instrumento anticiclico y generador de mejoras en el empleo, y en la lucha contra la pobreza, dado el carácter reproductivo que los proyectos de inversión pública deben tener.

Y aún frente a los procesos derivados de la crisis mundial de 2008-2009, nos preocupaba volver a las celebres forma de ajuste de la inversión pública.

Por ello celebramos cuando a esa crisis se le opuso una acción de desarrollo de

un plan de obras públicas, que operara concretamente como contraciclica de las perspectivas mundiales que se planteaban. El mantenimiento de altos niveles de crecimiento del Producto Bruto a pesar de dicha crisis, demostró el efecto positivo de esta política, frente a los planteos de ajuste que algunos sectores reclamaban.

Argentina, que en esta década hizo un cambio trascendente en la materia, modifico sus criterios con respecto a la inversión en obra pública, considerándola de un gran efecto reproductivo, y por ende fue invirtiendo año tras año mayor cantidad de recursos, planteó desde la llegada de los primeros efectos de la crisis, la necesidad de apalancar desde el Estado, la ejecución de obras publicas tendientes a mantener el empleo directo y el nivel de actividad de la economía. Este criterio hizo mantener en marcha las obras.

Hoy, si bien hay aspectos derivados de esa crisis mundial que afectan al país, la respuesta debe estar encaminada en el mismo sentido que el enfrentamiento al inicio de esta importante crisis mundial, es decir mayor infraestructura vial.

Somos conscientes que la actividad vial y de la construcción de la infraestructura del transporte no es una isla en el contexto económico nacional e internacional. Pero no debemos abandonar los criterios de inversión reproductiva de la inversión pública, olvidando definitivamente que



los ajustes de presupuesto pasen por una reducción de estos niveles.

Hemos aprendido las consecuencias de la Discontinuidad del pasado, y por ende es importante plantear al conjunto de la Sociedad, la necesidad de no afectar el proceso de inversión vial. Si analizamos la inversión durante las tres décadas pasadas vemos avances y retrocesos, serruchos en la graficación de la inversión, con las consecuencias que en proyectos de más de un año, como son las obras viales y del transporte en general, generan tales cambios.

Ese proceso de Discontinuidad, fue el generador de la falta de previsibilidad, que afectó al Estado, a sus Empresas y a los trabajadores de las mismas. La discontinuidad de planes, propuestas y ejecuciones en el pasado, han impedido a todos los actores, desarrollar acciones de inversión, capacitación, y planeamiento empresarial, surgiendo como su contraimagen, la necesidad de generar una continuidad en los planes y procesos de generación de infraestructura pública.

También somos conscientes, de las consecuencias que para la comunidad tienen los ajustes en las obras de infraestructura del transporte. Por una parte esta la demora en la ejecución de la obra ya iniciada, con el consiguiente perjuicio para toda la Sociedad. Pero ésta también se verá perjudicada con los incrementos de costos, que la

detención o reducción del ritmo de una obra y su reinicio inevitablemente generará, haciendo aun más costoso el desarrollo de la infraestructura. Esto más allá de los daños a todo el sistema, generados por la discontinuidad de las obras.

Por ello entendemos que esta etapa de profundización de la política de inversión en infraestructura en general, y de infraestructura de transporte en particular, y la reafirmación de los criterios de inversión serán muy importante. Y lo será mucho más si logramos, como lo hicieron otros países, generar que esta política de inversión se convierta en un plan general aceptado por todas las fuerzas sociales y políticas, de forma tal de no depender de cambios de criterios circunstanciales que no miden las consecuencias para el futuro.

Es que el mantenimiento de políticas de inversión pública, pero muy en especial en la infraestructura y operación del transporte han sido vitales en el desarrollo de los últimos años, y han permitido comenzar a revertir un proceso de escasa inversión, proyectos inconclusos y conservación olvidada.

En nuestro último número remarcábamos que para explicitar el proceso de inversión tal vez deberíamos preguntarnos, como se hubiera perjudicado el país si este incremento fenomenal de cargas se hubiera dado manteniendo las políticas restrictivas de inversión. Cuesta imaginarse la situación conflictiva y de sobrecostos en un contexto

de fuerte crecimiento como el desarrollado en los últimos años.

La inversión en infraestructura del transporte, pero especialmente en el sector carretero, ha sido central en la política de inversión y ello ha trasuntado en los niveles globales mas altos de las últimas cuatro décadas. Pero estamos en un proceso de inversión que luego del impulso inicial debe plantearse la mejora efectiva del sistema de transporte, con inversiones sostenidas, con criterios de elección de proyectos con racionalidad y especialmente con una política de inversión creciente y previsible.

Si los costos de transporte son determinantes de la competitividad de nuestros productos, será el momento, luego de haber resuelto parte de los problemas inconclusos que venían del pasado, de encarar una planificación de todo el sistema apuntando hacia inversiones en el corto y el mediano plazo, enfocando a mejoras en todos los modos del transporte y especialmente a la intermodalidad que permita aprovechar las ventajas de cada modo, minimizar sus desventajas comparativas, y evitar los sobrecostos de la intermodalidad, tendiendo a rediseñar un nuevo sistema de transporte de nuestros productos.

Las mejoras en los medios ferroviario y fluvial, requieren una acción decidida, pero no solo implican alta inversión, sino que sus consecuencias en la operación del transporte, demoraran algunos años, por



lo que la red de caminos será sometida a nuevas exigencias hasta que esa mejora y la consecuente intermodalidad funcione adecuadamente.

La infraestructura vial, no debemos olvidar, es el centro de gravedad de todo el esquema de transporte y se ve hoy sometido a un conjunto de exigencias de mejoramiento y líneas de acción hacia un sistema más moderno, seguro y ordenado.

Han sido abordados adecuadamente un conjunto de proyectos emblemáticos, demorados en el tiempo, y se han desarrollado y aun están en ejecución un conjunto importante de proyectos y obras, tanto en el ámbito nacional como en las redes provinciales. El conjunto de obras iniciadas, deberían planearse para adecuar los recursos existentes a la terminación de las mismas, de manera de evitar que la Sociedad pague los sobrecostos planteados.

Ello nos permitirá liberar recursos presupuestarios para encarar un nuevo conjunto de obras necesarias para mantener el valor de capital de la red existente.

La finalización de las obras requiere asignar los recursos existentes a planes de obras cumplibles desde el punto de vista del desarrollo de los trabajos, pero también desde el punto de vista de la asignación de los recursos financieros para cada obra, evitando el encarecimiento de cada una de ellas.

Esta planificación y ejecución de corto plazo entre recursos y avance físico de las obras nos permitirá un horizonte más previsible para la administración y para las empresas constructoras de las mismas.

Será entonces el momento de encarar una nueva etapa de servicio al país del sector del transporte, vial, ferroviario y fluvial para preparar el lanzamiento de las obras necesarias y así modificar el sistema en el mediano plazo.

Desde el punto de vista vial, y por las razones comentadas, existen diferentes exigencias que no pueden demorarse y a las que hay que atender adecuadamente.

La primera de ellas es el mantenimiento rutinario y periódico de las redes, que comenzó a encararse adecuadamente en estos años y que requiere esfuerzos permanentes, para evitar la destrucción del capital existente.

En el ámbito nacional han operado adecuadamente los sistemas Crema, y estamos en la etapa de finalización de muchos contratos, algunos con prorrogas, por lo que deberíamos resolver la forma de encarar una nueva generación de mantenimiento contratado de la totalidad de la red, utilizando estos sistemas u otros, de forma tal que cada kilómetro de la red tenga un responsable objetivo sobre el estado del mantenimiento.

Con el mismo criterio, en los casi 10.000 kilómetros de red concesionada, se habían previsto un conjunto de obras de repavimentación y ensanche, que permitían recuperar el estado de algunos tramos de la red más transitada del país. Este aspecto de mantenimiento periódico, correctamente planificado en las licitaciones, requiere la asignación de fondos y la ejecución de las obras, a fin de evitar un mayor deterioro en este importante activo.

Asimismo, en el ámbito provincial no existen políticas uniformes de mantenimiento, por lo que sería necesario encarar una acción coordinada para mantener niveles razonables de transitabilidad en todo el sistema, dado que para los usuarios existe un único sistema de caminos, más allá de las jurisdicciones.

Estas acciones básicas de mantenimiento rutinario y de repavimentación, mejorarían el estado general de la red, y especialmente resolverían algunos cuellos de botella de

mantenimiento en largos corredores en buen estado, con pequeños tramos que requieren una acción inmediata.

Algunas carencias de financiamiento podrían resolverse aplicando soluciones posibles dentro del esquema de concesión por peaje, mejorando la recaudación del mismo.

Pero existe también la necesidad de encarar nuevos requerimientos de obras, que habrá que proyectar y planificar adecuadamente para no generar cuellos de financiamiento en el corto plazo.

En diversas oportunidades nos hemos referido a la presión que el sistema vial tiene frente al crecimiento del tránsito, especialmente de camiones, generado por el enorme crecimiento de la última década. Este incremento de tránsito, si bien es general, tiene enorme importancia en ciertos corredores de transporte y requiere especial atención en su planificación.

Se ha efectuado un enorme esfuerzo en autopistas y autovías, duplicando los kilómetros existentes, pero aun así hay situaciones puntuales que atender. Sabemos que una acción de este tipo requiere un formidable esfuerzo de inversión, entretanto se gestionan los recursos para atender las mismas, sería importante avanzar con los proyectos ejecutivos de estas eventuales duplicaciones, para reducir tiempo y sobretodo tener certezas sobre los costos inherentes a los mismos. Aquí debemos utilizar la inteligencia al servicio de los proyectos, de manera tal de tratar de utilizar las zonas de camino existentes, con diseños seguros, y reducir al mínimo las variantes que implican expropiaciones, trámites largos y costos crecientes para cada uno de los proyectos. Los requerimientos de los usuarios seguramente serán los de desarrollar grandes autopistas, aun donde el tránsito no lo justifica, pero debemos

desarrollar soluciones simples, seguras y razonables en términos económicos.

No menos importante es estudiar otras soluciones técnicas que vayan resolviendo los problemas de capacidad de los caminos, ya sea terceras trochas, canalizaciones, etc, todo adecuado al nivel de servicio existente y previsto en el mediano plazo.

Seguramente todas las instituciones y profesionales del sector estarán dispuestos a colaborar en este nuevo diseño dinámico de la Vialidad Argentina, que tome en cuenta soluciones posibles a los problemas existentes y los vaya planificando y encontrando recursos para los mismos.

Nuestra Asociación Argentina de Carreteras, esta próxima a cumplir 60 años de vida, y en este largo periodo hemos abogado por el desarrollo de un sistema que le sirva a la Nación y a sus habitantes, fomentando la incorporación de las experiencias locales e internacionales, en un campo en el cual todos los países de mundo se han visto presionados a la mejora de sus sistemas de transporte, y en general hacia su sistema vial.

Por ello seguiremos colaborando y ofreciendo ideas y experiencias para mejorar aun más nuestro sistema vial, sobre el que en estos últimos años hemos visto avances formidables, pero que enfrenta hoy nuevos desafíos.

Hemos aprendido del compartir experiencias, de buscar soluciones a los problemas y de encarar los mismos, aun conociendo las dificultades y complicaciones que muchas veces nuestro país ha tenido.

Por esa razón estamos comprometidos en el apoyo a todas las políticas que impliquen mejorar el transporte en Argentina, en el sector vial y en los demás modos de transporte, y este 60° Aniversario de vida nos encontrara en esta misma línea de acción.

En esta edición de nuestra Revista se reflejan las diversas actividades que desarrolla o participa la Asociación, entre ellas la 59° Convención de la CAC. De este evento se publica un resumen de la presentación del Ing. Fernando Lago. Asimismo integran este número, artículos con la opinión de profesionales que procuran despertar el interés y debate de los lectores sobre distintos aspectos del quehacer vial.

La habitual Sesión Técnica contiene trabajos de investigación y otros de divulgación, que siempre consideramos de utilidad para el sector. Hemos asumido las funciones del Comité Argentino de la Asociación Mundial de la Ruta y haremos un esfuerzo junto con la Dirección Nacional de Vialidad, para generar un canal de desarrollo tecnológico y de experiencias en aquel ámbito de para compartirlo con la comunidad del transporte de la Argentina.

Con este marco de referencia, estamos organizando el XVI Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito, que se realizará en la Ciudad de Córdoba, entre el 22 y el 26 de octubre retornando a la misma después de 78 años.

El Congreso, que nació en 1922, tuvo en 1937 a Córdoba como sede del III Congreso Nacional de Vialidad (así se llamó hasta 1940) pero, con una característica muy particular, ya que en esa década nacía la vialidad organizada. Por lo tanto, el Congreso no sólo fue la sede de las discusiones tecnológicas, sino que el presidente de la Nación, inauguró junto con el Congreso Nacional de Vialidad, la puesta en servicio de la ruta pavimentada entre Buenos Aires y Córdoba.

La Asociación Argentina de Carreteras premió como obra de la década a la autopista Buenos Aires-Córdoba retomando el espíritu de aquella primera integración con este más

moderno y eficiente sistema, para que sirva como un nuevo hito de la Vialidad Argentina frente a sus nuevos desafíos.

Esa similitud de situaciones de infraestructura y los problemas y desafíos que todas las provincias y los países de la región tienen, nos llevó a plantearnos el XVI Congreso en la ciudad de Córdoba, sede con lo cual estamos trabajando muy activamente con las autoridades provinciales y con las fuerzas económicas y productivas de la provincia.

Córdoba promete ser un lugar ideal para lograr una alta asistencia al Congreso, dada su ubicación mediterránea, el hub de transporte y sus atractivos generales. Su posición facilitará sin duda la participación de numerosos profesionales y técnicos de todas las provincias argentinas y del exterior.

Tal como ha ocurrido en anteriores reuniones, la organización y el éxito del Congreso será compartido por todo el sector, que como en otras oportunidades seguramente contará con la colaboración de un conjunto de Instituciones y Empresas Privadas, que participarán pensando en un país dispuesto a enfrentar los desafíos planteados, más que en su propio interés sectorial. Esperamos la participación de todos nuestros lectores.

Seguramente el XVI Congreso de Vialidad y Tránsito no solo será un hito de encuentros, experiencias y desarrollo tecnológico, sino también nos ayudara a enfrentar los desafíos del transporte, con inversión, e iniciativa y volverá a demostrar que esta incólume ese espíritu nacional que permitió crear las redes viales, los sistemas de transporte sobre la mismas, y un esquema que hay que mejorar a partir de avanzar con inversiones que nos permitan aprovechar nuestras ventajas competitivas para el bien de nuestra Nación. ♦



JUNTA EJECUTIVA

Presidente: **Lic. MIGUEL A. SALVIA**

Vicepresidente 1º: **Sr. HUGO R. BADARIOTTI**

Vicepresidente 2º: **Ing. JORGE W. ORDOÑEZ**

Vicepresidente 3º: **Lic. RICARDO REPETTI**

Secretario: **Ing. NICOLAS M. BERRETTA**

Prosecretario: **Ing. MIGUEL MARCONI**

Tesorero: **Sr. M. ENRIQUE ROMERO**

Protesorero: **Ing. ROBERTO LOREDO**

Director de Actividades Técnicas: **Ing. FELIPE NOUGUÉS**

Director de Relaciones Internacionales: **Ing. MARIO LEIDERMAN**

Director de Difusión: **Ing. GUILLERMO CABANA**

Director de Capacitación: **Sr. NESTOR FITTIPALDI**

Director Ejecutivo: **Ing. JORGE LAFAGE**

Director de Proyectos Especiales: **Arq. FERNANDO VERDAGUER**

Director de RRll y Comunicaciones: **Ing. JUAN MORRONE**

STAFF



CARRETERAS

Año LVI – Número 205
Marzo de 2012

Director Editor Responsable:
Lic. Miguel A. Salvia

Director Técnico:
Ing. Guillermo Cabana

Diseño y diagramación:
ILITIA Grupo Creativo

Impresión: FERROGRAF
Cooperativa de Trabajo Limitada
www.ferrograf-cti.com.ar
Boulevard 82 Nro. 535 La Plata.
Pcia. de Buenos Aires, Argentina.

revista@aacarreteras.org.ar
www.aacarreteras.org.ar

CARRETERAS, revista técnica, impresa en la República Argentina, editada por la Asociación Argentina de Carreteras (sin valor comercial).

Propietario: Asociación Argentina de Carreteras.

CUIT: 30-53368805-1

Registro de la propiedad intelectual (Dirección Nacional del Derecho de Autor): 519.969

Ejemplar Ley 11.723

Realizada por: Asociación Argentina de Carreteras

Adherida a la Asociación de la Prensa Técnica Argentina. Dirección, redacción y administración:

Paseo Colón 823, 7º Piso (1063) Buenos Aires, Argentina. Tel./fax: 4362-0898 / 1957



GRANDES OBRAS DE NUESTRO PAÍS - Pág. 12



CUESTIÓN DE PRIORIDADES - Pág. 18

INDICE



Próximos Eventos	08
Nota de Tapa	11
Grandes Obras de Nuestro País	12
Cuestión de Prioridades	18
Exposición del Ingeniero Fernando Lago de la CAC	25
59° Convención de la CAC	30
Soluciones para la Optimización de la Infraestructura Vial	32
Breves	38
Inauguración de la Escultura en Recuerdo de las Víctimas de Tránsito	40
La contaminación acústica, nuevo frente de la Comisión Europea	40
La importancia de la consultoría en la inversión vial	42
AEC señala la infraestructura como la clave...	44
Comité Argentino de la PIARC-AIPCR	45
Acto de Licitación: Ruta Nacional N° 8 en la Provincia de Bs. As.	47
Celebración de Fin de Año AAC	49
XXIV Congreso Mundial de Carreteras	50
Presentación del libro de Gestión 2008-2011	52

TRABAJOS TÉCNICOS

1. Aspectos a considerar al momento de definir exigencias de rugosidad en calzadas pavimentadas	56
2. Propiedades reológicas de asfaltos usados en mezclas asfálticas tibias	64
3. Reciclado de asfaltos modificados utilizados en mezclas asfálticas en caliente	70
4. Los Sistemas Wim como única alternativa válida para conocer el espectroreal de cargas que solicita a los pavimentos	77
4. Prescripciones para realizar un suelocemento in situ con garantías de calidad	84
6. Evaluación de la distancia de visibilidad disponible en el proyecto de caminos rurales	91

DIVULGACIÓN

7. Controles y tolerancias para bases de estabilizado recicladas	101
--	-----



SOLUCIONES PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL - Pág. 32



CELEBRACIÓN DE FIN DE AÑO - Pág. 49



Próximos Eventos

2012

» **Congreso Mundial de Túneles ITA-AITES**

18 al 23 de mayo
Bangkok, Tailandia
www.wtc2012.com

» **M & T EXPO**

29 mayo al 2 junio
Sao Paulo, Brasil
www.mtexpo.com.br

» **5º Congreso Europeo del Asfalto**

13 al 15 junio
Estambul, Turquía
www.eecongress2012.org

» **8va. Exposición Internacional de Equipamiento y Tecnología del Autotransporte de Carga**

Con presentaciones técnicas.
27 al 30 de junio
La Rural, Buenos Aires, Argentina
www.expotrade.com.ar

» **III CISEV Congreso Ibero-Americano de Seguridad Vial**

12 al 16 Junio
Bogotá, Colombia.
www.cisev.org.co

» **7º Simposio sobre características superficiales de los Caminos- SURF2012**

19 al 22 de Septiembre
Norfolk, USA.
www.piarc.org

» **VI Congreso Iberoamericano de Control de Erosión y Sedimentos**

1 al 4 de octubre
Granada España.
www.aecarretera.com

» **XVI Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito**

22 al 26 de Octubre
Córdoba, Argentina
www.aacarreteras.org.ar



2013

» **17º IRF World Meeting**

9 al 13 de noviembre
Riyadh, Arabia Saudita.
www.irf2013.com

2014

» **Congreso Mundial de la Vialidad Invernal**

4 al 7 de febrero
Andorra la Vella
www.piarc.org

2015

» **XXV Congreso Mundial de la Carretera**

2 al 6 de noviembre
Seúl. República de Corea
www.piarc.org

Construyendo Argentina.



JCR S.A.



Córdoba 300 - CP 3400 - Corrientes - Argentina.

Florida 547. Piso 16 - CP 1005 - Buenos Aires - Argentina.

www.jcrsa.com.ar



**PETROQUÍMICA
PANAMERICANA S.A.**

**PLANTA FABRICACIÓN ZARATE:
FABRICACIÓN DE EMULSIONES ASFÁLTICAS Y DILUIDOS
VENTA Y ENTREGA EN OBRA DE ASFALTOS Y FUELL-OIL**

TEL. FIJOS :(011) 4747-2358 / 4732-0393

CELULARES:(011) 15-3909-6097 / 6494-4700 / 4143-2034

PARQUE INDUSTRIAL ZARATE - Pcia. de Buenos Aires

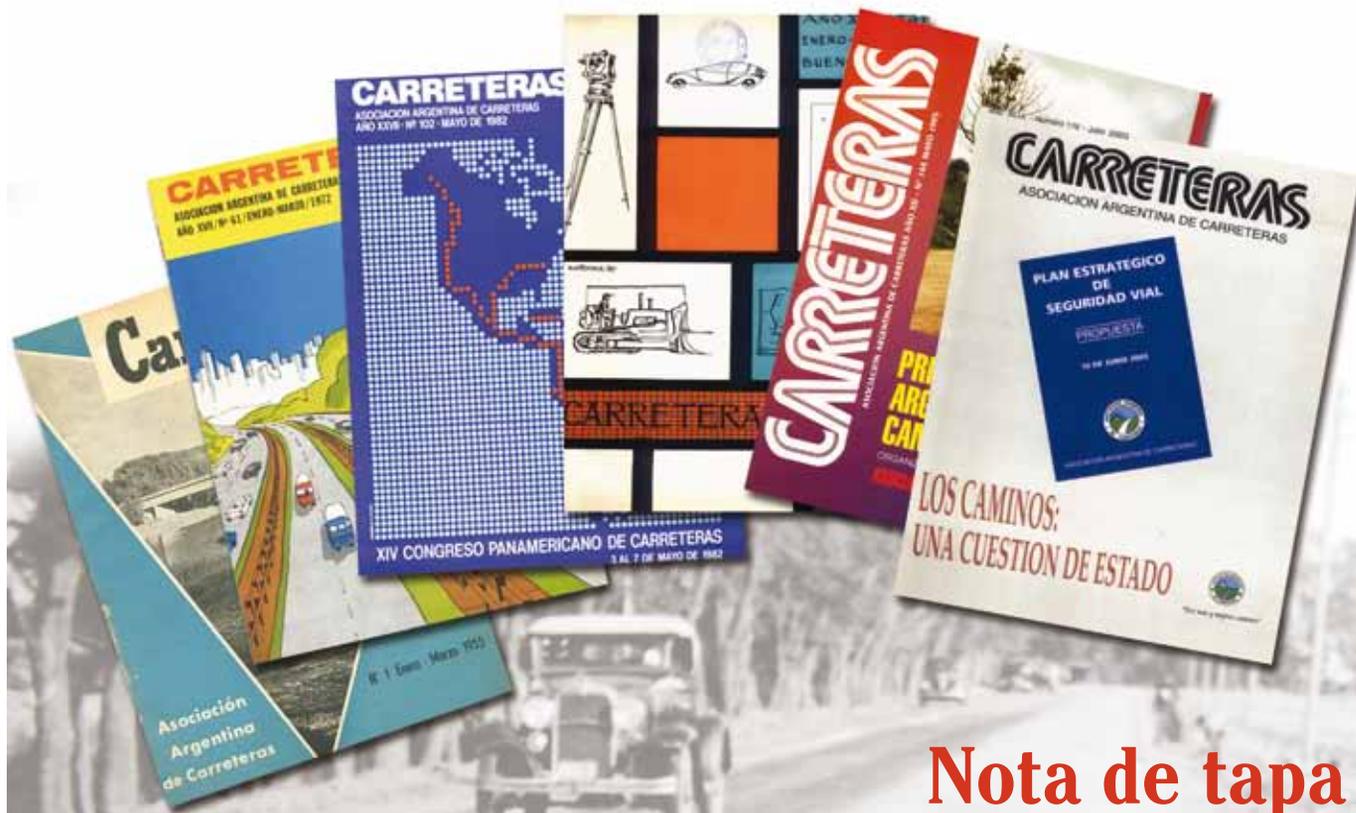
porelbuencamino@sion.com

**CONSTRUIMOS.
MANTENEMOS.
CREAMOS.**



helpport

www.arhelpport.com



Nota de tapa

La portada de esta edición está ilustrada con seis tapas de la Revista Carreteras, una por década. Repasando los editoriales de esas Revistas se percibe claramente la visión que tuvieron los directivos que nos precedieron acerca de la importancia del camino como herramienta para la vinculación y progreso de los pueblos.

Con el lema de **“Más y Mejores Caminos”**, abordaron los problemas propios de cada momento, sin perder de vista los grandes temas de permanente discusión como son la financiación de las obras viales, los caminos de bajo tránsito o rurales, las vías y accesos a núcleos urbanos de alto tránsito, la vinculación regional y la seguridad vial. **A lo largo de estos 60 años la Asociación atravesó periodos de luz y sombras, manteniendo siempre el espíritu que animó a nuestros antecesores de apoyar las iniciativas oficiales o privadas que nos condujeran a un aprovechamiento eficiente de los siempre escasos recursos para la obra vial; como asimismo elevó su crítica ante proyectos mesiánicos que no tuvieran el necesario y correspondiente aval técnico, económico y financiero.**

Estas tapas resumen de alguna manera las diversas actividades llevadas a cabo por la Asociación a lo largo de estos intensos y fecundos 60 años. Proponiendo planes de modernización de carreteras, apoyando y organizando Congresos regionales,

propiciando la incorporación de nuevas tecnologías, organizando eventos que lejos de perseguir un fin comercial incentiven la búsqueda de soluciones creativas a problemas concretos y presentando planes y proyectos destinados a paliar el flagelo de la inseguridad vial.

Una parte importante de la misión de la Asociación es favorecer la incorporación de conocimientos técnicos y el intercambio de experiencias entre los profesionales del sector. Mediante la organización de los Congresos Argentinos de Vialidad y Tránsito estas acciones cobran una significativa trascendencia. La presencia de reconocidos especialistas de nivel internacional, sustentan la importancia de estos eventos. La coherencia de fines y propósitos que anima a la Entidad, hace que su lema **“Por más y Mejores Caminos”**, mantenga la vigencia y actualidad transcurridos ya 60 años. Lidar por mayores presupuestos oficiales dedicados a la infraestructura vial, considerando a ésta como una inversión y no como un gasto, se convirtió en un factor

común de las predicas de la Asociación.

Felizmente y luego de la severa crisis por la que atravesó nuestro país, la obra vial retomó una senda que no debió abandonar nunca. El creciente parque automotor y la necesidad de transporte para pasajeros y cargas mediante el uso intensivo de las rutas, obliga a pensar en procedimientos integrales de mantenimiento del activo vial y el desarrollo de planes de obras plurianuales que prioricen la ejecución según la demanda a la que son sometidas.

La Asociación está abocada a una serie de estudios destinados a apoyar a las autoridades viales en la toma de las mejores decisiones respecto a la planificación y optimización de recursos, entendemos que esa es la manera de honrar la memoria de todos aquellos profesionales de organismos o independientes que aportaron sus experiencias y esfuerzos al servicio de la Entidad, dejando de lado intereses personales o comerciales. ♦

GRANDES OBRAS DE NUESTRO PAÍS

En el número 203 de nuestra Revista se mostraron algunas de las grandes obras encaradas por la Dirección Nacional de Vialidad. Estas obras bien pueden ser llamadas “emblemáticas”, por su envergadura, jerarquía y trascendencia socio-económicas. Sin embargo por razones de espacio, no pudieron ser incluidas otro número importante de obras que también podrían compartir esta denominación. Aquí presentamos alguna de aquellas, que finalizadas o en proceso de terminación tienen una importancia fundamental para sus zonas de influencia.

RUTA NACIONAL N°23

Corredor Bioceánico Nor - Patagónico

Inversión: 1042 millones de pesos | Longitud: 527 KM



RUTA NACIONAL N°150

Provincia de San Juan

Inversión: 872 millones de pesos

Longitud: 389 KM



RUTA PROVINCIAL N°11

Tramo Mar del Plata - Santa Clara del Mar

Inversión: 43 millones de pesos | Longitud: 10 KM





RUTA NACIONAL N°3

Autovía Trelew - Puerto Madryn

Inversión: 483.125.064,27 millones de pesos | Longitud: 60 KM



RUTA NACIONAL N°158

Tramo Villa María - Río Cuarto

Inversión: 281 millones de pesos | Longitud: 80,5 KM



ACCESO PARQUE NACIONAL

“Los Glaciares”

Inversión: 106 millones de pesos | Longitud: 30 KM

RUTA NACIONAL N°40

Tramo Tres Lagos - Emp. RP11

Inversión: 228 millones de pesos

Longitud: 128 KM



RUTA NACIONAL N°231

Corredor de los Lagos Argentino - Chileno

Inversión: 67 millones de pesos | Longitud: 32 KM





Cuestión de Prioridades

Enrique Miralles Olivar - *Director Técnico de la Asociación Española de la Carretera*

La Asociación Argentina de Carreteras viene sosteniendo desde sus inicios que el costo de la infraestructura vial no puede considerarse como un mero gasto corriente en la macroeconomía del país, sino más bien una inversión que brinda sus frutos a lo largo del tiempo. Frutos que escapan a la frialdad de las cifras oficiales para alcanzar el objetivo de más y mejores caminos. En tal sentido nuestra Entidad abogó siempre para que los recursos económicos, siempre escasos, se destinaran a las obras viales con racionalidad y eficiencia.

El artículo que sigue, si bien es reflejo de la realidad de España, en este particular momento de su historia, avala los conceptos sustentados por la Asociación respecto a calificar la inversión vial como un gasto social y el tal sentido con una alta rentabilidad para la sociedad en su conjunto.

El artículo presenta una revisión de la política de inversiones en infraestructuras de transporte en España, valorando el marcado carácter social y económico que representan las carreteras en nuestro país. Finalmente, a la vista de los criterios expuestos, el autor propone llevar a cabo una política de inversiones consistente con la coyuntura económica actual, en la que se prioricen las inversiones en proyectos cuya rentabilidad esté fuera de toda duda y se garantice la seguridad y el valor patrimonial de la red viaria española.

España cuenta con un extraordinario patrimonio vial. Más de 165.000 km de carreteras (de las cuales alrededor de

15.000 km corresponden a vías de gran capacidad) han contribuido a una mejor vertebración del territorio, pasando de una concepción radial a una red mallada.

El valor patrimonial de la red española por su coste de reposición asciende a 170.875 millones de euros (a), siendo el valor de la Red de Carreteras del Estado 70.000 millones de euros. Numerosos informes y estudios llevados a cabo por Universidades e instituciones como la OCDE o el Banco Mundial cifran entre el 2% y el 3% del valor patrimonial las estimaciones anuales de inversión en conservación y explotación, lo que supondría invertir entre 3.414 y 5.126 M € en el total de la red viaria española y de 1.400 a 2.100 M € en la Red de Carreteras del Estado, en contraposición con lo

estipulado en los Presupuestos Generales de Estado para 2011, que anunciaban una partida de 1.085 M € en este concepto para la red competencia del Ministerio de Fomento. España atraviesa una profunda crisis económica y financiera que afecta tanto a la iniciativa privada como a las administraciones públicas. Es frecuente en estos días escuchar a líderes políticos decir que es imprescindible recortar el gasto en todas las partidas excepto en aspectos sociales como la educación y la sanidad. Este artículo pretende cuestionar las políticas imperantes de inversión en infraestructura y demostrar que la inversión en carreteras (no sólo en construcción, sino también y fundamentalmente ahora en conservación y mantenimiento) es un gasto social.

LA INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA VIARIAS, UN GASTO SOCIAL

El diccionario de la Real Academia Española define Gasto Social como la “partida del gasto público destinada a cubrir necesidades básicas de los ciudadanos”.

Cabe preguntarse entonces qué consideran las administraciones públicas como necesidades básicas de los ciudadanos. Analizando los programas de los partidos políticos y los Presupuestos Generales del Estado y de las Comunidades Autónomas, es fácil identificar las partidas que quedan incluidas en este concepto: la educación, la sanidad y la vivienda son aspectos que nadie duda enmarcar dentro del gasto social. Pero, ¿y la inversión en infraestructuras viarias?, ¿acaso no es una necesidad básica contar con una adecuada red de transporte por carretera que permita al usuario desplazarse con libertad y, lo más importante, con seguridad, hasta su destino?

La carretera garantiza la vertebración del Estado, evitando desigualdades y acercando a los ciudadanos a los servicios básicos. El medio rural en España abarca el 90% del territorio y en él reside un 20% de la población (hasta un 35% si se incluyen las áreas periurbanas). En las áreas rurales de movilidad laboral quedan estrechamente ligadas a las infraestructuras de transporte, especialmente a las viarias, ya que son éstas las que proporcionan el mayor grado de accesibilidad. Esta movilidad laboral facilita el acceso a mejores condiciones salariales y oportunidades, siendo en muchas ocasiones una opción forzada debida a la escasez de empleo local.

Según un estudio realizado por la Fundación La Caixa (1):

“la desigualdad en el acceso y los usos de la movilidad ilustran unas condiciones sociales dispares para flexibilizar los tiempos y espacios cotidianos, desarrollan las relaciones laborales y las responsabilidades sociales. La inmovilización o la precarización en relación con la movilidad, en un sentido amplio, supone una constricción de las oportunidades. [...]”

Los mercados de trabajo rurales presentan una fragilidad que, a menudo, sólo pueden ser superadas mediante movilidad”.

Para los trabajadores de las áreas rurales, y en general para todos los usuarios y empresas, es una necesidad básica que exista una adecuada red viaria en buen estado de conservación que garantice la accesibilidad a cualquier punto de la geografía española con la máxima seguridad posible, ya que de ello depende en gran medida sus puestos de trabajo y la eficacia de sus negocios.

En España, en 2007, había registradas 138.599 empresas de transportes de mercancías y 65.833 de transporte de viajeros por carretera, que daban empleo a casi 595.000 personas.

La carretera, por ser el modo de transporte más flexible, amplía las oportunidades de empresas y usuarios, acercando zonas deprimidas a centros generadores de empleo. Además, constituye el principal medio de acceso a servicios básicos como la educación, la sanidad o la vivienda. Su efecto reactivador de la economía está comprobado y son numerosas las externalidades positivas que trae consigo. La dimensión social y económica de la carretera está más que demostrada, por lo que más que de gasto social deberíamos hablar de inversión social, ya que es evidente el retorno que produce el sector viario en la economía de una región o de un país.

CUESTIÓN DE PRIORIDADES

El estado y las comunidades Autónomas elaboran sus presupuestos atendiendo a una serie de criterios. A continuación se detallan los más importantes:

• Sociales:

Algunos de los gastos contemplados en los presupuestos de las administraciones públicas tienen la consideración de sociales, entendidos como aquellos destinados a cubrir las necesidades básicas de los ciudadanos. La sanidad, la educación o la vivienda son algunos de los conceptos priorizados en base a este criterio.

• Económicos:

Las administraciones públicas deben garantizar la estabilidad presupuestaria y cumplir el límite de gasto establecido, especialmente en época de crisis económica como la que atraviesa España en la actualidad. En el seno de la Unión Europea, los Estados miembros deben cumplir con una serie de objetivos para no poner en peligro la estabilidad económica y financiera de Europa. La inversión en sectores capaces de ejercer un efecto multiplicador en la economía de un país debería ser uno de los criterios de mayor peso, pero no siempre es así.

• Estratégicos:

Cada país, cada Comunidad Autónoma, presenta unos modelos productivos específicos. Existen países o regiones que se caracterizan por su sector primario, otros son conocidos por su alto grado de innovación y desarrollo o bien por depender en gran medida de sectores como el turismo o la construcción. Los presupuestos pueden ser confeccionados con la estrategia de perpetuar dichos modelos o bien tratar de cambiarlos en situaciones de crisis, algo que en cualquier caso no se consigue a corto plazo



• Políticos:

A nadie escapa el hecho de que muchas de las inversiones llevadas a cabo se deben a compromisos políticos preestablecidos, dejando a un lado en numerosas ocasiones los pertinentes análisis de rentabilidad imprescindibles a la hora de comprometer importantes recursos económicos del erario público. Las políticas de gasto público también tiene mucho que ver con el ideario político de los partidos encargados de confeccionar los presupuestos. La activación de la economía a través de la iniciativa privada o la conservación del medio ambiente son ejemplos de políticas que pueden condicionar el volumen y destino de las inversiones.

En un país azotado por el paro, con un tejido empresarial en el sector del transporte por carretera que cuadruplica el número de empresas alemanas de transporte de mercancías y casi triplica el de transporte de viajeros en el país germano, parecería lógico que la inversión en infraestructura de transporte guardara alguna relación con sus necesidades reales de los usuarios, la demanda y el volumen de negocio del sector. A continuación comprobaremos que esto no es así.

De todos los medios de transporte existentes, la carretera es el elegido por la mayoría de los usuarios y empresas tanto para el transporte de viajeros como para el de mercancías, tal y como puede apreciarse en las Figuras 1 y 2. Los usuarios escogen el modo de transporte valorando fundamentalmente los siguientes criterios:

• Económicos

Salvo en ocasiones especiales, en las que se valoran en mayor medida aspectos como la comodidad o la rapidez (viajes de negocios), los usuarios suelen basar su elección en la oferta más económica.

• Accesibilidad

Constituye un aspecto fundamental. Es importante contar con una red integral de transporte que permita realizar intercambios en determinados nodos, sin embargo, el usuario valora en gran medida el servicio puerta a puerta mediante un único modo de transporte. En este sentido, la carretera, por su flexibilidad y longitud de red cobra ventaja frente a otros modos.

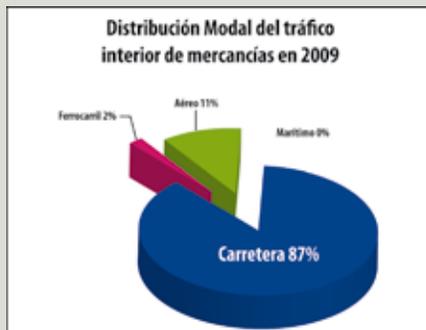


Figura 1. Distribución modal del tráfico interior de viajeros en 2009 ⁽¹⁾

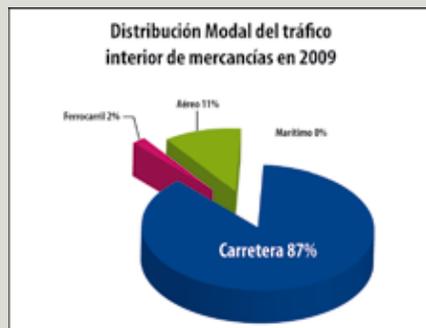


Figura 2. Distribución modal del tráfico interior de mercancías en 2009 ⁽¹⁾

• Rapidez

Representa un factor a tener muy en cuenta en determinadas ocasiones: viajes repentinos o de negocios, etc. El tren de alta velocidad es muy competitivo en este terreno, especialmente con el avión.

• Comodidad

Algunos modos de transporte como el aéreo aún deben encontrar un sistema de gestión

de la seguridad que sea más compatible con la comodidad de los usuarios.

• Seguridad

Este aspecto es, sin duda, el punto débil de la carretera frente a otros modos de transporte, puesto que el número de víctimas en siniestros viales no tiene parangón con ningún otro modo.

Tanto los usuarios como las empresas tienen en cuenta estos criterios a la hora de hacer su elección y, a la vista de los datos, está claro que la carretera es el modo de transporte más rentable para sus intereses. Sin embargo, en contra de los que parecería lógico, el 60% de la inversión se destina a un modo que soporta únicamente el 5,21% de los viajeros y el 2,18% de las mercancías, tal y como se presenta en los Presupuestos del Ministerio de Fomento para el año 2011 (Figura 3).

Una política de transportes coherente debería repartir las inversiones teniendo muy en cuenta la demanda de cada modo, sin embargo, la estrategia nacional de los últimos diez años ha venido marcada por el llamado reequilibrio del transporte en aras de una reducción de las emisiones contaminantes. He aquí la principal justificación para ignorar una política racional de inversiones tratando de trasvasar pasajeros y mercancías a un modo de transporte que no es competitivo con la carretera y no lo será mientras sean los usuarios los que escojan libremente su mejor opción.

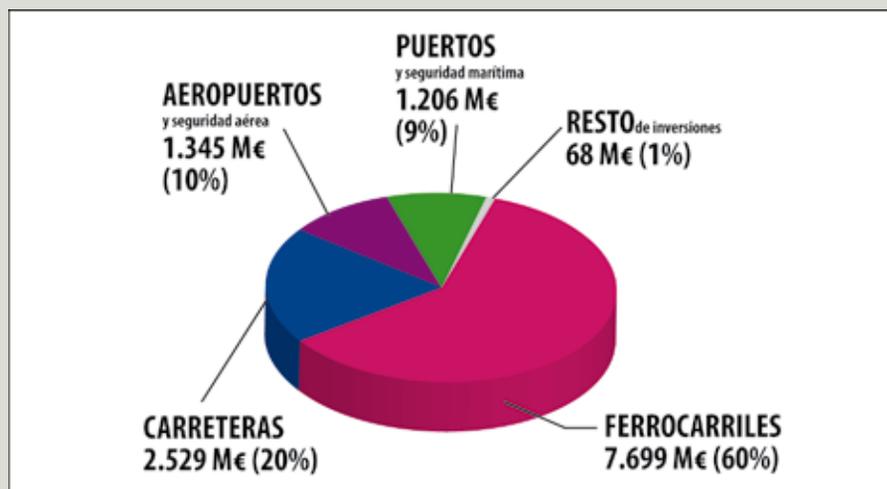


Figura 3. Inversión por modos de transporte en el año 2011 (Fuente: Ministerio de Fomento)



Figura 3. En la conversión de la red, el Ministerio de Fomento invierte 17 veces más en el ferrocarril que en la carretera, a pesar de que esta última soporta 17 veces más volumen de viajeros y 40 veces más volumen de mercancías que el ferrocarril.

Cabe preguntarse si esta política está consiguiendo su objetivo, modificando sustancialmente la tendencia en el reparto modal del transporte. Las ilustraciones de las Figuras 4 y 5 demuestran que, durante los últimos 7 años, no se ha registrado ninguna variación significativa en el reparto modal, a pesar de haberse inaugurado grandes obras ferroviarias de alta velocidad (ver Figura 6) como las líneas Madrid-Zaragoza (2003), Madrid-Toledo (2005), Madrid-Valladolid (2007), Córdoba-Málaga (2007) o Madrid-Barcelona (2008).

En lo referente a conservación de la red, el Ministerio de Fomento invierte 17 veces más en el ferrocarril que en la carretera (por viajero-km), a pesar de que la infraestructura viaria soporta 17 veces más el volumen de viajeros y 40 veces más volumen de mercancías que el ferrocarril (ver Foto 3). Si analizamos la inversión en conservación respecto a la longitud de la red(a), en 2011 se presupuestaron 79.152 €/km para el ferrocarril por 41.833 €/km en el caso de la carretera.

Muchos economistas defienden que la inversión en infraestructura constituye una política contracíclica adecuada en tiempos de crisis, ya que sirve para combatir un ciclo de depresión económica, generando empleo y ejercitando un efecto multiplicador muy beneficioso para la economía. Siguiendo este argumento, es fácil entender que, en épocas donde el gasto público se encuentra muy limitado, es imprescindible escoger adecuadamente las infraestructuras donde se deben invertir, no sólo porque sean necesarias (condición sine qua non), sino porque puedan ayudar a generar empleo y fomentar la actividad económica del país.

De hecho, la inversión en infraestructura produce, en el corto plazo, un retorno fiscal de 59%(a), que en el largo plazo, al considerar los efectos inducidos, se aproxima al 80%.

Las Figuras 7 y 8 presentan el volumen de negocio y trabajadores por modo de transporte en distintos países de la Unión Europea.



Figura 4. Evolución del tráfico interior de viajeros según modos de transporte ^(b)



Figura 5. Evolución del tráfico interior de mercancías según modos de transporte ^(b)



Figura 6. Red de ferrocarril de alta velocidad

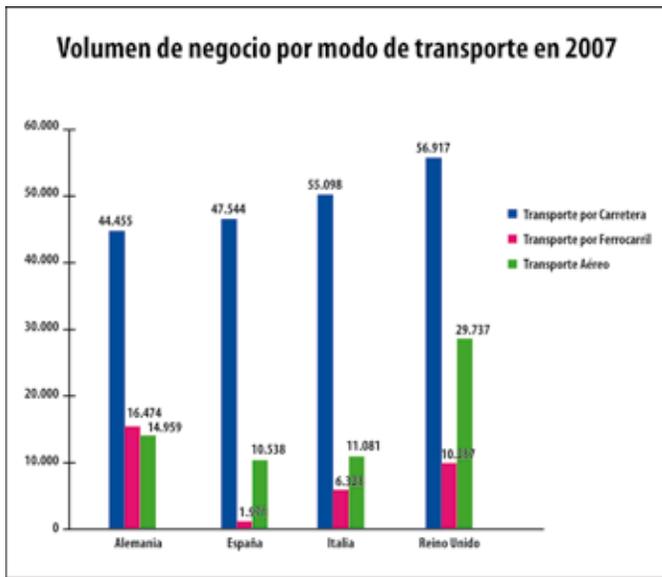


Figura 7. Volumen de negocio por modo de transporte en la UE (2007)⁽⁹⁾

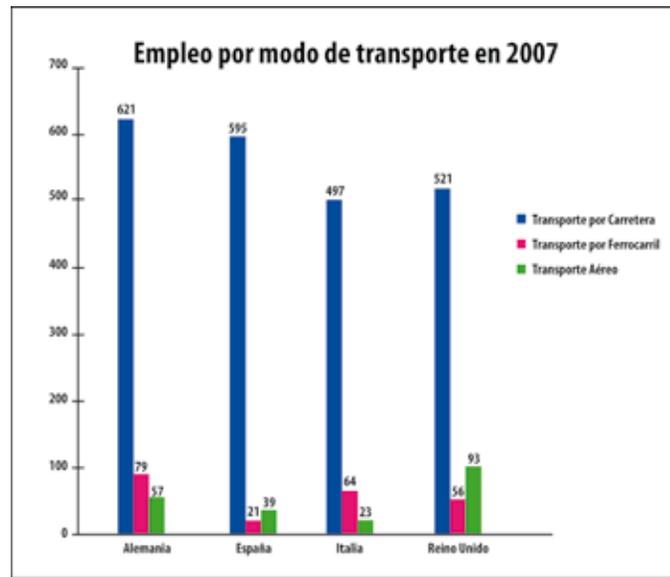


Figura 8. Empleo por modo de transporte en la UE (2007)⁽¹⁰⁾

A la vista de las gráficas anteriores queda clara la diferencia existente entre modos de transporte en cuanto a generación de empleo y volumen de negocio se refiere. En épocas de bonanza económica, bien está aumentar el patrimonio de infraestructura de transporte de un país, siempre y cuando estén justificadas, porque lamentablemente inversiones en infraestructuras deficitarias se han llevado a cabo en todos los modos de transporte. Sin embargo, en tiempos donde el gasto público debe centrarse en

las necesidades básicas de los ciudadanos, tratando de no comprometer más recursos que los estrictamente necesarios, es imprescindible llevar a cabo una política racional de inversiones, teniendo en cuenta la realidad del transporte en nuestro país. Muchos son los esfuerzos llevados a cabo por las administraciones públicas, no sólo españolas, sino también europeas, para potenciar el llamado reequilibrio del transporte, sin embargo las cifras no dejan lugar a dudas: hoy por hoy la carretera no

tiene competencia en el transporte interior de viajeros y mercancías. Entonces, ¿no sería más realista invertir más recursos en seguridad, investigación y desarrollo para conseguir que el modo de transporte preferido por el 90% de los usuarios sea más sostenible de lo que es en la actualidad, en lugar de comprometer recursos presentes y futuros en proyectos de muy dudosa rentabilidad? ♦





nuevos caminos,

Ruta Prov. N° 28 - Emp. Ruta Nac. N° 81 - Emp. Ruta Nac. N° 86 / Prov. de Formosa



Ruta Nac. N° 3 Buenos Aires - La Matanza / Prov. de Buenos Aires



nuevos desafíos...

Ruta Prov. N° 82 - Camino del Perilago del Embalse Potrerillos / Prov. de Mendoza

En 25 años de trabajo, hemos recorrido un largo camino...
Ayudamos a mejorar la seguridad vial y a acortar las distancias con la construcción de 2.508 KM de rutas y autopistas en distintas provincias argentinas; levantamos 2.965 Mts. lineales de puentes, diseñamos y construimos 4 grandes circunvalaciones; mejoramos 4 pistas de aeropuertos....



ROVELLA CARRANZA

www.rovellacarranza.com.ar

TRABAJOS TÉCNICOS
IMPORTANTES PREMIOS



XVI CONGRESO ARGENTINO DE VIALIDAD Y TRÁNSITO

7^{ma} EXPOVIAL ARGENTINA



22 al 26 de OCTUBRE 2012

COMPLEJO FERIAL CÓRDOBA - CIUDAD DE CÓRDOBA . ARGENTINA

IX CONGRESO INTERNACIONAL ITS
XXXVII REUNIÓN DEL ASFALTO

XXXVII
REUNIÓN DEL
ASFALTO



SEMINARIO INTERNACIONAL DE PAVIMENTOS DE HORMIGÓN

A efectos de materializar el reconocimiento del esfuerzo,
la dedicación y el aporte técnico y científico de los autores de Trabajos Técnicos,
la **Comisión Organizadora del XVI Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito**
ha resuelto establecer una importante cantidad de premios.

Al impulso inicial de la **Asociación Argentina de Carreteras**, se han sumado la **Escuela de Caminos de Montaña de la Universidad Nacional de San Juan**, la **Comisión Permanente del Asfalto**, el **Instituto del Cemento Portland Argentino** e **ITS Argentina**

lo que se traduce en una suma de premios superior a los **U\$D 27.000**
y buscan recompensar el empeño de los profesionales, bregando por elevar el nivel técnico y científico
de las distintas disciplinas que hacen al quehacer de estos Congresos.

NUEVO PLAZO PARA LA PRESENTACIÓN DE RESÚMENES: 30 DE ABRIL

PARA MÁS INFORMACIÓN: www.congresodevialidad.org.ar

ORGANIZAN



Asociación Argentina
de Carreteras



CONSEJO VIAL FEDERAL



Provincia de Córdoba

COORGANIZAN



COMISIÓN PERMANENTE
DEL ASFALTO



INSTITUTO VIAL
IBERO-AMERICANO



WORLD ROAD
ASSOCIATION
MONDIALE
DE LA ROUTE

COLABORAN



Agencia Nacional
de Seguridad Vial



EXPOSICIÓN DEL INGENIERO FERNANDO LAGO* DE LA CÁMARA ARGENTINA DE LA CONSTRUCCIÓN



En los últimos años mucho se ha hecho en cuanto a la inversión en infraestructura económica y social en nuestro País. Sin embargo se debe mirar al futuro, hoy existe conciencia de que la planificación es una herramienta valiosa para orientar el crecimiento del país, de que se debe pensar

a 10 años y de que todos los sectores deben contribuir a ello. El objetivo común debe ser lograr un desarrollo integrado que lleve a un País productivo, socialmente equitativo y ambientalmente responsable, en cada región en nuestro País

Como institución la Cámara Argentina de la Construcción es consciente que para ello no basta una propuesta de inversión en infraestructura y vivienda, pero entiende que este puede ser su aporte como institución que asume aquellos compromisos.

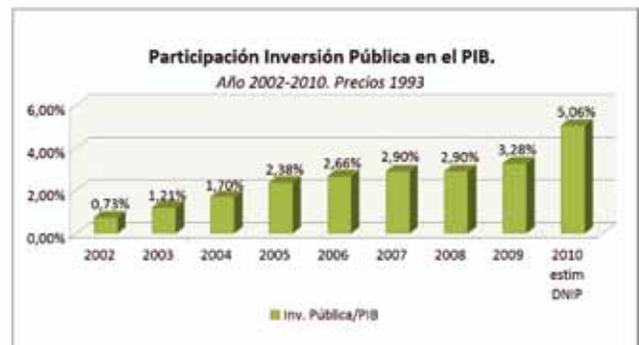
La Cámara Argentina de la Construcción planteó en 2006, cuál era el requerimiento de inversión en construcción de infraestructura y vivienda para sostener un crecimiento continuado del PBI del País del 5% anual.

La hipótesis utilizada era que la inversión bruta interna fija debía ser mayor que el 22% del PBI y 60% de ella destinada a construcción. Corresponde señalar que la porción pública de la inversión en construcciones no dejó de crecer en ese periodo alcanzando un 5,06% del PBI en 2010, según información provisoria de la Dirección Nacional de Inversión Pública.

Gracias a ese nivel de inversión pública y privada entre otros factores, el PBI creció desde 2005 más que lo previsto en aquellos estudios. En 2010 se alcanzó el PBI que éstos preveían para 2011. En efecto el PBI creció hasta 2010 un 38,51% respecto a 2005. 4,74 puntos porcentuales adicionales a lo proyectado. Sin embargo el desafío para la próxima década es mantener el crecimiento cuando ya no queda capacidad instalada ociosa, cuando el uso de la infraestructura existente, durante cinco años de alto nivel de actividad, la ha deteriorado y cuando hay que resolver demandas sociales crecientes, impuestas por el progreso y el desarrollo alcanzado.

De acuerdo a la opinión de los distintos sectores y de los actores productivos los signos de cuello de botella derivados de la infraestructura actual ante una intención de crecimiento continuado por una década son:

- Congestión vial con alta incidencia de accidentes, aglomeración de camiones en acceso a puertos en particular durante los períodos de embarque de la producción.
- Deterioro creciente en el estado de los caminos derivado de su uso intensivo.
- Falta de caminos rurales de circulación permanente para la salida oportuna de la producción.



Otros son:

- La caída de la carga ferroviaria en ramales como el ferrocarril Belgrano a una pequeña fracción de los registros históricos. Este es un retroceso en el uso eficiente de recursos y castiga la competitividad de la producción de las zonas servidas.
- Deterioros en materiales rodantes en los ferrocarriles, velocidad de trenes incompatibles con un servicio eficiente.
- Efecto pernicioso del tránsito de cargas en los accesos a puertos sobre las ciudades.
- Encarecimiento de fletes para la producción regional e insuficiente uso del modo fluvial, como medio de salida de la producción del Litoral.

EXPOSICIÓN DEL INGENIERO FERNANDO LAGO DE LA CÁMARA ARGENTINA DE LA CONSTRUCCIÓN *(continuación)*

- Otros cuellos de botella son una reserva de capacidad en la potencia eléctrica instalada en el límite técnico, ello provoca restricciones al uso industrial en días de calor o frío significativos, y puede tener consecuencias en los años secos por menor producción en las usinas hidroeléctricas.

También una mayor participación de los combustibles fósiles en la generación de energía, con el mayor costo operativo consecuente y la mayor generación de gases de efecto invernadero.

Una mayor participación de la importación de combustibles y energía en el comercio externo, con efectos negativos sobre la balanza comercial y el nivel de reservas internacionales.

En otros aspectos los cuellos de botella son la reiteración de los perjuicios provocados por inundaciones, crecientes y otros fenómenos naturales. La necesidad de superar la mala distribución regional de recurso agua, la ampliación del déficit habitacional, pues no se llega a construir las 120.000 nuevas viviendas por año, 55% de ellas, destinada para sectores que dependen de acciones públicas, requeridas por el crecimiento vegetativo de la población. Por tanto, no se disminuye el déficit habitacional total preexistente.

Insuficiencia por otra parte en la construcción de infraestructuras urbanas adecuadas a los nuevos habitantes de las ciudades, para atender el crecimiento vegetativo de la población y las migraciones.

Y por último las grandes carencias de drenajes pavimentos, alumbrado público, gas, agua, cloacas, en las en las zonas suburbanas.

En otros aspectos los cuellos de botella son el deterioro del estado de funcionamiento del stock existente de escuelas y hospitales, a pesar de las inversiones realizadas el País aún se encuentra lejos de cumplir con las metas del milenio de las Naciones Unidas en la provisión de acceso a redes de agua y saneamiento.

Existe también insuficiencia en el tratamiento de residuos sólidos urbanos, en la mayoría de los centros urbanos, y existe la necesidad de mejorar los sistemas de transporte público para reducir los tiempos perdidos en el traslado al trabajo de los ciudadanos.

Las metas propuestas para consolidar el crecimiento y para resolver los cuellos de botella que éste puede provocar, según estudios de la Asociación Argentina de Carreteras son, adecuar la red vial al tránsito creciente de acuerdo a normas técnicas que contemplen esos niveles de utilización. Las velocidades actuales y la seguridad de los usuarios y peatones.

Adecuar el mantenimiento de la red vial para evitar llegar a estadíos de desgaste excesivo, y que la recuperación es más onerosa. Reorganizar el sistema multimodal de transporte para ser frente al desafío de producciones agrícolas e industriales crecientes con menores costos y menor impacto ambiental.

Mayor participación del modo ferroviario en el transporte de carga y en el transporte urbano de pasajeros, mayor participación del transporte fluvial en el transporte de carga adecuando puertos, silos, vías navegables y las regulaciones.

Las metas propuestas en cuanto a energía y agua son proveer energía al crecimiento, es decir, agregar la generación requerida cada año, para atender la mayor demanda derivada de un nivel de actividad creciente.

Tender al 20, 20, 20 propuesto por la Comunidad Económica Europea es decir, el 20% de matriz energética total proveniente de fuentes renovables para el año 2020 y avanzar en el uso racional de la energía disponible.

Extender y mantener las redes de distribución de energía eléctrica y gas y racionalizarlas.

Optimizar el uso del recurso agua, mediante manejo de las inundaciones y crecientes y prevención de los daños derivados.

Extensión del riego con fines productivos y construcción de acueductos regionales.

Las metas propuestas en cuanto a vivienda y ciudades son reducir el déficit habitacional, continuando con la política de vivienda social, desarrollar políticas de viviendas para sectores medios que impliquen algún grado de subsidio a la demanda. Cumplir la meta del derecho constitucional al acceso universal a la vivienda en 20 años y por otro lado mejorar las ciudades optimizar la densidad poblacional de las ciudades y planificar su crecimiento para ser más racional la inversión en infraestructura.

Cumplir las metas del milenio ampliadas, en cuanto al acceso al agua y el saneamiento, alcanzar el acceso universal a la escuela equipada y el centro de salud moderno, dar infraestructura urbana, es decir, pavimentación, veredas, drenaje, alumbrado público, seguridad electrónica, transporte público, a zonas de nuevas viviendas y a las zonas que aun no disponen de todos los servicios urbanos.

Mejorar la eficiencia energética de edificios construidos y a construir, implementar redes inteligentes de distribución eléctrica y la generación distribuida de energía. Proveer gas por redes a sectores que carecen del servicio.

Mejorar el transporte público en las aglomeraciones urbanas.

Desincentivar el transporte individual.

Mejorar el tratamiento de residuos sólidos urbanos y por otro lado dotar a los ciudadanos de servicios de comunicación, información y entretenimiento modernos.

Concretar la inversión requerida para alcanzar esas metas durante la presente década del 2012 al 2021 es un enorme esfuerzo que ha sido valorizado por especialistas de cada rama en estudios ya completados y que están a vuestra disposición.

Esas valuaciones revisables mediante el aporte de todos los actores del sector, tienen distinto grado de certidumbres según la información disponible, pero en conjunto dan una idea aproximada del esfuerzo económico financiero a realizar.

Como resultado de esos estudios puede resumirse la inversión a realizar, pública y privada para lograr un crecimiento continuado según los siguientes cuadros. Los detallados estudios que sirvieron de base para esta presentación se resumen en los cuadros siguientes: en general para su confección se ha utilizado la información preparada por distintos sectores públicos y privados, como el plan estratégico territorial y los planes de obras de entes públicos y secretarías de estado y publicaciones de cámaras sectoriales o emprendedores.

Como en el resto de los casos se señala en el cuadro la inversión en construcciones privada y la pública, así como la inversión privada en infraestructura. Se incluyen también las erogaciones requeridas para recuperar infraestructura preexistentes y para su mantenimiento durante la década.

En cuanto a la cuantificación de las inversiones en energía, según las pautas anteriores se resumen aquí las investigaciones realizadas. En cuanto a la cuantificación de la inversión en agua e infraestructura social, se vuelca un cuadro similar.

En cuanto a vivienda y vivienda social el déficit habitacional crónico en Argentina incluyendo viviendas de estado irrecuperable, hacinadas y viviendas a recuperar, calculado al 2009 era de 2.500.000 soluciones habitacionales, a ese déficit se agregan cada año las necesidades adicionales que se generan por el crecimiento neto del número de hogares por crecimiento vegetativo de la población, estimada en unas 120.000 viviendas adicionales. 65.000 de las cuales corresponden a los sectores más desprotegidos.

Estos estudios entienden que para cumplir preceptos constitucionales se debe tender a la eliminación del déficit acumulado en 20 años pero construyendo cada año las 65.000 nuevas viviendas sociales para atender la formación neta estimada de nuevos hogares en ese sector socio-económico.

Entonces para eliminar en 20 años el déficit pre existente se debería construir además la veintava parte de las 700.000 viviendas irrecuperables estimadas en 2009. Se entiende que el grueso

de ellas está siendo ocupado por quienes sólo pueden acceder a las viviendas sociales.

Ello da una meta de 100.000 nuevas viviendas sociales por año. Durante los 20 años debería además realizarse el mejoramiento de los 1,8 millones de viviendas recuperables, pero de calidad deficiente estimadas a la fecha indicada, lo que implica realizar 90.000 mejoramientos por año.

Se incluye en este resumen la estimación de las inversiones en vivienda social y la a realizar por el sector privado para sectores medios.

Según estudios presentados por la Cámara en la Convención del año pasado, la concreción de este renglón requerirá de políticas activas de promoción del crédito hipotecario para sectores medios y un cierto monto de subsidio a la demanda que sea incluido en el resumen.

En cuanto a infraestructura urbana en este capítulo se han realizado estimaciones propias en algunos aspectos pero basados en los estudios sobre densidad urbana y sus efectos sobre la inversión en infraestructura realizados por el Instituto superior de urbanismo de la facultad de arquitectura de la Universidad de Buenos Aires.

Finalmente se incluyen estimaciones de inversión pública y privada en otros sectores como comunicaciones, nuevas tecnologías, industria, agro, minería, turismo, basadas en información publicada por las secretarías de estado con incumbencia en cada sector, noticias periodísticas de anuncios de emprendimientos privados, y un análisis sobre inversión en instalaciones para acopio y para riego para el sector agrario.

El esquema propuesto como resultado de los estudios realizados, implica una inversión pública en infraestructura económica y social del orden del 6,89% del PBI durante 10 años. A ello se agrega una contribución de inversiones privadas en infraestructura realizada por concesionarios, prestadores de servicios públicos, emprendedores, etc... del orden del 2,01% del PBI.

La inversión total propuesta para el desarrollo y la recuperación total de la infraestructura sería entonces del 8,9% del PBI.

Sin embargo debe señalarse que este monto incluye alrededor del 3,34% del PBI para la recuperación de infraestructuras existentes deterioradas, y para el mantenimiento de las estructuras existentes y a construir lo que en términos rigurosos no constituye inversión en nueva infraestructura.

EXPOSICIÓN DEL INGENIERO FERNANDO LAGO DE LA CÁMARA ARGENTINA DE LA CONSTRUCCIÓN *(continuación)*

La inversión neta propuesta en nuevas infraestructuras sería entonces del 5,56% del PBI. Como señalan la mayoría de los tratadistas macroeconómicos y los anteriores estudios de la Cámara del 2006, este nivel de inversión garantiza un crecimiento continuado del PBI mayor que el 5% anual acumulativo.

Esto llevaría a un crecimiento del PBI en la década del 66%. Lo realizado los últimos años, la experiencia de los países que crecieron en las últimas décadas y la capacidad de trabajadores y empresarios argentinos permiten creer que es posible alcanzar dichas metas, que vale la pena esforzarse para lograrlo.

La comparación con los valores alcanzados por una serie de países en 2009 para los casos en que los datos están disponibles, muestran que son valores alcanzables. Sin duda el elemento determinante del éxito es el acceso al financiamiento. Por supuesto, semejante esfuerzo requerirá de la participación de todos los sectores.

A efectos de identificar las posibles fuentes de financiamiento la Cámara ha firmado convenios para el estudio del tema con la facultad de ciencias económicas de la Universidad de Buenos Aires y con un grupo de destacados economistas. Los estudios se encuentran en curso pero ya podemos adelantar una perspectiva optimista acerca de la factibilidad del plan propuesto.

En este sentido todos los expertos sostienen que la existencia de una gran masa de liquidez en el mercado financiero local e internacional así como un abultado stock de inversiones en instrumentos financieros locales canalizado por los inversores institucionales, confieren un marco favorable para diseñar una estructura de financiamiento que resulte confortable para los requerimientos del mercado y sus distintos actores, al tiempo que permita el redireccionamiento de las inversiones desde lo estrictamente financiero hacia la economía real en coincidencia con explícitas políticas del Estado Nacional. Los trabajos en curso analizan las distintas alternativas de financiamiento indicadas en la imagen para la infraestructura.

Para ello se recurrirá entre otras a las siguientes fuentes de financiamiento. Mantenimiento del nivel de inversión pública en valores del 5% del PBI, monto alcanzado en 2010 según la dirección nacional de inversión pública, o su incremento en función de las posibilidades presupuestarias.

Reasignación de los subsidios a favor de los sectores sociales más desfavorecidos, tendiendo al subsidio en la demanda en lugar del subsidio a la oferta, sincerando las tarifas para los demás sectores de modo de reducir el impacto global de los subsidios y liberar fondos públicos para la inversión reproductiva, proceso que el estado nacional ya ha iniciado. Implementación de fondos específicos administrados por fideicomisos ad hoc que se destinarían a construir infraestructura para sectores que con el tiempo pueden pagarlas, es el caso de algunos desarrollos urbanos, financiables en

cierta medida mediante la creación y venta de suelo urbano creado mediante cambios en la legislación urbanística según la propuesta de la Cámara de 2009 aplicable a la construcción de infraestructura para sectores urbanos nuevos o deteriorados.

También es el caso de determinadas obras viales financiable mediante tasas a los combustibles, en particular entendemos que puede promoverse la construcción de caminos rurales en zonas productivas de la pampa húmeda y otras regiones para la salida de la producción, pagables con la contribución por mejoras de los beneficiados aplicando esquemas contractuales y financieros ya desarrollados.

Por otro lado habrá que incrementar la gestión ante los organismos multilaterales de crédito para que amplíen su actividad en el sector infraestructura del País. Y promover los regímenes de participación público privadas para inversión en infraestructura adecuando los marcos regulatorios de ser necesario.

Implementación de políticas activas para facilitar el acceso de empresas argentinas al mercado de capitales externo para inversión en infraestructura que tiene un volumen estimado de 17.000 millones de dólares para 2011. Y sustitución de importaciones de combustibles fósiles por el uso de energías renovables.

Para el financiamiento de la vivienda y otras construcciones privadas, podría implementarse la repotenciación del FONAVI, volviendo a darle la envergadura que tuvo en sus orígenes como forma de incrementar las acciones en vivienda social.

Promoción y facilitación del acceso al crédito hipotecario para la adquisición de viviendas para sectores medios mediante las medidas propuestas por la Cámara en su presentación de 2010, u otras similares.

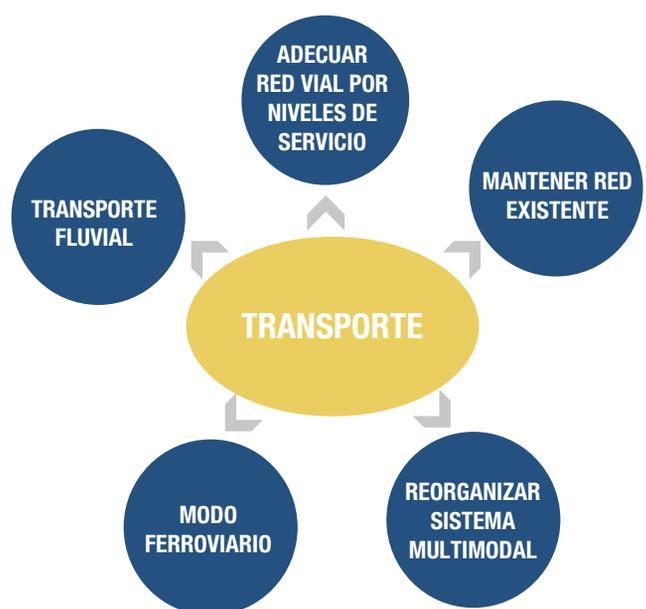
Campaña de regularización de los dominios sobre las viviendas existentes, esto permitiría incrementar el recupero de fondos FONAVI, que realimentarán el sistema pero además incorporará como sujeto de crédito a numerosos nuevos propietarios, lo que contribuirá a un nivel de actividad económica general creciente. Y un incentivo a la inversión privada en construcciones industriales, energéticas, inmobiliarias y destinadas a los sectores mineros, del turismo y del acopio de granos, lo que podría lograrse mediante desgravaciones facilitando el acceso de los emprendedores al financiamiento externo.

Y en cuanto al consumo de combustibles fósiles debemos llamar la atención con vistas al futuro, lo que sufriríamos hoy si el país no hubiera invertido y no estuviera invirtiendo en generación hidroeléctrica. En un año de regímenes de lluvias medias como

2010, las hidroeléctricas abastecieron alrededor del 38% de la demanda eléctrica total. Sin ellas durante 2010 el País hubiera debido importar por 16.500 millones de pesos o 4.100 millones de dólares para obtener gas natural licuado, GNL traído por barco. Alrededor de 13.100 millones de pesos o 3400 millones de dólares si las usinas alternativas hubieran funcionado a gas oil.

Por otro lado la concreción de un plan similar al propuesto implicará, dar actividad e incentivo para el equipamiento, la tecnificación y la capacitación a las 23.000 empresas constructoras hoy registradas, 95% de ellas PYME.

METAS PROPUESTAS



Posibilitar la creación de alrededor de 15.000 nuevas empresas, seguramente pymes en sus inicios, hacer factible que las pymes existentes y las que se creen continúen albergando el espíritu emprendedor de nuestra gente, generen la mayor parte del nuevo empleo, y sean como hoy motor de la innovación en el sector.

Con esas empresas se podrá: tener una dotación estimada total de 625.000 trabajadores en 2012 e incorporar 22.000 nuevos trabajadores cada año hasta llegar a 970.000 ocupados formales directos en 2021. Ocupar a 36.000 ingenieros en 2012 incorporar luego 1800 adicionales por año hasta alcanzar 56.000 en 2021. Esto para conducir las obras de infraestructura según estándares algo

más optimistas que los previstos por las autoridades de educación superior de Brasil.

Ocupar a 20.000 arquitectos y técnicos con actividad en 2012 para desarrollar las obras de vivienda, educación, salud, etc... capacitar e incorporar luego 1000 por año hasta llegar a los 31.000 en 2021.

Capacitar un número similar de capataces, equipar a las empresas con 9000 nuevos equipos de construcción pesada, grúas y equipo vial cada año y proveer repuestos al parque existente por un monto estimado de 700 millones de dólares. Incrementar la capacidad instalada en los eslabones de la cadena de valor para atender una demanda proyectada de cemento, áridos y acero del orden del 60% superior al actual en 10 años.

Pero todo ello generará una actividad directa e indirecta en la economía estimada en 2,16 veces la inversión realizada. Esta actividad tendrá un retorno fiscal del 38% según estudios ya publicados por la Cámara.

Destacamos que los trabajos que sirvieron de base a esta presentación se encuentran terminados y dado su volumen los ponemos a su disposición en versión digital.

Finalmente sostenemos que la inversión en infraestructura y vivienda integra al país, genera productividad, y mejora la calidad de vida de la población. Es el medio más rápido y efectivo de inclusión social no sólo durante su realización sino, fundamentalmente, una vez habilitada la obra.

En el origen de este trabajo se encuentra el convencimiento de la Cámara Argentina de la Construcción, de que las erogaciones en infraestructura y vivienda no son un gasto sino una inversión. A la vista de los resultados de estos estudios creemos que ese esfuerzo de inversión es posible, y que vale la pena realizarlo. ♦

** El Ing. Fernando Lago es Director del Área de Pensamiento Estratégico de la CAC.*

59° Convención de la Cámara Argentina de la Construcción

Con el cierre a cargo de la Presidenta de la Nación, Dra. Cristina Fernández de Kirchner y ante un auditorio de más de 1000 asistentes, se desarrollo, en el Hotel Sheraton Buenos Aires, la 59° Convención Anual de la Cámara Argentina de la Construcción que contó con la participación de destacados disertantes tanto del ámbito nacional como internacional.



La Presidenta ratificó su compromiso con el sector y reafirmó su modelo que tiene a la inversión en infraestructura y obras de construcción como uno de los ejes de su política económica, al mismo tiempo que agradeció la colaboración del sector al que volvió a convocar para participar activamente en las políticas que llevará adelante en su próximo mandato presidencial.

El evento contó con la presencia, por primera vez en el país, de Robert Gibss, asesor de Barack Obama, que realizó un “Análisis de la crisis internacional y sus consecuencias en la región”.

Los disertantes que expusieron durante la jornada fueron figuras de primer nivel del orden nacional tales como el ex Ministro

de Economía de la Nación, y actual Vice Presidente, Amado Boudou, el Presidente de la Corte Suprema de Justicia de la Nación, Ricardo Lorenzetti, El Jefe de Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Mauricio Macri, el Ministro de Planificación, Julio De Vido, y el Secretario de Obras Públicas de la Nación José López, entre otros.

La Cámara de la Construcción presentó un trabajo a cargo del Ingeniero Fernando Lago, sobre las necesidades y las herramientas para consolidar el crecimiento. Se trata de un completo trabajo de enumeración de las obras y los proyectos que requieren una inversión en construcción para asegurar el crecimiento proyectado para el período 2012-2020 que inclusive despertó las felicitaciones por parte del Ministro Julio De

Vido y de la propia Presidenta de la Nación. (Un resumen de este estudio en el que tuvo participación la Asociación Argentina de Carreteras, se publica en esta edición).

Durante la jornada estuvieron presentes los representantes de la cadena de valor del sector, tanto de las agrupaciones gremiales, técnicas y empresarias, así como también referentes y directivos de otros sectores productivos de la economía nacional y la comunidad en general.

Una vez más, la realización de la Convención Anual de la Cámara Argentina de la Construcción suscito un enorme interés público que se vio reflejado en los días posteriores en medios periodísticos de todo el país. ♦



CONSTRUYENDO EL FUTURO

INNOVACIÓN

CAPACITACIÓN

DESARROLLO

COMPROMISO



San Martín 1137 1º Piso | C1004AAW | Buenos Aires
Tel.: (54 11) 4576 7690/7695 | www.icpa.org.ar

SOLUCIONES PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL

INTRODUCCIÓN

En la Argentina durante los últimos años se desarrolló un proceso de crecimiento continuo que se tradujo en un incremento sostenido del Producto Bruto Interno a tasas medias del 8% anual.

Esto fue impulsado por políticas activas del Estado y por factores externos a la economía nacional. Esta evolución tiene un impacto evidente en la Infraestructura Vial ya que, como es natural, a través de este proceso se ha acrecentado fuertemente el movimiento de personas y de cargas.

Entre los aspectos más trascendentes con incidencia en la red de caminos se pueden mencionar:

- La significativa ampliación del parque automotor, con patentamientos anuales que alcanzan cifras record.
- El aumento del consumo interno y del movimiento e intercambio de mercaderías en general.
- Las cosechas record, resultado de las mejoras tecnológicas de la industria agropecuaria que permitieron lograr una producción muy competitiva, así como a la creciente demanda mundial de granos y otros productos del campo.
- El impulso de la construcción, tanto de la obra pública como de la privada.
- El incremento de la actividad de diferentes industrias, y de las exportaciones en general.
- La evolución de la actividad turística.

Todo lo indicado impone la necesidad de mejorar y modernizar la red vial tanto en su capacidad como en la seguridad, así como los sistemas de transporte.

Actualmente, la Red Nacional de Caminos cuenta, según datos de la Dirección Nacional de Vialidad, con 39518 km a los que se le deben sumar 196517 km de caminos provinciales.

La Red Nacional actualmente cuenta con 2236 km de Autopistas y Autovías, lo que representa más del doble de lo existente en el año 2000; además, si se suman las autovías de la Red Provincial se superan los 3000 km. Ello ha sido posible gracias a las importantes inversiones que vienen realizando las diferentes Vialidades tanto a nivel Nacional como las Provinciales, aunque se considera que aún hay mucho trabajo por hacer, como puede apreciarse en las figuras que se presentan a continuación, donde se grafican las Redes Nacional y Provincial y su integración según el tipo de camino.

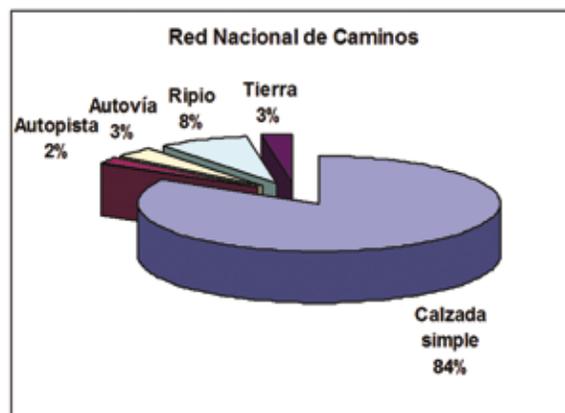
CASO DE ESTUDIO:

Autovía RNN° 3

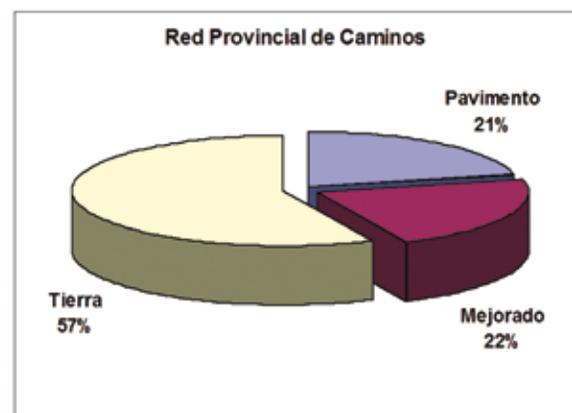
Tramo: San Miguel del Monte – Azul, Provincia de Buenos Aires

Arq. Edgardo Souza

Coordinador Departamento Tecnología del Hormigón
Instituto del Cemento Portland Argentino (ICPA)



Fuente: Dirección Nacional de Vialidad – diciembre 2011



Fuente: Consejo Vial Federal – diciembre 2009

Surge claramente que la infraestructura vial existente en nuestro país requiere la necesidad de ser optimizada con un criterio sostenible, con el objetivo de atender adecuadamente las necesidades de los usuarios, además de seguir en forma apropiada el crecimiento económico del país de los últimos años.

La falta de accesos rápidos, transitables en forma permanente y seguros, le resta competitividad al avance de las economías regionales de las diferentes zonas productivas, del mismo modo que además restringe el desarrollo de actividades turísticas.

SEGURIDAD EN LAS RUTAS

Asimismo, la red vial actual debe acompañar el incremento registrado en la cantidad de vehículos; muchas rutas han sido diseñadas y construidas décadas atrás y hoy presentan características de inseguridad, ya que al poseer una calzada por mano y elevados niveles de tránsito, suelen generarse demoras y congestiones en puntos críticos. Esto puede ocasionar impaciencia en los conductores e inducir la ocurrencia de maniobras imprudentes.

Cada día muchas vidas se pierden debido a accidentes de tránsito en las rutas en el mundo y la Argentina no es ajena a esta afirmación. Según datos de la Asociación Luchemos por la Vida, en 2011 murieron en accidentes de tránsito en la Argentina 7517 personas, lo que representa un promedio de 21 personas por día.

A esa cifra se deben agregar más de 100 mil heridos de distinta gravedad y generando miles de discapacitados permanentes.

Se estima que las pérdidas económicas asociadas a este problema superan los U\$S 10.000 millones anuales.

Los accidentes de tránsito en la Argentina, son la primera causa de muerte entre los menores de 35 años, y la tercera si se considera a la totalidad de los habitantes.

Si se comparan estas cifras con las de algunos países desarrollados, en forma ponderada con la cantidad de vehículos en circulación, resulta que nuestro país presenta hasta 8 a 10 veces más accidentes fatales que en la mayoría de ellos.

La Organización de las Naciones Unidas (ONU), consciente de esta situación ha estudiado el problema y lanzó recientemente el plan "Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011 - 2020". El mismo tiene como fin contribuir a que todos los países del mundo mejoren la seguridad vial y de esta se salven millones de vidas.

La ONU pone a libre disposición una guía de acciones, destinada a todos los actores sociales: gobiernos nacionales, provinciales y municipales, ONG's, empresas, etc.

MAGNITUD DEL PROBLEMA

- En el mundo cada año, en promedio, 1.300.000 personas pierden la vida en accidentes de tránsito.
- Además, entre 20 y 50 millones de personas sufren lesiones de diferente gravedad y muchas de ellas provocan discapacidades permanentes.
- El 90 % de las muertes en accidentes de tránsito se concentra en los países en vías de desarrollo, con el agravante de que en ellos sólo se encuentran matriculados menos de la mitad del total de los vehículos del mundo.
- Los accidentes de tránsito se ubican entre las tres principales causas de muerte para personas de entre 5 y 44 años.
- Se estima que las pérdidas económicas representan entre el 1 y el 3% del PBI de los diferentes países (más de u\$ 500.000 millones al año).
- En los EEUU el 86% de los accidentes fatales ocurre en rutas convencionales, es decir, carreteras indivisas de dos carriles.
- En España, más del 70% de las muertes por accidentes se producen en las carreteras de dos carriles.
- En la Argentina, las cifras son similares, ya que el 75% de las muertes producidas en el tránsito interurbano ocurre en rutas convencionales.
- El sobrepaso es una maniobra de altísimo riesgo y constituye la causa fundamental de los choques frontales que genera el 66 % de las muertes en el tránsito interurbano.

¿QUÉ PODEMOS HACER?

Desde ya que los accidentes se producen por una multiplicidad de factores como el exceso de velocidad, el consumo de alcohol, la mala visibilidad, el sueño, fallas mecánicas, etc. Corregir estos aspectos en sus distintos niveles es responsabilidad de las autoridades y de la sociedad en general; sin embargo, dentro de las variables que son manejables desde el ámbito vial podemos hacer nuestra contribución si tiene en cuenta que:

- Un sistema seguro, que debe garantizar que los accidentes no causen lesiones humanas graves (ONU).
- Dado que la mayoría de los accidentes mortales ocurren en rutas, producto de choques frontales, la transformación de éstas en Autovías o Autopistas salva vidas al evitar esta colisión.
- Además, se debe adecuar la infraestructura vial al crecimiento sostenido del tránsito.

Por lo expuesto, surge la necesidad de transformar los principales corredores viales en autovías seguras, eficientes, y de bajo mantenimiento.

UNA PROPUESTA SOSTENIBLE



“Una Solución Sostenible, es aquella que permite satisfacer las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para cumplir con las propias”

Cuando se presenta una solución sostenible se debe realizar un análisis holístico de la misma y buscar el equilibrio en la obtención de beneficios en los tres aspectos, Económicos, Sociales y Ambientales.

En la figura se representa este análisis y se visualizan claramente los beneficios que se obtienen al mejorar la capacidad de servicio de una carretera.

Una Infraestructura eficiente optimiza los costos y la seguridad, generando beneficios económicos, sociales y ambientales.

MODALIDAD DEL TRANSPORTE

El crecimiento registrado en la economía del país ha sido impulsado, en gran medida por la expansión de la producción y las exportaciones agroindustriales. Según estimaciones oficiales, en el año 2011 se alcanzó una producción anual que superó levemente las 100 millones de toneladas de granos.

Asimismo, en el año 2006 la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos que en aquel momento dependía del Ministerio de Economía de la Nación, elaboró un estudio en base a datos oficiales, sumados a información proveniente de empresas de transportes y terminales portuarias, en el que se señala que el movimiento interno de granos, se realiza según la distribución siguiente:

- 84% en camión.
- 14,5% en ferrocarril.
- 1,5% en barcazas.

Resulta clara la elevada participación del camión en el flete interno de los productos agropecuarios; se considera que ello es debido a la adyacencia de las zonas productivas con las portuarias y a las características propias de este medio en cuanto a rapidez y flexibilidad. Según el mismo estudio, los centros de acopio generalmente se encuentran en la zona de producción o dentro de un radio de 20 km y éstos a una distancia media de 300 km de los centros industriales y terminales portuarias.

De acuerdo a dicho estudio, unas 84 millones de toneladas al año se transportan en camión con una distancia media de 300 km. Por otro lado, la Federación Argentina de Entidades Empresarias de Autotransporte de Cargas (FADEEAC) establece una tarifa para el transporte de cereales y oleaginosas de \$ 151,72 por tonelada para esa distancia, por lo cual, siguiendo este análisis el costo del flete es de **\$12.744,48 millones al año**, sólo para el transporte de productos agropecuarios; análisis similares se pueden realizar para otras industrias con lo cual se incrementará sensiblemente esa cifra.

VENTAJAS DE LAS AUTOVÍAS



Como se indicó, se pierden muchas vidas en las rutas, producto de choques frontales. Las autopistas y autovías reducen significativamente el riesgo de colisión frontal, y la siniestralidad en general, por lo que se puede decir que se salvan vidas y se reduce la cantidad de lesiones graves.

Además de lo enunciado, brindan beneficios económicos, sociales y ambientales adicionales, ya que permiten reducir los tiempos de viaje de los camiones al permitir aumentar la velocidad media, reduciendo las detenciones y las demoras por congestiones; se estima que esta reducción es del 30%. Por los mismos motivos se genera un ahorro de combustibles, que sumado a los otros aspectos redundan en que se ve reducido el costo del flete en aproximadamente un 20% respecto de la misma carga transportada en una ruta convencional; de acuerdo al análisis anterior existe una oportunidad de ahorro de hasta \$ 2.500 millones.

Las autovías generan menos emisiones, como resultado de la reducción en el consumo de Gasoil y favorecen la circulación de vehículos modernos como los Bitrenes.

Los Bitrenes son vehículos de última generación y alta tecnología, conformados por dos trailers articulados con platos de enganche. Se utilizan con éxito en países como Australia, Brasil, Canadá, Estados Unidos y Sudáfrica, con un territorio extenso como el de Argentina. Aquí ya se fabrican y se han realizado algunas pruebas de operación, estando habilitados en la Provincia de San Luis.

La incorporación de esta solución permite: mantener el crecimiento económico, reducir el costo del transporte en un 30% comparado con los camiones convencionales, generar una menor contaminación, producir menos deterioro de la calzada por la mejor distribución de las cargas que presentan y obtener una mayor fluidez en el tránsito, con más seguridad ya que se reduce la cantidad de vehículos y los mismos son modernos y confiables.



CASO DE ESTUDIO: PROYECTO DE CONVERSIÓN EN AUTOVÍA RUTA NACIONAL Nº 3 TRAMO MONTE – AZUL, PROVINCIA DE BUENOS AIRES

ANTECEDENTES

La Ruta Nacional Nº 3 une la Ciudad Autónoma de Buenos Aires con la de Ushuaia en un recorrido de 3060 km, atravesando las provincias de Buenos Aires, Río Negro, Chubut, Santa Cruz, y Tierra del Fuego.

El primer tramo pavimentado es el que une las ciudades de Buenos Aires con Cañuelas, inaugurado en el año 1938. En el año 1942, se construyó el tramo San Miguel del Monte – Las Flores, y entre los años 1954 y 1957 se ejecutó el que une Las Flores con Azul. Los dos primeros contaban, en aquel entonces, con una calzada indivisa de hormigón de 18 cm de espesor y 6,0 m de ancho, y el último era un pavimento flexible con 5 cm de carpeta sobre base granular. En todos los casos, las diferentes secciones recibieron sucesivos refuerzos estructurales en distintas intervenciones y ampliaciones del ancho para llevarlo a los 7,50 m actuales.

Hoy en día, en el tramo que va desde el Acceso Sur a Cañuelas hasta el cruce con la Ruta Provincial 41 en las cercanías de la ciudad de San Miguel del Monte, es una Autovía de dos calzadas separadas, de dos carriles cada una, sin control de accesos y con cruces a nivel. Dado que el tramo Buenos Aires - Cañuelas suele hacerse por

la autopista a Cañuelas, esta sección de la Ruta 3 tomó un carácter casi urbano.

SITUACIÓN ACTUAL

El tramo que se analiza, atraviesa y vincula a una de las zonas productivas más importantes del país, dentro de la que se puede encontrar una infinidad de explotaciones agrícolas, ganaderas, industriales y mineras. Esta sección de la ruta recorre los partidos de San Miguel del Monte, Gral. Belgrano, Las Flores y Azul, vincula además en forma indirecta a otras 17 localidades de la Provincia de Buenos Aires que se encuentran en su zona de influencia desde Cañuelas hasta Olavarría.

Sin embargo, es evidente que la región actualmente no se encuentra asistida por una red vial que interconecte en forma eficiente los lugares de producción con los centros de consumo y exportación.

El flujo de tránsito en esta sección la ubica dentro de las más solicitadas de la red vial, presentando un movimiento de vehículos pesados superior a otras rutas, que a la fecha han sido transformadas en autovías. Según datos del 2010 de la DNV se contabiliza un TMDA que varía entre 5000 y 8000 vehículos por día según las diferentes localidades con un importante porcentaje de vehículos pesados.



Como resultado de ello, se produce habitualmente la saturación de las calzadas, generándose largas filas de camiones a marcha lenta.

Esta situación, además de aumentar los tiempos y los costos de viaje, potencia los riesgos de accidentes, en especial, en condiciones de baja visibilidad, ya sea producto de la noche, la lluvia, o niebla.

En estas circunstancias, y con motivo de la impaciencia que se genera en los conductores, se incrementan las maniobras imprudentes y surge el riesgo de colisiones frontales, que como se indicó, es la principal causa de muertes en accidentes de tránsito. Lamentablemente, durante el año 2010 estos riesgos se convirtieron en accidentes con víctimas fatales que han tomado conocimiento público a través de los medios masivos. Ello además, ha motivado la movilización de los habitantes de la zona que se manifestaron a través de la realización de sucesivas marchas en reclamo de mayor seguridad mediante la conversión del tramo en Autovía.

Adicionalmente, y debido al elevado tránsito pesado y a las mayores deformaciones generadas por la marcha lenta y/o detenciones de los camiones, se genera la necesidad de efectuar intervenciones periódicas para mantener la calzada en adecuadas condiciones de servicio, lo que se transforma en un círculo vicioso ya que estas tareas inducen mayores congestiones, demoras y riesgos.

En forma complementaria, vale mencionar que las condiciones presentes del camino conllevan otros problemas asociados con fuertes impactos negativos en aspectos económicos y sociales; entre ellos:

- La falta de accesos rápidos y seguros que restringe el crecimiento potencial de la región, generando postergaciones en el desarrollo de nuevas actividades productivas.
- Por la misma razón, se dificulta la explotación turística de la zona.
- Se producen perjuicios a la competitividad de las industrias locales frente a otras zonas por los mayores costos de transporte.
- La conexión inadecuada entre las distintas localidades no favorece el intercambio socio-cultural entre sus habitantes.



SOLUCIÓN PROPUESTA

La transformación de la ruta actual en una Autovía de dos carriles por sentido de circulación, es la solución a todos los problemas planteados, beneficiando directa e indirectamente a una población de aproximadamente 9 millones de habitantes.

Para ello, se propone la construcción de una calzada nueva paralela a la existente, generando beneficios económicos, sociales y ambientales para toda la población de esta región. Entre los claros beneficios inmediatos a obtener se destacan:

- Mayor seguridad vial, evitando la pérdida de vidas humanas.
- Menores costos y tiempos de transporte de bienes y personas.
- Menores emisiones de CO₂.
- Mayor desarrollo agrícola, minero e industrial de la región.
- Mayor capacidad de transporte, permitiendo además la circulación de bitrenes.
- Mayor actividad turística y comercial.
- Mejor conectividad de los centros de producción con los de consumo y exportación.
- Mayor acercamiento e intercambio socio cultural.

El Instituto del Cemento Pórtland Argentino realizó la evaluación técnico económica de la propuesta y el diseño del paquete estructural de la nueva calzada. Los resultados obtenidos muestran que el pavimento de hormigón se presenta como una alternativa muy conveniente desde un enfoque sostenible, con claras ventajas como las que se enumeran a continuación:

ECONÓMICAS:

- Inferior costo inicial de construcción.
- Menor costo de conservación y mantenimiento preventivo.
- Significativo ahorro de combustible en vehículos pesados, al ser menos deformable.

AMBIENTALES:

- Menor consumo de energía en su construcción, mantenimiento y operación.
- Menores emisiones de CO₂.
- Reducción de absorción por radiación por su elevada reflectividad.

SOCIALES:

- Mayor seguridad gracias al mantenimiento de la fricción.
- Reducción del riesgo de hidropneumático por la ausencia de deformaciones en la calzada, lo que impide la acumulación de agua.
- Mejor visibilidad por mayor reflectancia.
- Eliminación de las demoras debidas a intervenciones por mantenimiento.



CAMARA ARGENTINA DE CONSULTORAS DE INGENIERIA

Miembro argentino de la Federación Panamericana de Ingenieros Consultores

Para asociarse visite: www.cadeci.org.ar

Sede: Cerrito 1250, 1º Piso (C1010AAZ)

Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

Tel./Fax: (54-11) 4811-4133/0570/3630/4961 Int.:2106

E-mail: cadeci@cadeci.org.ar

Firmas Asociadas

Abs Servicios de Ingeniería
AC&A S.A.
Atec S.A.
Barimont S.A. Consultora
Cep S.A. Consultora
Co. As. Consultores Asociados S.R.L.
COINTEC Consultora en Ingeniería y Técnica Industrial
Consular Consultores Argentinos Asociados S.A.
Consulbaires S.A. Ingenieros Consultores
Consultores Argentinos Asociados S.A. Cadia
Consultoría Oscar G. Grimaux y Asociados S.A.T.
Cornero Venezia Consultores de Ingeniería S.A.
Electrosistemas S.A.S.
Estudio Gutelman S.A.
Estudio Estructural Polimeni Pérez S.A.
Estudios y Proyectos S.R.L.
Evaluación de Recursos - Evarsa S.A.
Excel Consult S.A.
Franklin Consultora S.A.
Gago Tonin S.A.
GCIS - Grupo Consultor Integral del Sur
Hidroestructuras S.A.
IATASA
Incoclv S.R.L.
Inconas S.A.
Ing. Tosticarelli & Asoc. S.A.
INGE Consultores S.A.
Ingeniería en Relevamientos Viales S.A.
Jaime Lande y Asociados S.A.
JVP Consultores S.A.
Latinoconsult S.A.
PROINSA - Proyectos de Ingeniería S.A.
Proyectos y Estudios Especiales S.A.
Ruiz y Asociados Consultora S.R.L.
SARSY S.A. Consultores
Serman & Asociados S.A. Consultora
Tecnolatina S.A.
Ungaro, Alé Ortiz Ingenieros Asociados S.A.



BURGWARDT

Más de 100 años de experiencia al servicio de la industria de la construcción



- Construcción y mantenimiento de caminos
- Excavación, carga y transporte de suelos
- Transporte de minerales y líquidos

Av. Leandro N. Alem 690 - 8ºPiso, C1001AAO, Ciudad Autónoma de Buenos Aires
Tel (54 11) 5273 6000 Web:www.burgwardt.com.ar Mail:info@burgwardt.com.ar

Breves

WhiteRoads da a conocer las vías europeas más seguras



En Europa existen al menos 21.518 kilómetros de carreteras en los que no se han producido accidentes con víctimas mortales durante un periodo mínimo de cinco años consecutivos. Así lo confirman los primeros datos extraídos del Proyecto WhiteRoads, un estudio desarrollado por la Asociación Española de la Carretera (AEC) y la Federación Europea de Carreteras (ERF), por encargo de la Comisión Europea.

Más información: www.whiteroads.eu



La Asociación Peruana de Caminos convoca su I Congreso Nacional de Seguridad Vial

La Asociación Peruana de Caminos (APC Comité del Asfalto) celebrará el 25 de abril su "I Congreso Nacional de Seguridad Vial: un compromiso de todos", con el propósito de generar un espacio para la exposición de propuestas en un ámbito que, desde la APC, exigen sea un asunto de relevancia dentro de la política de Estado y que ya es una permanente preocupación de la sociedad.

Los trabajos presentados deberán ser originales, no comerciales, y estarán precedidos por un resumen que no exceda las 250 palabras. La temática del congreso, en torno a la cual se podrán presentar los trabajos, incluye: infraestructura vial y seguridad vial; medición y gestión de la seguridad vial; legislación y normativa en seguridad vial; los vehículos y la seguridad vial; políticas de educación vial; responsabilidad social y seguridad vial; los accidentes de tránsito y la salud pública, y aspectos institucionales de las seguridad vial. Además, simultáneamente al desarrollo del evento, se llevará a cabo la I Exposición de Seguridad vial 2012.

apccomitedelasfalto@speedy.com.pe

Premio Internacional a la Innovación en Carreteras Juan Antonio Fernández del Campo

Hernán Otoniel Fernández Ordóñez, nuevo miembro del Jurado

El Comité de Gestión del "Premio Internacional a la Innovación en Carreteras Juan Antonio Fernández del Campo" y el Patronato de la Fundación de la Asociación Española de la Carretera (FAEC) -entidad convocante del certamen- nombraron al ingeniero colombiano Hernán Otoniel Fernández Ordóñez Vocal del Jurado de la IV Edición de este galardón.



La ANSV y la AEC llevan a cabo el Programa de Capacitación Avanzada en seguridad vial e infraestructura vial

La Agencia Nacional de Seguridad Vial (ANSV) y la Asociación Española de la Carretera (AEC) han organizado un Seminario de Auditoría en Seguridad Vial, dirigido a profesionales vinculados a la infraestructura y la auditoría vial.

Para el Director General de la AEC, Jacobo Díaz Pineda, "la Agencia Nacional de Seguridad Vial es un referente en Seguridad Vial en Latinoamérica, porque ha ganado gran credibilidad en el poco tiempo que lleva trabajando".

Por su parte, el Director Ejecutivo de la ANSV, Felipe Rodríguez Laguens, recordó que "Díaz Pineda trasciende el contexto español, razón por la cual es un orgullo tenerlo entre nosotros, participando de este intercambio de conocimientos tan importante".

Al curso asistieron más de 50 personas, entre personal de la ANSV, Vialidad Nacional y de la Asociación Argentina de Carreteras.

AASHTO avanza los temas principales que protagonizarán 2012 en materia de transporte

La asociación AASHTO (The American Association of State Highway and Transportation Officials) ha hecho un avance de los que considera serán los asuntos más importantes en el ámbito del transporte a lo largo del año 2012.

Entre ellos se encuentra promulgar a largo plazo una tasa de transporte y la gestión por parte de los estados de infraestructuras obsoletas o antiguas como puentes y autopistas.

La respuesta y planificación ante desastres naturales, la reducción de la mortalidad en carretera y generar nuevas vías para financiar el transporte son otros de los asuntos destacados por AASHTO.



El Presidente de IVIA, Díaz Pineda, Miembro del Comité Ejecutivo de la IRF

El Presidente del Instituto Vial Ibero-Americano (IVIA), Jacobo Díaz Pineda, ha sido elegido nuevo Miembro del Comité Ejecutivo de la Federación Internacional de Carreteras en Washington.

La IRF es una organización no gubernamental, sin fines de lucro, que fomenta y promueve el desarrollo y mantenimiento de carreteras, caminos y redes viales seguras y sostenibles.

Con una malla que cubre 115 países en seis continentes, la IRF canaliza y difunde las mejores prácticas y conocimientos técnicos en materia de carreteras y transporte por carretera.

Como Federación, creada en 1948, representa tanto entidades del sector público como del ámbito privado.

El Comité Ejecutivo es el máximo órgano de Gobierno y Representación de la institución. En su primera reunión del año 2012 Díaz Pineda tomará posesión formalmente como miembro de este Comité

La nueva Directora de Tráfico, María Seguí, apuesta por la prevención y el transporte público (Europa Press)



La prevención y el fomento de medios alternativos al coche, como el transporte público, son algunos de los objetivos de la nueva Directora General de Tráfico, María Seguí, que ha tomado posesión de su cargo.

“Debemos seguir mejorando la calidad de nuestras carreteras y debemos seguir mejorando la seguridad de nuestros vehículos, pero nada de esto será suficiente si entre todos no mejoramos nuestra labor de precaución”, ha señalado el Ministro del Interior, Jorge Fernández Díaz, quien ha destacado que el Gobierno “ha confiado” la DGT a Seguí precisamente porque es una doctora experta en prevención de lesiones.

Fernández Díaz, que ha iniciado su discurso agradeciendo la labor realizada por el exdirector de Tráfico, Pere Navarro, y la exdirectora de Protección Civil y Emergencias, María Victoria Eugenia Sánchez, ha destacado la necesidad de “fomentar una mejora de la movilidad ciudadana, desde una perspectiva global que incluya la salud y el uso del transporte público”.

“Las medidas de base ya se han tomado, pero los accidentes de tráfico siguen siendo una de las principales causa de muerte y pérdidas de años de vida en España”, ha apuntado el ministro. En este sentido, ha recordado que pese a que 2011 fue el primer año en los últimos 50 años que se consiguió reducir la cifra de víctimas mortales de 1500, hasta los 1479, aún así “hay que seguir mejorando” y son “1479 buenas razones” para continuar trabajando.

Por su parte, la nueva directora de Tráfico ha destacado al acabar el acto en declaraciones a los periodistas que uno de sus objetivos será mejorar “alternativas de transporte que no signifiquen que todo haya que hacerlo con el vehículo particular”. Además, ha señalado que trabajará “con cabeza y corazón” no sólo para reducir la cifra de víctimas mortales, sino también para continuar reduciendo el número de “lesiones no mortales” y mejorar “la calidad de vida de los lesionados”.

“De manera que esa inmensa carga, seguimos hablando de una de las principales causa de carga de enfermedad de la población, acabe siendo a ser posible ninguna. Va a ser un trabajo en dos carriles porque lo uno va con lo otro: cómo nos movemos y cuán seguros nos movemos”, ha apuntado Seguí, quien ha señalado que su intención es inspirarse en los países con mejores cifras de seguridad vial y aportar “la creatividad propia” que caracteriza a España.

Inauguración de la Escultura en Recuerdo de las Víctimas de Tránsito



En el marco del Día Mundial en Recuerdo de las Víctimas de Siniestros de Tránsito (16 de diciembre). El ministro del Interior, Florencio Randazzo, junto al director ejecutivo de la Agencia Nacional de Seguridad Vial, Felipe Rodríguez Laguens, inauguró la escultura ganadora del Concurso Nacional Compromiso y Memoria por las Víctimas de Tránsito realizado por la ANSV. La misma se emplazó en una plazoleta, ubicada en la Avenida 9 de Julio e Independencia.

Durante el evento, Randazzo señaló que esta escultura expresa el sentimiento que tenemos todos para esta nueva cultura vial que está emergiendo en la Argentina. La misma tiene que ver con una nueva conciencia vial cada vez mejor.

A su vez, Felipe Rodríguez Laguens, dijo que “esta escultura simboliza un cambio en la cultura vial. De esta manera, la concientización en seguridad vial adquiere una nueva forma de expresión a través del arte. Interpelando a la sociedad en su conjunto desde otro lugar, apelando directamente a lo emotivo, buscando evitar siempre la pérdida de vidas.

Asimismo, el ministerio del Interior instalará réplicas de esta escultura en los cuatro puntos cardinales del país, al norte en la provincia de Salta, al oeste en Mendoza, y al sur en Tierra del Fuego.

La escultura ganadora, “Brotos (de una nueva conciencia)”, tiene como objetivo concientizar a la comunidad sobre la importancia de una conducta responsable, de respeto y valoración por la vida, desde la creación artística como medio transformador. La misma fue realizada por Daniel Wolf, Rosana Gasparín, Vanesa Hojenberg y Pedro Schwarzbock.

Por último, asistieron al emplazamiento miembros del Comité Consultivo de la ANSV, del que participa la Asociación Argentina de Carreteras y familiares de víctimas de siniestros viales.

La contaminación acústica, nuevo frente de la Comisión Europea

La reducción del ruido es una de las prioridades medioambientales de la Comisión Europea (CE). Por ello, este organismo comunitario está trabajando en dos nuevas directivas en este sentido, las referentes a la contaminación acústica ambiental y al ruido generado por los automóviles. Está previsto que esta última directiva esté lista para ser presentada antes de este verano.



Estos planes de la Comisión vienen determinados por un informe de la Organización Mundial de la Salud (OMS) en el que se alerta sobre los problemas derivados de la contaminación acústica.

Según datos del organismo internacional, el ruido excesivo provoca anualmente en Europa la pérdida de al menos un millón de años de vida saludable, ya sea por trastornos de sueño o por patologías más graves como infartos, problemas de aprendizaje y problemas de audición.



Además la contaminación acústica es, según la OMS, la segunda mayor amenaza ambiental tras la polución.

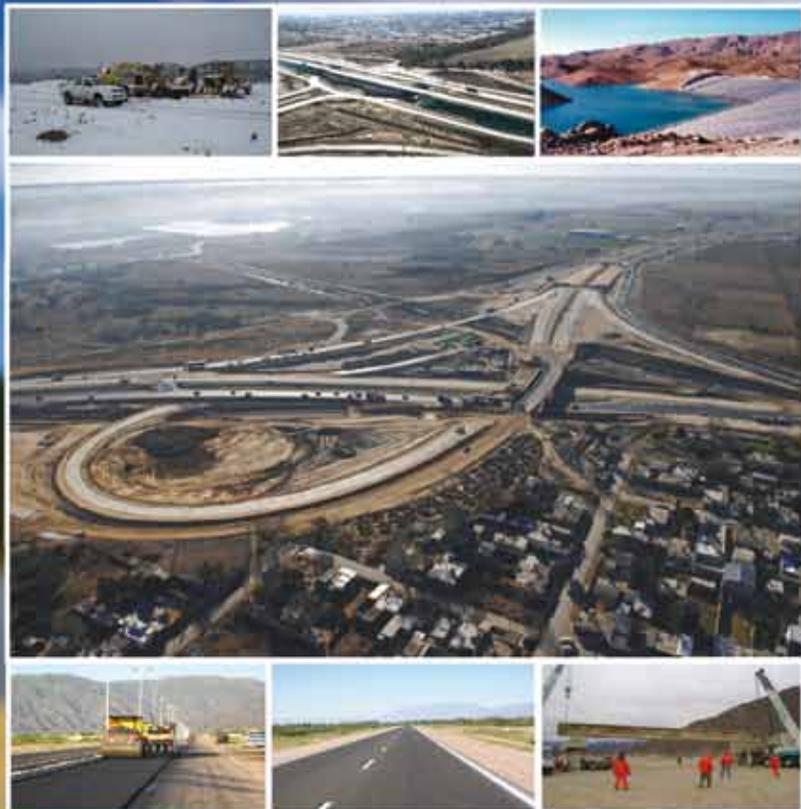
También es responsable de 50.000 infartos cada año en Europa.

Por todo ello, el estudio de la OMS recomienda a las autoridades elaborar y poner en marcha leyes encaminadas a proteger la salud pública frente al ruido ambiental. Los cambios legislativos que planea la Comisión responden a este propósito, impulsando en el ámbito específico del sector viario el desarrollo masivo de altas tecnologías en áreas tan diversas como los firmes asfálticos, la industria de los neumáticos y el automóvil y los materiales fonoabsorbentes, entre otros.



**GRUPO
ELING**

Imaginación
Desarrollo
Progreso



Ideas, no teorías
50 años construyendo en el país

www.paolini.com.ar





La importancia de la consultoría en la inversión vial



CAMARA ARGENTINA DE
CONSULTORAS DE
INGENIERIA

Por Más y Mejores Caminos. Este lema de la Asociación Argentina de Carreteras es aceptado por todos, y quien no lo comparta que levante la mano... Silencio.

Puede afirmarse con bastante certeza que luego de casi una década, los diferentes actores del campo vial ya han salido de su letargo y la demanda, el reclamo y la actividad creciente de infraestructura vial ya no dan margen para la duda. Estamos en una carrera que aunque hagamos lo posible por detenerla, lleva una inercia imposible de modificar.

El lema que nos ocupa lleva explícitos dos conceptos. “Más”, que significa mayores inversiones; pero también menores costos para poder hacer “Más” y “Mejores” que convoca de inmediato el concepto de “desarrollo intelectual” para poner racionalidad en todas las etapas, desde la planificación, el establecimiento de prioridades de inversión, los desarrollos de campaña, la detección de los beneficios y los impactos no queridos, la búsqueda y el cierre de consensos dentro de la comunidad, la definición técnica, la estimación acertada del costo de obra y explotación y las

posteriores etapas de licitación, construcción, con estricto control, y el mantenimiento. Tareas titánicas de ingenieros, agrimensores, economistas, abogados, administradores de empresas, técnicos y todos quienes de alguna manera posean capacidad de abstracción intelectual al servicio de construir, actuando bajo una estructura organizada y responsable.

Bajo este escenario, no parece adecuado adoptar atajos que salteen etapas entre el origen de la demanda y la habilitación de una obra, aunque la tentación y la presión de los tiempos parezcan simplificar la operatoria, que trasformaría irremediabilmente el lema en “Menos y Peores Caminos”.

Nadie invertiría en su propia vivienda sin planificar su proyecto con su arquitecto y/o ingeniero de confianza, para luego solicitar presupuestos y concretar su obra bajo la dirección de un profesional idóneo, que controle la calidad técnica y el desarrollo administrativo del contrato.

Si se trata de la obra pública, que involucra montos de cientos y a veces de miles de veces mayores que el ejemplo de la simple vivienda, es impensable que no intervenga una organización de profesionales, con sustento empresario, que desarrolle el proyecto, con su estudio de factibilidad y todas las etapas posteriores, previas a la contratación de la obra, de modo de no caer en la situación de la pérdida de control de las inversiones. De hecho así lo entendieron muchos países, cuyo ejemplo se destaca en Brasil, mediante una legislación que impide la contratación de cualquier obra de infraestructura pública sin la elaboración previa del proyecto, que permita la Licitación de la Obra bajo condiciones de igualdad para los oferentes y la reducción drástica de los imprevistos, con toda su secuela de mayores costos y atraso en los programas de inversión. (Correo ABCE 570 del 2/08/2011)

En plena crisis de comienzo de siglo esta Cámara, en el Día del Camino, hizo votos por el fortalecimiento institucional de la Dirección Nacional de Vialidad. Afortunadamente hoy podemos decir que se ha producido un cambio impensablemente positivo en las inversiones viales, que la evidencia hace innecesario detallar. La Dirección Nacional de Vialidad también ha forjado un merecido liderazgo en la planificación racional de las inversiones, definiendo claramente la etapa de fijación de prioridades de las obras, el desarrollo de la ingeniería de proyecto y las siguientes etapas de licitación, control de las obras en sus fases de plan de trabajo, calidad técnica y reducción y remediación de los impactos ambientales negativos. Las firmas Consultoras de Ingeniería pudieron así colaborar y retomar una actividad casi nula durante más de una década e ir recomponiendo sus cuadros técnicos y empresarios. Pero aún es mucho lo que se puede hacer, y la consultoría argentina debe estar presente.

Finalmente, si se trata de enumerar sintéticamente las ventajas de un enfoque racional en los términos descriptos, éste se puede resumir en los siguientes conceptos:



Foto 2: Replanteo

a) Ventajas para el Comitente y consecuentemente para la Comunidad, que paga las obras con sus impuestos.

- 1) Posibilidad de licitar las obras con un proyecto definido y una adecuada estimación de costos, que permite una competencia sin sorpresas en la contratación posterior

- 2) Reducción de los precios de obras como consecuencia de una mayor eficiencia de los Contratistas
- 3) Reducción de los Plazos de Obra y consecuentemente cumplimiento de los planes de inversión, fortaleciendo los compromisos contraídos con la Comunidad y el consecuente mejoramiento de su imagen y credibilidad
- 4) Reducción de los intereses intercalares
- 5) Como consecuencia de 2 y 4 reducción de los costos totales de inversión y posibilidad de mayores fondos para más obras que completen los programas de gobierno
- 6) Mayor desarrollo nacional que significa mayor crecimiento y mayor peso a la hora de las negociaciones regionales.



Foto 3: Inspección ejecución obras

b) Ventajas para los Contratistas

- 1) La correcta definición técnica de cada ítem de la obra implica que el oferente no tenga dudas sobre lo que debe cotizar y luego construir
- 2) Posibilidad de un cómputo correcto y en consecuencia de un presupuesto lo más ajustado posible
- 3) Minimización de las controversias técnicas sobre las obras a construir
- 4) Adecuada planificación de los recursos humanos y de equipamiento de obra minimizando los tiempos improductivos de ambos
- 5) Reducción de los períodos de obra y sus consecuentes gastos indirectos
- 6) Lo anteriormente apuntado redundante en una mayor eficiencia en el Contratista permitiendo incrementar sus beneficios y competitividad, frente a la competencia internacional, especialmente en momentos en que la recesión golpea a una parte importante de la economía mundial.

Ante la tentación de soslayar estas recomendaciones, parece oportuno recordar que no son muy diferentes a las que conforman la estrategia que siguen los países que llevan el liderazgo del desarrollo. ♦

La Asociación Española de la Carretera (AEC) señala la infraestructura como la clave para cumplir el Plan de Seguridad de la ONU



El Plan Mundial en el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011-2020 ya está en marcha. Así entró en vigor esta estrategia formulada por la Asamblea General de las Naciones Unidas que tiene como objetivo reducir de forma constante y decidida las muertes por accidentes de tráfico en las carreteras de todo el mundo a lo largo de la presente década.

Cada año, cerca de 1,3 millones de personas fallecen en el mundo como consecuencia de los siniestros de tráfico, lo que supone más de 3.000 víctimas diarias. En España, los avances de la última década han sido sobresalientes: de 143 muertos por millón de habitantes registrados en el año 2000 se pasó a 59 en 2010.

Se cumplía así con creces el reto propuesto por la Comisión Europea de reducir a la mitad las cifras de fallecidos en este período. La Asociación Española de la Carretera (AEC) está convencida de que la mejora de las infraestructuras viarias ha sido un factor esencial en el importante descenso de estas cifras, y por ello debe ser uno de los pilares de cualquier política de seguridad vial que aspire al éxito.

Carreteras convencionales

En el momento actual, los más acuciantes problemas de seguridad vial se focalizan en el conjunto de las carreteras convencionales, cuya longitud supone el 90,55% del total de las carreteras gestionadas por el Estado, las Comunidades Autónomas y los Entes Locales y Provinciales.

Por ello, estas vías requieren actuaciones urgentes, y así lo viene reclamando desde hace tiempo la AEC: mejoras de trazado, reconstrucción de un buen número de kilómetros, introducción de equipamientos de última generación, generalización de las auditorías e inspecciones de seguridad vial y adecuación de márgenes son algunas de las mejoras que deben implementarse a corto y medio plazo para alcanzar las metas establecidas para el Plan Mundial para el Decenio en Acción para la Seguridad Vial 2011-2020.

Con todo ello, se introduciría en España un concepto clave en el terreno de las vías convencionales, y no es otro que el de las “carreteras clementes”, unas infraestructuras capaces de llegar a evitar el error humano y que, en caso de accidente, mitigan al máximo las consecuencias del mismo. Esta filosofía cosecha gran éxito en algunos países de nuestro entorno que siempre han sido pioneros en materia de seguridad vial, lo cual supone una razón más para aplicarla a gran escala en España.

La Asociación Española de la Carretera considera que la puesta en marcha del Plan de la ONU constituye el mejor momento para dar una “vuelta de tuerca” más a la política de seguridad de España. Este protocolo de actuación establece cinco pilares básicos para el desarrollo de las estrategias nacionales de seguridad vial: gestión de la seguridad vial; vías de tránsito y movilidad más seguras; usuarios de vías de tránsito más seguros y respuesta tras los accidentes.

Algunas de estas líneas de trabajo han sido objeto de un amplio desarrollo e implementación en España. Sin embargo, otras, a pesar de haber sido aplicadas con éxito desde hace años en numerosos países, en España aún no han sido desplegadas de forma generalizada. Es el caso de las auditorías e inspecciones de seguridad vial que, gracias a la entrada en vigor del Real Decreto 345/2011, comenzarán a desarrollarse a corto plazo en la Red Transeuropea de Carreteras española.

La Asociación Española de la Carretera considera que la actual década está llamada a ser la década de las carreteras, con especial atención en las vías convencionales debido a sus déficits en seguridad. Sin duda alguna, la mejora continuada y decidida del patrimonio viario será el factor encargado de aportar ese “punto extra” necesario para alcanzar -y tal vez superar- los objetivos establecidos en la estrategia de seguridad vial de la ONU que comienza a rodar. ♦



COMITÉ ARGENTINO DE LA PIARC-AIPCR



Designación de representantes técnicos

Al haberse designado a la Asociación Argentina de Carreteras, Comité Argentino de la PIARC-AIPCR, se llevaron a cabo una serie de reuniones en el Salón de la Entidad, para poner en conocimiento a las organizaciones del sector, las tareas, alcances y objetivos que se propone desarrollar en el periodo 2012-2015. La presentación del Comité Argentino estuvo a cargo del Presidente de la Asociación, Lic. Salvia y el primer delegado argentino al Comité General, Ing. Julio C. Ortiz Andino de la Dirección Nacional de Vialidad.

Se invito a las entidades asistentes a proponer miembros, plenos y corresponsales para formar parte de los distintos Comités Técnicos que desarrollaran los Temas Estratégicos en que se dividen las actividades generales de la PIARC-AIPCR.

En estas reuniones preparatorias se distribuyo, como antecedente material grafico de las actividades de los Comités Técnicos de otras regiones.

La formalización y aceptación de los representantes propuestos se producirá en la reunión de la PIARC-AIPCR a desarrollarse en Paris en marzo de 2012. ♦



Imágenes de las reuniones



CISEV 2012
BOGOTÁ
COLOMBIA



III Congreso Ibero-Americano de Seguridad Vial

DEL 12 AL 16 DE JUNIO DE 2012 - **BOGOTÁ, COLOMBIA.**



www.cisev.org

Aranceles preferenciales para asociados de la Asociación Argentina de Carreteras

IBEROAMÉRICA POR LA SEGURIDAD VIAL "DECENIO DE ACCIÓN"



Acto de Licitación de dos importantes tramos de la Ruta Nacional N° 8 en la Provincia de Buenos Aires

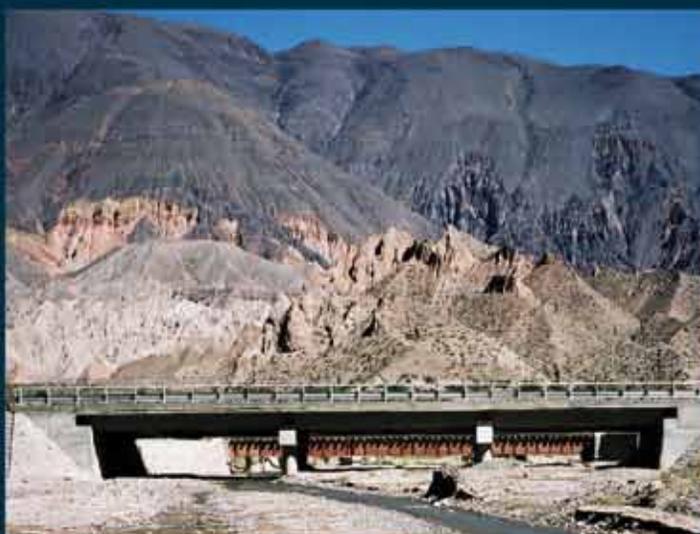
En el marco del Convenio de cooperación mutua suscripto entre la **Asociación Argentina de Carreteras y la Dirección Nacional de Vialidad**, se desarrollo en el Salón de la Entidad, el Acto Licitatorio para adjudicar la construcción de dos tramos de la Ruta Nacional N° 8 en la Provincia de Buenos Aires. Se trata de las licitaciones 150/10, que comprende el Tramo IIA; Arroyo Crivas(Km 78,13)-Arroyo de Giles (Km 104,37), y la 68/2011 Tramo VII: Progresiva 45+000,00-Pergamino (Km 237,50) ambos tramos correspondientes a la Autopista Pilar-Pergamino.

La apertura estuvo a cargo de la Lic. Martha Melo, Jefa de la División Licitaciones y Compras de la DNV.

Al acto concurren representantes de las empresas que presentaron ofertas, autoridades de la Dirección Nacional de Vialidad y dirigentes de los Municipios por los que discurre la obra. ♦



Fondo Fiduciario Federal de Infraestructura Regional



*Financiando el Desarrollo Regional
y la Generación de Empleo*



Nuestro Organismo, en sus 13 años de gestión, contribuye a la infraestructura Nacional con más de \$2.385.000.000 en créditos otorgados para más de 320 obras, generando más de 5.756.000 jornales directos de empleo genuino.

Para mayor información visite nuestra página web en <http://www.fffir.gob.ar>

CELEBRACIÓN DE FIN DE AÑO

Finalizada la última reunión del año del Consejo Directivo, el Presidente invitó a los asistentes al habitual almuerzo de fin de año servido en el Restaurante “El Histórico”, antigua sede de la Sociedad Argentina de Escritores - SADE, la Asociación Argentina de Carreteras celebró la finalización de un año pleno de actividades. La tradicional reunión contó con la participación de autoridades, nacionales y provinciales, representantes de organizaciones empresarias y gremiales, además de los miembros del Consejo Directivo de la Entidad. En un clima de camaradería y cordialidad se vio departir amablemente a profesionales ligados al sector vial y del transporte con empresarios y directivos de la Asociación.

El Lic. Salvia dirigió la palabra a los asistentes efectuando un breve resumen de las acciones llevadas a cabo en el año que finalizaba. Destacó la realización de Seminarios Internacionales de la AIPCR-PIARC, en Buenos Aires con la participación de expertos locales y extranjeros, del mismo modo señaló la activa participación de la Asociación en el Congreso Mundial de la Carretera, desarrollado en México, donde se firmó el Acta Acuerdo, por la que se designa a la Asociación Argentina de Carreteras, Comité Argentino de la PIARC.

Recordó la celebración del Día de la Seguridad, que tuvo máxima visibilidad por haberse desarrollado en el ámbito del Obelisco de Buenos Aires, una muestra de distintos aspectos de la Seguridad Vial, además de la jornada académica que tuvo lugar en los Salones del Hotel Panamericano. Efectuó también un repaso de las acciones y participación de la Entidad en diferentes ámbitos locales e internacionales ligados al sector vial y del transporte por carretera. Comento asimismo los galardones entregados en el Día del Camino a las mejores obras viales del año, que supone un reconocimiento al esfuerzo que realizan los organismos viales de todo el país en cuanto a las inversiones en infraestructura.

En lo que se refiere a las actividades a encarar en el año 2012 destacó en forma primordial la realización del **XVI Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito** a desarrollarse en octubre en la Ciudad de Córdoba, además desde luego, de las celebraciones tradicionales y la recordación del **60º Aniversario de la fundación de la Asociación**.

Finalmente, invitó a los presentes a participar en las actividades de la Entidad y propuso un brindis por la ventura personal e institucional de todos los miembros del sector vial y del transporte. ♦





XXIV Congreso Mundial de Carreteras

MOVILIDAD, SUSTENTABILIDAD Y DESARROLLO

AL CIERRE DE ESTA EDICIÓN DE LA REVISTA CARRETERAS, SE RECIBIÓ UN NÚMERO ESPECIAL DE LA REVISTA ROUTES/ROADS, DONDE SE MUESTRAN LAS CONCLUSIONES DEL CONGRESO ELABORADAS POR LOS DISTINTOS COMITÉS TÉCNICOS Y LA PRESENTACIÓN DE LOS TRABAJOS DISTINGUIDOS.

RESUMEN DEL INFORME GENERAL

El XXIV Congreso Mundial de la Carretera, celebrado en México del 26 al 30 de septiembre 2011, ha reunido a más de 4800 congresistas de 107 países.

Este informe presenta un resumen completo de los resultados del trabajo realizado por los Comités Técnicos durante el periodo de cuatro años que comenzó con el Congreso de París 2007, así como otros asuntos abordados durante el Congreso de México 2011 y las perspectivas a mediano plazo.

El Congreso se compuso de un gran número de sesiones:

- La Sesión de Ministros, bajo el tema “Movilidad sustentable en el contexto social”, presidida por el Secretario de Comunicaciones y Transportes de México.

Los Ministros del mundo entero han intercambiado sus puntos de vista en el transcurso de tres mesas redondas.

- Financiamiento sustentable del transporte, Desarrollo responsable ante el medio ambiente, Seguridad en la movilidad.
- Tres Sesiones Magistrales en sesiones plenarias: Una perspectiva global sobre los desafíos y oportunidades de la Seguridad Vial, Prospectiva de las políticas públicas en el sector carretero.

Lecciones aprendidas de los grandes terremotos de Chile y Japón;

- Cuatro Sesiones de Orientación Estratégica presididas por los cuatro coordinadores de Temas Estratégicos.
- Diez y ocho Sesiones Técnicas preparadas por los Comités Técnicos.
- Trece Sesiones especiales preparadas por la Asociación con la participación de otras organizaciones internacionales.

- Tres talleres, uno sobre pavimentos aeroportuarios y dos sobre la presentación de las funcionalidades y usos del programa informático HDM-4 para el análisis de estrategias de inversión y de mantenimiento de carreteras;
- La presentación del trabajo del Comité en Terminología, en el Stand de la Asociación Mundial de la Carretera.

Se presentan a continuación algunos de los Trabajos distinguidos durante el Congreso con los Premios AIPCR 2011:

- “Seguridad de los usuarios de la carretera y del personal” (Patrocinado por Australia y Nueva Zelanda).
- “Desarrollo sostenible” (patrocinado por la República de Corea).
- “Concepción y construcción de carreteras” (patrocinado por Bélgica).
- “Mantenimiento y gestión de carreteras” (patrocinado por Estados Unidos).
- “Mejor innovación” medalla Maurice Milne (patrocinado por Reino Unido).
- Mejor artículo presentado por jóvenes profesionales (patrocinado por Canadá — Quebec).
- Mejor artículo presentado por un país en vías de desarrollo (patrocinado por Japón).



Shell Bitumen

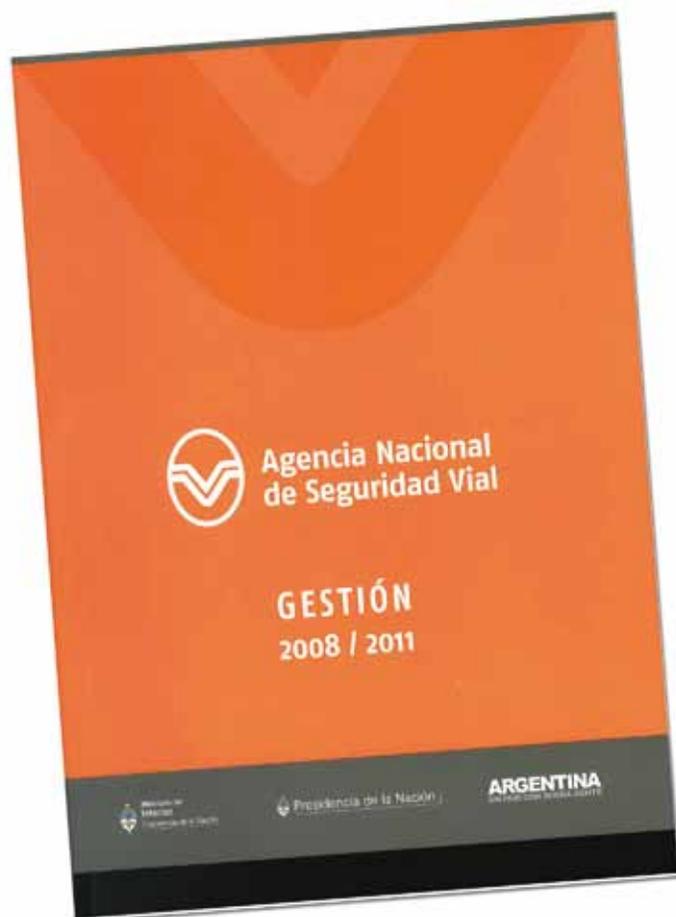


SHELL CARIPHALTE AM3

La fórmula ganadora
para exigencias extremas.



**El Lic. Felipe Rodriguez Laguens,
DIRECTOR EJECUTIVO DE LA AGENCIA NACIONAL DE SEGURIDAD VIAL,
dependiente del MINISTERIO DE INTERIOR DE LA NACIÓN,
presentó el libro de
Gestión 2008-2011 del organismo a su cargo.**



El libro según sus palabras, es un compendio de las acciones que desarrollo el Ministerio del Interior a través de la ANSV, con el objetivo de construir una nueva cultura vial en la Argentina.

El Ministro de Interior Florencio Randazzo expreso; “si bien la Seguridad Vial en nuestro país es política de Estado, es necesario el compromiso de cada ciudadano para generar el ineludible cambio en la cultura de nuestro país”.

El Lic. Rodriguez Laguens señalo, “hemos avanzado, dado los primeros pasos, pero sabemos que queda mucho por hacer. Juntos, los familiares y amigos de las víctimas, los miembros del Comité Consultivo, el Consejo Federal, los educadores, los comunicadores, el Estado en todos sus niveles y la Sociedad en su conjunto debemos bregar por esta tarea día a día. La tarea de salvar vidas en hechos de transito es indelegable”.

Vale destacar que la Asociación Argentina de Carreteras integra desde su inicio el Comité Consultivo de la ANSV.



Acompañando
el
crecimiento
del
país.



CLEANOSOL ARGENTINA S.A.I.C.F.I.



CONSERVACION VIAL

MICROAGLOMERADO EN FRIO
MATERIAL PARA BACHEOS EN FRIO
LECHADAS ASFALTICAS
BOX-BEAM / FLEX-BEAM
PROYECTO Y EJECUCION DE
TRAVESIAS URBANAS
AMORTIGUADORES DE IMPACTO

DEMARCAACION HORIZONTAL

SPRAY / LINEA VIBRANTE
LINEA PARA LLUVIA
B.O.S. / PREFORMADOS
PINTURA EN FRIO
TACHAS REFLECTIVAS

SEÑALIZACION VERTICAL

FABRICANTE HOMOLOGADO
DE SEÑALES 3M





15 AÑOS INFORMANDO CON CALIDAD

Felicita a la
Asociación Argentina de Carreteras
por sus **60** años contribuyendo
al desarrollo del sector

NOTICIAS, REPORTAJES, INFORMES, GUÍA DE PROVEEDORES, COBERTURAS Y ARTÍCULOS TÉCNICOS DE ESPECIALISTAS DE ARGENTINA Y EL MUNDO



REVISTAS S.A. - Tel: (+54-11) 4371-0083 / 5759 4372-3519 - Tucumán 1625, 2º A (C1050AAG) C.A.B.A., Argentina • vial@editorialrevistas.com.ar
www.editorialrevistas.com.ar



Saluda a la
Asociación Argentina de Carreteras
en su **60º** Aniversario

Trade
show

Organización integral de eventos

TRADESHOW S.A. • Tucumán 1625 2º "A" • C1050AAG • C.A.B.A. • Argentina • (+54-11) 4371-5759 / 0083 • info@tradeshowsa.com.ar
www.tradeshowsa.com.ar

Trabajos Técnicos

- Aspectos a considerar al momento de definir exigencias de rugosidad en calzadas pavimentadas

Autores: Marta Pagola y Oscar Giovanon

- Propiedades reológicas de asfaltos usados en mezclas asfálticas tibias

Autores: Francisco Morea, Rosana Marcozzi

- Reciclado de asfaltos modificados utilizados en mezclas asfálticas en caliente

Autores: Susana Cortizo, Marcela Balige, Alejandro Bisio, Diego Larsen

- Los Sistemas Wim (weigh in motion) como única alternativa válida para conocer el espectro real de cargas que solicita a los pavimentos

Autores: Jorge R. Tosticarelli, Andrés E. Pugliesi

- Prescripciones para realizar un suelocemento in situ con garantías de calidad

Autor: Jesús Díaz Minguela

- Evaluación de la distancia de visibilidad disponible en el proyecto de caminos rurales

Autores: Aníbal L. Altamira, Alberto B. Graffigna, Juan E. Marcet

Divulgación

- Controles y tolerancias para bases de estabilizado recicladas

Especificaciones técnicas de la DVBA - Artículo publicado en el Periódico El Constructor



ASPECTOS A CONSIDERAR AL MOMENTO DE DEFINIR EXIGENCIAS DE RUGOSIDAD EN CALZADAS PAVIMENTADAS

Autores:

Marta Pagola y Oscar Giovanon

RESUMEN

La rugosidad de las calzadas pavimentadas es una de las características de la superficie indicadoras de la calidad de las mismas relacionada con el confort de circulación que experimentan los usuarios de la carretera; este parámetro además tiene estrecha relación con los costos de operación que los usuarios tienen al usar la facilidad vial. Al momento de definir las exigencias de calidad a colocar en los Pliegos de Especificaciones Técnicas es necesario tener en cuenta una serie de aspectos técnicos y estadísticos, los cuales hacen que una especificación pueda ser cumplida o no. Entre estos pueden citarse: tipo de superficie, categoría de camino, longitud de tramo, longitud de integración, tipo de equipo, huella de medición, control en capas intermedias durante la construcción, etc. En algunos de los Pliegos existentes en Argentina esas consideraciones no han sido tenidas en cuenta y eso dificulta la aplicabilidad de los mismos. En el presente trabajo se describen dichos aspectos, y se analizan algunas Especificaciones técnicas locales y de otros países, desde el punto de vista de los criterios considerados de relevancia.

1. INTRODUCCIÓN

La rugosidad o regularidad de la superficie es uno de los parámetros de control de la calidad de la superficie de las calzadas medible en forma no destructiva. La misma es un indicador del confort de circulación que la ruta ofrece a los usuarios, estado también muy relacionada con la seguridad de circulación.

Este parámetro puede valorarse en calzadas nuevas como control de la calidad inicial de la misma, donde depende de la calidad de construcción; y también en calzadas en servicio, de manera de brindar al usuario una adecuada calidad durante el período de vida de la carretera, y en este caso su evolución dependerá de la evolución de los deterioros superficiales y de la influencia de los factores del entorno. Así es que entonces, la existencia de ahuellamiento, baches abiertos, y/o baches deficitariamente reparados en la calzada, motivarán mayores resultados de rugosidad.

Existen distintos tipos de Especificaciones Técnicas (ET), para control de calidad de obra, ya sea esta nueva o de rehabilitación, y para verificación de calidad de servicio a los usuarios en calzadas en servicio en caso de rutas concesionadas, Figura 1. El límite en servicio, además de ser importante como control de calidad en rutas concesionadas, también es un parámetro relevante en los Sistemas de Administración de Redes Viales para ser usado como uno de los parámetros de control en la definición de la necesidad de realización de obras o mejoras.

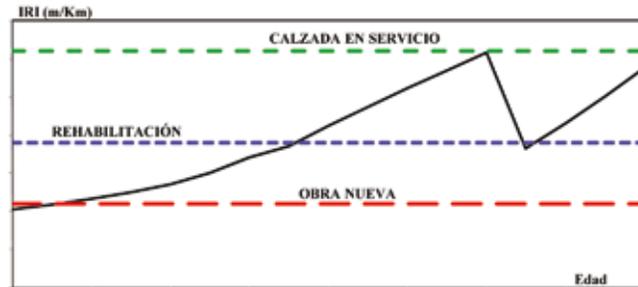


Figura 1. Límites de calidad en rugosidad

Para la elaboración de dichas ET deben ser considerados una serie de aspectos técnicos y estadísticos, de manera que los valores límites fijados en las mismas sean adecuados para brindar la calidad deseada para los usuarios de la carretera, y la metodología de valoración represente lo más fielmente posible la realidad de la superficie y su texto no presente posibilidades de doble interpretación.

2. ASPECTOS A CONSIDERAR EN LA FORMULACIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

A continuación se presentan una serie de aspectos que debieran ser considerados o tenidos en cuenta al momento de preparar una Especificación Técnica.

2.1. Momento de la vida de la carretera en que se aplica

La medición en recepción de obra y la medición para verificar la calidad de servicio son dos situaciones muy diferentes en la vida de una carretera. Naturalmente, el valor de recepción de obra debe ser más exigente que el que se pedirá durante la vida en servicio de la carretera.

El nivel de recepción de obra estará condicionado fundamentalmente por el estado del arte de las técnicas constructivas, el estado previo de la calzada y la importancia de las obras realizadas (obra nueva o rehabilitación). La exigencia de una mayor calidad final de la obra va asociada en parte a la calidad y condiciones de los equipos utilizados, entonces al aumentar las exigencias se está presionando para que las empresas adquieran nuevos equipamientos y tengan personal especializado. Esto implica que la fijación de una mayor exigencia en calidad de servicio tiene asociada una connotación económica, ya que implica una mayor inversión por parte de la empresa constructora.

Mientras que el nivel final de servicio a los usuarios se ve influenciado por el grado de exigencia de los usuarios, los cuales demandarán mayor calidad cuanto mayor sea la categoría de la ruta. Las exigencias de los usuarios que circulan por una autopista con control de acceso y velocidad máxima

elevada serán mayores que las de los usuarios que circulan por una ruta de dos carriles con dos sentidos de circulación. Estas diferencias pueden también asociarse a un análisis costo beneficio, donde al tener mayor volumen de tránsito circulante mayor será el beneficio obtenido al realizar una obra de mejora de la calidad de circulación, por ser más cantidad de usuarios los beneficiados.

2.2. Unidad en que se expresan los resultados

La unidad de expresión de los resultados debe ser clara. A partir de la definición del Índice de Rugosidad Internacional "IRI" en el año 1992 por el Banco Mundial, es imperativo el uso de la misma. Este índice representa la rugosidad que indicaría un equipo de respuesta dinámica "específico, con constantes dinámicas definidas" al circular sobre la calzada. Su adopción permite la valoración con equipos de diferente concepción y el intercambio de experiencias entre distintas organizaciones nacionales e internacionales. Pueden utilizarse equipos perfilómetros, que obtienen el perfil longitudinal de la carretera sobre el cual se calcula luego la rugosidad, o pueden utilizarse equipos de respuesta dinámica que brindan la rugosidad en IRI a través del uso de ecuaciones de correlación.

2.3. Entorno rural o urbano

El entorno donde se encuentra el sector de ruta a ser controlado es un tema que merece sus consideraciones particulares. En un entorno rural, donde no hay grandes interferencias, la rugosidad puede ser medida con equipos de alto rendimiento.

En vías urbanas la rugosidad es más difícil de valorar, debido a las interrupciones motivadas al tránsito y a la existencia de elementos de la vía como semáforos, badenes y reductores de velocidad. En un entorno urbano el control inicial de obra puede ser realizado con algunos equipos como son los perfilómetros, ya que los resultados no se ven afectados por la velocidad de medición durante la adquisición; y para mantener luego la calidad ofrecida en servicio debe prestarse especial atención a las condiciones de calidad de las reparaciones a realizar (tapado de baches, rotura de cañerías, zanjas para paso de servicios). Por otro lado, los límites de calidad utilizados en entornos urbanos pueden ser menos exigentes que en entorno rural, dado que las velocidades de circulación son menores y también son diferentes las expectativas de los usuarios. Incluso, en condiciones particulares y por razones de seguridad, se fuerza la reducción de velocidad colocando reductores artificiales (lomos de burro o badenes) que aumentan intencionalmente la rugosidad.

2.4. Categoría del camino: autopista, dos carriles

Partes de este aspecto ya fueron indicados en los puntos 2.1 y 2.3, en lo referente a que la expectativa de calidad del usuario transitando por una autopista es mayor del que transita por una vía de dos carriles. Esto asociado a que una autopista implica mejores condiciones de servicio, control de accesos, menores deterioros, menor interferencia con otros vehículos. Si bien una mayor exigencia implica en general un mayor costo de construcción y de mantenimiento, existirá también una mayor cantidad de usuarios beneficiados, justificando dicha exigencia.

2.5. Tipo de superficie

No debiera existir diferencia de límites a exigir según el tipo de superficie de rodamiento, o sea se recomienda indicar los mismos valores para superficies con carpetas asfálticas, con tratamiento superficial o de hormigón. Esto se fundamenta en que al usuario que transita por la carretera no le interesa con qué tipo o material está construida, sus exigencias de calidad son las mismas.

2.6. Longitud del intervalo de integración de la rugosidad

Con intervalo de integración se hace referencia a la longitud del tramo para el cual se expresa una medición individual. Hay que tener presente que la rugosidad consiste en el valor acumulado de los saltos que experimenta el vehículo en una determinada longitud de integración, expresado luego como acumulación en 1 kilómetro. O sea que, por ejemplo, si en 100 metros se acumulan 0.25 metros, la rugosidad será 2.5 m/Km. Luego, cuando las mediciones se realizan con intervalos de integración de 100 metros y en las Especificaciones se indica el límite a controlar para intervalos kilométricos, el resultado kilométrico a comparar se corresponde con el promedio de los diez valores hectométricos que se obtuvieron en el kilómetro.

Este punto es de importancia al momento de fijar límites en las ET, ya que estadísticamente existe una variación importante en el análisis de resultados si se trabaja con intervalos hectométricos o kilométricos, no en el valor promedio del tramo de evaluado, sino en los límites fijados para uniformidad o dispersión de los mismos.

Haciendo como ejemplo un análisis teórico, y suponiendo que los resultados de rugosidad son una variable con distribución normal, resulta entonces válido el gráfico de la Figura 2 donde se comparan las curvas de distribución normalizadas referidas a resultados obtenidos con intervalo de integración hectométrico y la que se obtendría para esa misma muestra si se analizaran los resultados para intervalo de integración kilométricos, ambas distribuciones expresadas como diferencias respecto a su propio valor medio. Como se observa, existe coincidencia en el Valor Medio de los resultados, pero una marcada diferencia en la desviación o amplitud de la curva de distribución. Esto es lógico, ya que los valores kilométricos son obtenidos como el promedio de 10 resultados hectométricos, con lo cual resultados extremos son "planchados" o atenuados. En este análisis teórico, con parámetros de distribución normal, la desviación estándar para valores kilométricos resulta igual a 0.32 veces el mismo indicador calculado para resultados hectométricos.

Lo expresado en este ejemplo teórico se muestra aplicado a los resultados obtenidos en dos casos reales en las Figuras 3 y 4, en los que se comparan las distribuciones en frecuencia para una ruta en condición de recepción de obra y otra en servicio. En la Tabla 1 se resumen los indicadores estadísticos obtenidos.

Se considera que es importante, al momento de fijar los límites de aceptación en rugosidad, indicar en base a que longitud de integración de las rugosidades se encuentran indicados. O sea no sería adecuado indicar por ejemplo: el valor medio de los resultados de rugosidad del tramo deben estar por debajo de xx valor, y ningún valor superior a XX valor, y no indicar si esos resultados se corresponden con intervalos hectométricos o kilométricos; ya que como se mostró en los ejemplos de la Tabla 1 el valor máximo medido es mucho más elevado si se trabaja con tramos de integración hectométricos que kilométricos.

Desde el punto de vista de los autores de este trabajo, se considera que es más adecuado trabajar con intervalos de integración de hectométricos, y fijar los límites de calidad en base a esos resultados, o sea sin indicar explícitamente valores límites por kilómetro, tal como es indicado en el Pliego Español de Especificaciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes, PG-3, que se muestran como ejemplo en la Tabla 2.

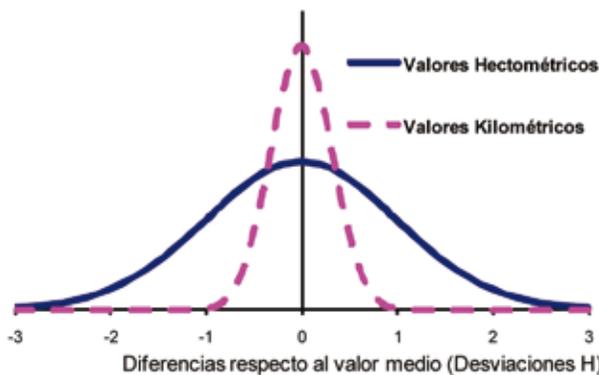


Figura 2. Distribución en frecuencias de rugosidades hectométricas y kilométricas respecto del valor medio.

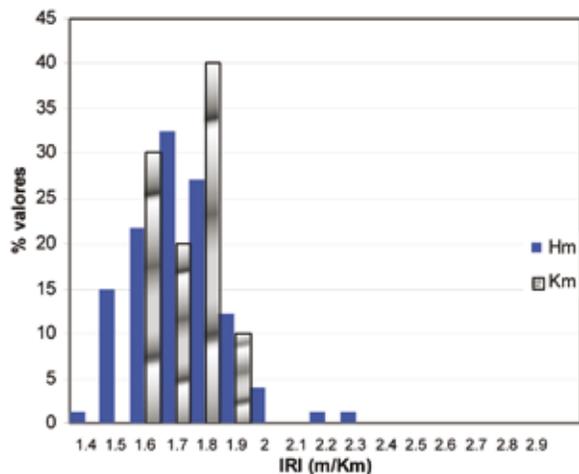


Figura 3. Recepción de obra

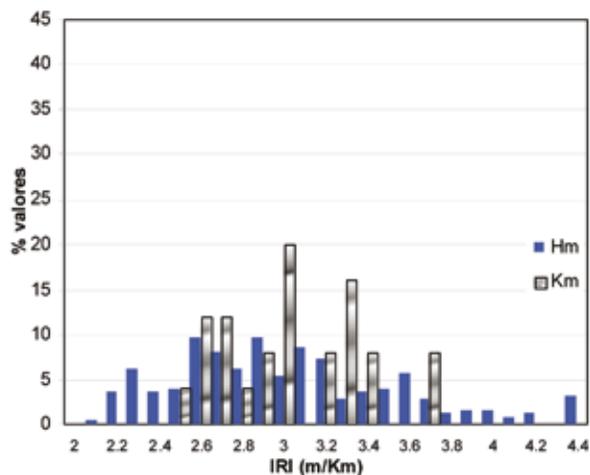


Figura 4. Calzada en servicio

Caso		Valor medio	Valor mínimo	Valor máximo	Desviación standard
Recepción de obra	Hm	1.7	1.4	2.3	0.15
	Km	1.7	1.5	1.8	0.09
Calzada en Servicio	Hm	3.0	2.1	4.8	0.54
	Km	3.0	2.5	3.7	0.33

Tabla 1. Indicadores estadísticos de resultados de rugosidad. Valores en IRI (m/Km)

Caso		Porcentaje de hectómetros del tramo		
		50 %	80 %	100 %
Recepción de obra nueva, asfálticas y hormigón	Autopista	< 1.5	< 1.8	< 2.0
	Otras	< 1.5	< 2.0	< 2.5
Rehabilitación autopistas	> 10 cm	< 1.5	< 1.8	< 2.0
	< 10 cm	< 1.5	< 2.0	< 2.5
Rehabilitación otras	> 10 cm	< 1.5	< 2.0	< 2.5
	< 10 cm	< 2.0	< 2.5	< 3.0

Tabla 2. Límites de rugosidad Pliego Español, PG, recepción de obra. Valores en IRI (m/Km)

2.7. Longitud de los tramos de evaluación

Se considera que para cualquier longitud del tramo de evaluación puede aplicarse un análisis estadístico de resultados hectométricos, indicando porcentajes de valores en forma independiente de la longitud del tramo a ser verificado, simplificando así el uso e interpretación de las ET.

2.8. Huella de medición

Generalmente en las carreteras de dos carriles, la huella externa de cada carril es la más deteriorada desde el punto de vista de las deformaciones que afectan a la rugosidad, ya que el borde externo es una zona donde la calidad de la construcción es más deficitaria, y es el lugar más cercano a posibles entradas de agua, lo que trae como consecuencia una reducción de la capacidad resistente de la estructura y una mayor probabilidad de que se desarrollen deformaciones de los perfiles de la calzada. Este aspecto es más reducido cuando se trata de carreteras con dos o más carriles por sentido de circulación, por la menor influencia del borde de la calzada. Los equipos para medición de la rugosidad actuales realizan la medición en una o en ambas huellas, presentando resultados individuales para cada una de ellas. Se considera que el análisis de resultados debe ser realizado para cada huella en forma individual, no con el promedio de ambas huellas. En caso de tener que elegir cuál de las huellas debe ser medida, se considera que debe elegirse la huella externa del carril de medición.

3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS VIGENTES EN ARGENTINA

En nuestro país están en vigencia numerosas ET, las cuales presentan diferencias importantes en los puntos citados previamente. Se resumen a continuación algunas de ellas:

3.1. Pliego de ET Generales de la Dirección Nacional de Vialidad, año 1998

- Validez: Obra nueva.
- Equipo: Rugosímetro tipo BPR.
- Unidad de medición: BPR, el valor de este parámetro se puede correlacionar mediante la correspondiente ecuación con el Índice Internacional de Rugosidad IRI, manteniendo las mismas exigencias.

d. Longitud de tramos de evaluación: Se adoptarán tramos entre 2000 y 6000 m.; los que a su vez se subdividen en subtramos de 300 m. Sectores con irregularidades más acentuadas se consideran aparte del conjunto del tramo. Donde la Supervisión lo considere conveniente podrá reducir los subtramos hasta una longitud de 100 m, sosteniendo las mismas exigencias.

e. Huella de medición: Estas determinaciones se efectuarán por carril o trocha, en el sentido que fije la Supervisión. Cada valor individual R_i corresponde al registro hecho en cada trocha entre las progresivas correspondientes. Sectores con irregularidades más acentuadas se consideran aparte del conjunto del tramo. Cuando se emplee rugosímetros de una rueda (BPR) se tomará como valor del subtramo el valor medio correspondiente a ambas huellas.

f. Longitud de integración: no se indica. Se deduce 100 m. por ser la menor longitud de subtramo.

g. Exigencia:

Mezcla asfáltica: El valor medio del tramo R_m deberá ser menor o igual a 1500 mm/km (1.7 m/Km IRI). Cuando R_m exceda de 2000 mm/km., corresponderá el rechazo del tramo. Tratamiento Bituminoso: El valor medio del tramo R_m deberá ser menor o igual a 2500 mm/km (3.7 m/Km IRI). Cuando R_m exceda de 3200 mm/km., corresponderá el rechazo del tramo.

Hormigón: El valor medio del tramo R_m deberá ser menor o igual a 2800 mm/km (4.1 m/Km IRI). Cuando R_m exceda de 3600 mm/km., corresponderá el rechazo del tramo.

h. Uniformidad: Referido a R_m del tramo los valores individuales R_i de cada subtramo, no deberán exceder de 1.25 R_m aceptándose solo un subtramo cada 10 (o fracción) que no cumpla esa condición.

3.2. Pliego Rutas Nacionales Concesionadas, año 2010. Especificación Técnica Particular

a. Validez: Obra nueva.

b. Equipo: Se determinará mediante la utilización de equipos que permitan medir el perfil longitudinal en forma dinámica, homologados por la D.N.V.

c. Unidad de medición: En cualquier caso, si bien el equipo medirá en sus propias unidades, deberán ser éstas fácilmente correlacionables al IRI (Índice de Rugosidad Internacional).

d. Longitud de sección de evaluación: variable según corredor.

e. Longitud de integración de la rugosidad: 100 metros. Análisis de valores kilométricos para exigencia, y de valores hectométricos para uniformidad.

f. Huella de medición: Se determinará la deformación longitudinal de la calzada mediante mediciones que se realizarán en la huella más deteriorada de cada trocha.

g. Exigencia:

Mezcla asfáltica en caliente con asfalto convencional, mezcla asfáltica en caliente de bajo espesor con asfalto modificado con polímero, mezcla asfáltica densa o semi densa (CAC D20) con asfalto modificado: En la sección de evaluación los valores kilométricos de rugosidad deberán resultar menores o iguales a 1.8 m/Km (IRI) para obras nuevas y menores o iguales a 2.2 m/Km (IRI) para repavimentaciones.

Microconcreto asfáltico en caliente con asfalto modificado MAC F10, SMA10 y SMA19: El Índice Internacional de Rugosidad (IRI) medio de cada tramo debe resultar menor o igual a 2 m/Km.

Hormigón: En la sección de evaluación los valores kilométricos de rugosidad, deberán resultar menores o iguales a 3.6 m/km (IRI).

h. Uniformidad:

Mezcla asfáltica en caliente con asfalto convencional, mezcla asfáltica en caliente de bajo espesor con asfalto modificado con polímero, mezcla asfáltica densa o semi densa (CAC D20) con asfalto modificado: Solo se admitirá del total de mediciones hectométricas, un 10 % (cinco por ciento) por encima de la exigencia, y ninguna medición superior a 2.7 m/km (IRI), sin excepción. (el Pliego tiene ese error 10% en números y 5% en letras).

Microconcreto asfáltico en caliente con asfalto modificado MAC F10, SMA10 y SMA19: En cuanto a las tolerancias será de aplicación el Apartado D.1.5.7.2.c) del Pliego de Especificaciones Técnicas Generales de la Dirección Nacional de Vialidad- Edición 1998.

Hormigón: Solo se admitirá del total de mediciones hectométricas, un 5 % (cinco por ciento) por encima de 3.6 m/km (IRI), y ninguna medición superior a 4.0 m/km (IRI), sin excepción.

3.3. Propuesta ET General, Comisión Permanente del Asfalto para la Dirección Nacional de Vialidad, año 2005

a. Validez: Obra nueva.

b. Equipo: no se indica.

c. Unidad de medición: IRI (m/Km).

d. Longitud tramos de evaluación: variable según el caso.

e. Longitud de tramos de integración: 100 metros

f. Huella de medición: En carpetas de rodamiento de calzadas con varios carriles y rutas principales se debe determinar la deformación longitudinal de una de las huellas de cada carril según criterio de la autoridad de aplicación.

g. Exigencia:

Indicada para todos los tipos de pavimentos asfálticos, estas ET no abarcan pavimentos de hormigón. De acuerdo con la longitud del tramo analizado rigen las siguientes tolerancias, Tabla 3:

Longitud del tramo analizado	% mínimo de valores iguales o inferiores a 2 m/km (IRI), para L=100m
Mayor o igual a 30 Km	95
Menor a 30 y mayor a 10 Km	85
Menor a 10 Km	80

Tabla 3. Tolerancias Pliego Comisión Permanente del Asfalto

3.4. Pliego Rutas Nacionales Concesionadas, año 2010. ET Generales. (1er llamado)

a. Validez: Exigencia en servicio.

b. Equipo: Se determinará mediante la utilización de equipos de alto rendimiento que permitan medir el perfil longitudinal en forma dinámica.

c. Unidad de medición: En cualquier caso, si bien el equipo medirá en sus propias unidades, deberán ser éstas fácilmente correlacionables al IRI.

d. Huella de medición: Se determinará la deformación longitudinal de la calzada mediante mediciones que se realizarán en la huella más deteriorada de cada trocha, a exclusivo criterio del Órgano de Control.

e. Longitud de Tramos de evaluación: variable según corredor.

f. Longitud de integración: no se indica, se infiere 100 m. Análisis de exigencias para resultados kilométricos.

g. Exigencia:

Exigencias para las calzadas nuevas y existentes a partir de su repavimentación: Calzadas con pavimento flexible. En el tramo evaluado, el CIEN (100%) por ciento de los valores kilométricos de rugosidad medida en m/km deberá resultar inferior o igual a 3.2 m/km (IRI).

Calzadas con pavimento de hormigón. En el tramo evaluado el CIEN (100%) por ciento de los valores kilométricos de rugosidad medida en m/km deberá resultar inferior o igual a 3.6 m/km (IRI).

Exigencias para las calzadas existentes antes de su repavimentación. Calzadas con pavimento flexible. Para un tramo continuo de longitud igual o inferior a DIEZ (10) kilómetros, el NOVENTA (90%) por ciento de los valores kilométricos de rugosidad medida en m/km deberá resultar inferior o igual a 3.2 m/km (IRI).

Calzadas con pavimento de hormigón. Para un tramo continuo de longitud igual o inferior a DIEZ (10) kilómetros, el NOVENTA (90%) por ciento de los valores kilométricos de rugosidad medida en m/km deberá resultar inferior o igual a 4.80 m/km (IRI).

3.5. Pliego Rutas Concesionadas, año 2010. ET General. (2do llamado)

a. Validez: Exigencia en servicio.

b. Equipo: Se determinará mediante la utilización de equipos que permitan medir el perfil longitudinal en forma dinámica, homologados por la D.N.V.

c. Unidad de medición: En cualquier caso, si bien el equipo medirá en sus propias unidades, deberán ser éstas fácilmente correlacionables al IRI (Índice de Rugosidad Internacional).

d. Huella de medición: Se determinará la deformación longitudinal de la calzada mediante mediciones que se realizarán en la huella más deteriorada de cada trocha, a exclusivo criterio del Órgano de Control.

e. Longitud de Tramos de evaluación: variable según corredor.

f. Longitud de integración: no se indica, se infiere 100 m.

g. Exigencia:

Exigencias para las calzadas nuevas y existentes a partir de su repavimentación: Calzadas nuevas con pavimento flexible. En el tramo evaluado, el CIEN (100%) por ciento de los valores kilométricos de rugosidad medida en m/km deberá resultar inferior o igual a 2.7 m/km (IRI).

Para determinar la rugosidad en cada kilómetro se considerará el percentil 80 de los valores obtenidos en la medición.

Calzadas nuevas con pavimento de hormigón. En el tramo evaluado el CIEN (100%) por ciento de los valores kilométricos de rugosidad medida en m/km deberá resultar inferior o igual a 3.6 m/km (IRI).

Para determinar la rugosidad en cada kilómetro se considerará el percentil 80 de los valores obtenidos en la medición.

Calzadas existentes a partir de su repavimentación. En el tramo evaluado, el CIEN (100%) por ciento de los valores kilométricos de rugosidad medida en m/km deberá resultar inferior o igual a 3.2 m/km (IRI). Para determinar la rugosidad en cada kilómetro se considerará el percentil 80 de los valores obtenidos en la medición.

Exigencias para las calzadas existentes antes de su repavimentación: Esta medición se realizará a los fines estadísticos no recibiendo la CONCESIONARIA penalización por falta del cumplimiento de estas exigencia

3.6. Conexión Física ROSARIO - VICTORIA

a. Validez: Exigencia en servicio.

b. Equipo: Se determinará la deformación longitudinal de la calzada mediante mediciones con rugosímetro tipo BPR.

c. Unidad: Unidad Internacional de Rugosidad (IRI).

d. Longitud de evaluación: variable.

e. Longitud de integración: 1 kilómetro.

f. Huella de medición: Estas mediciones se realizarán en la huella más deteriorada de cada carril, a exclusivo criterio del Órgano de Control.

g. Exigencia:

Calzadas con pavimento flexible. De acuerdo a la longitud analizada, se exigirá un número mínimo de valores kilométricos de rugosidad (medida en metros por kilómetro), expresado como porcentaje del total de valores obtenidos para la longitud analizada, que deberá resultar inferior o igual a 3.00 m/km (IRI).

Calzadas con pavimento de hormigón. Regirá idéntico criterio de medición que el especificado para los pavimentos flexibles, excepto que el valor kilométrico de rugosidad, deberá resultar inferior o igual a 4.80 m/km (IRI). El número mínimo de valores exigido se indica en la Tabla 4:

Longitud del tramo analizado	% mínimo de valores Km iguales o inferiores a 3.00 m/Km ó 4.80 m/Km según corresponda por tipo de calzada
Mayor o igual a 30 Km	95
Menor a 30 y mayor o igual a 20 Km	90
Menor a 20 y mayor o igual a 10 Km	85
Menor a 10 Km	80

Tabla 4. Exigencias Pliego Conexión Física Rosario Victoria

4. ANÁLISIS DE LAS ESPECIFICACIONES VIGENTES, CRITERIOS INVOLUCRADOS

Haciendo un análisis de las Especificaciones vigentes se observan diferencias en los criterios utilizados para su elaboración, algunos aspectos son:

- Validez: Es correcta la fijación de exigencias particulares diferenciadas para recepción de obra y ruta en servicio previa y posteriormente a la acción del concesionario.
- Equipo: La mayoría permite la medición con cualquier equipo de medición, siempre que se encuentre correctamente calibrado y homologado por la DNV. Excepto el Pliego de la DNV de 1998, que tiene varios años y en ese momento los equipos BPR eran los únicos que estaban disponibles en la DNV.
- Unidad: Todos los pliegos coinciden en la utilización del IRI como unidad de medición de la rugosidad, y expresado en m/Km.
- Longitud de evaluación: Todos coinciden en que la longitud de los tramos a evaluar es particular del caso.
- Huella de medición: La mayoría indica que la medición se realizará en la huella más deteriorada de cada carril, quedando esto a criterio del Organismo de control, con excepción del Pliego de la DNV de 1998 en que se indica el promedio de ambas huellas.
- Longitud de integración: Existen diferencias, algunos indican 1 kilómetro y otros 100 metros, salvo el Pliego de la DNV de 1998 en que la longitud puede ser 300 metros o 100 metros.

- **Exigencia:** Los valores fijados difieren entre los diferentes Pliegos analizados. No solamente en el Valor medio, sino también en la uniformidad o dispersión aceptada. Esto último, en algunos Pliegos depende de la longitud del tramo de evaluación o del tipo de superficie de rodamiento. En otros casos se presenta una mezcla de criterios entre valor medio y dispersión, ya que el valor medio está expresado para resultados kilométricos y la dispersión para resultados hectométricos.

En algunos pliegos, la definición de las exigencias como un número de mínimo de valores que deben ser iguales o menores a un valor límite, concluye en la adopción de mayores exigencias porcentuales para mayores longitudes de los tramos de evaluación. Este hecho puede dar origen a especulaciones por parte del ente evaluado, planteando la subdivisión de un tramo de evaluación para lograr mayor número de resultados fuera de tolerancia.

En la Figura 5 se ejemplifica la ET descrita en el punto 3.6, en la cual si la longitud del tramo de evaluación es de 30 Km se toleran 2 valores excedidos, mientras que si ese mismo tramo es analizado como tres tramos de 10 Km se toleran en total 6 valores excedidos. Esta diferencia es aún más notoria si se analiza el número de valores aceptados como excedidos para el caso de longitud de integración hectométrica, donde para el tramo de 30 Km se tolerarían 15 hectómetros excedidos, mientras que si el tramo fuera analizado como tres tramos de 10 Km serían 54 hectómetros excedidos los tolerados.

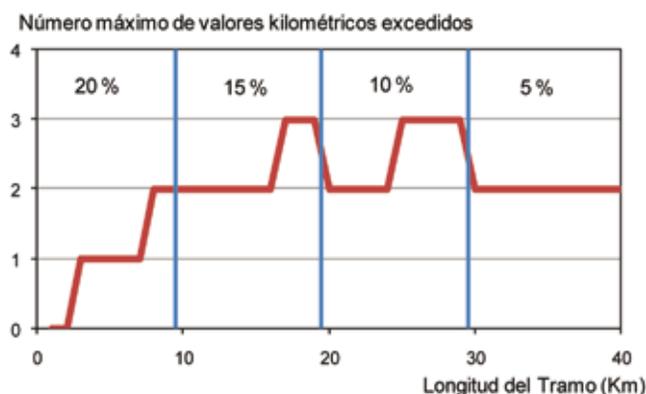


Figura 5. Número máximo de valores kilométricos excedidos permitidos vs Longitud del tramo

5. PROPUESTA TENTATIVA DE ESPECIFICACIÓN PARA RECEPCIÓN DE OBRA

Para la elaboración de esta Propuesta tentativa se han considerado: las distintas especificaciones vigentes, la especificación española indicada en el PG3, y la experiencia acumulada en mediciones de rugosidad.

- **Equipo:** Podrá ser utilizado cualquier equipo de medición que sea capaz de expresar sus resultados en IRI y que se encuentre calibrado y aceptado por la DNV. En este punto es importante destacar que la calibración de los equipos debe cumplir con ciertos límites de calidad. En la metodología habitual aplicada en Argentina, se determina el "valor de rugosidad de referencia" de tramos ubicados en superficies de camino reales y respecto a ese valor son contrastados o calibrados los distintos tipos de equipos en uso. En esta metodología se identifican dos posibles fuentes de error: la determinación del IRI de referencia, y la aptitud del equipo.

Como formas de determinación de la referencia, pueden utilizarse nivel y mira, medidor del perfil tipo Dipstick y perfilómetros laser o ultrasonido para obtener el perfil longitudinal del tramo, y luego simular el pasaje del equipo.

de referencia para obtener el IRI. Estas formas de obtención del perfil tienen asociados errores propios de medición, siendo estos originados por la precisión de los sensores asociados, en caso de nivel y mira es la precisión de lectura, en otros la precisión del inclinómetro o la precisión del sensor laser. Estos errores de los sistemas de digitalización generan perfiles con errores, los cuales tienen mayor importancia cuando menor es la rugosidad real de la superficie. A modo de ejemplo se muestra la magnitud de este posible error en el valor de IRI informado, a través del análisis de secciones de 300 metros de longitud con distintos niveles de rugosidad medida con equipo medidor del perfil tipo Dipstick con puntos cada 25 cm y un error aleatorio de lectura de +/- 0.5 mm. Figura 6.

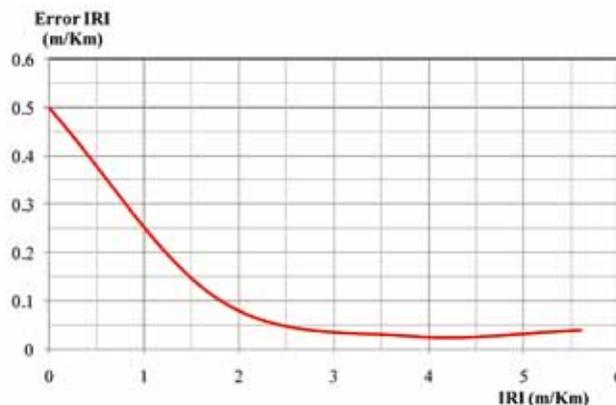


Figura 6. Error en la determinación del IRI asociado a la obtención del perfil

La aptitud del equipo es un aspecto a considerar fundamentalmente en los equipos de medición tipo respuesta, los que necesitan de una calibración por correlación, que transforme los resultados obtenidos en sus unidades propias y los informe en IRI. La aptitud del equipo se valora a través del error de la calibración, que está compuesto por el error de repetibilidad y el error de apreciación del IRI. Para los equipos del tipo respuesta en uso en Argentina, el error total de la calibración debe ser menor o igual a 0.3 m/Km para decir que el equipo se encuentra en condiciones de trabajo.

- **Unidad de medición:** IRI, expresado en (m/Km).
- **Longitud de evaluación:** la que corresponda según el tramo considerado homogéneo a los fines del control de calidad.
- **Huella de medición:** Se considera que el análisis de resultados debe ser realizado para cada huella en forma individual, no con el promedio de ambas huellas. En caso de tener que optar en cual medir, se considera que debe realizarse sobre la huella externa del carril de medición, siempre que el ente de control no explicita lo contrario.
- **Longitud de integración:** 100 metros
- **Metodología:** Se realizará la medición de rugosidad en toda la longitud del tramo a controlar, con una sola pasada del equipo respetando el rango de velocidades de operación especificado para el mismo en el manual de operación correspondiente. Estos resultados serán comparados con los valores de rugosidad admisibles. Si los valores medidos son menores o iguales a lo indicado, se considerará suficiente la medición realizada con una sola pasada del equipo. En aquellos casos en que el valor medido supere lo indicado previamente, se realizarán dos mediciones adicionales de la totalidad del tramo con el mismo equipo (para completar tres), y se informará luego el promedio de las mismas en cada intervalo. Estos resultados promedio serán comparados con los valores de rugosidad admisibles. Esta metodología se encuentra indicada en la Metodología adoptada por la Dirección Nacional de Vialidad de Argentina, según la Resolución N° AG 655 08

- Exigencia: Valen los mismos límites para todos los tipos de superficie de rodamiento. La rugosidad expresada en unidades IRI tendrá los límites indicados en la Tabla 5, para resultados individuales hectométricos.

% Hm del tramo	Obra nueva o repavimentaciones con más de una capa		Repavimentaciones con una sola capa	
	Autopistas y autovías	Otras	Autopistas y autovías	Otras
50 %	≤ 1.5	≤ 1.7	≤ 1.7	≤ 2.0
100 %	≤ 2.0	≤ 2.5	≤ 2.5	≤ 2.8

Tabla 5. Límites admisibles de rugosidad, expresados en IRI (m/Km)

Para que esta exigencia pueda ser cumplida, se recomienda que se complemente la especificación de calidad de la obra terminada con controles intermedios de calidad de las capas inferiores, o sea implementar control de rugosidad capa a capa.

6. CONCLUSIONES

En nuestro país están en vigencia numerosas Especificaciones Técnicas, las cuales presentan diferencias importantes. Esas diferencias se dan, no solo en los valores fijados como límites sino también en el criterio estadístico utilizado para analizar la aceptabilidad o no del tramo de evaluación.

Se presenta una propuesta de Especificación para obra nueva que considera la importancia de la ruta, asociada a las diferentes exigencias que plantean los usuarios.

Los valores indicados en la propuesta para repavimentación con una sola capa, podrán elevarse sólo si la obra está planteada para corregir otros defectos superficiales y la economía de la obra no posibilita la realización de mejoras de mayor importancia, como ser mejorar una calzada deslizante en días de lluvia, obra que difícilmente pueda corregir la rugosidad de la ruta si el estado preexistente es muy deficitario. ♦

7. REFERENCIAS

Pliego de Especificaciones Técnicas Generales de la Dirección Nacional de Vialidad de Argentina. Edición 1998.

Pliego de Especificaciones Técnicas de la Conexión Física Rosario Victoria, OCCOVI. Argentina.

Propuesta de Especificaciones Técnicas de la Comisión Permanente del Asfalto de Argentina. Versión año 2005.

Concesiones Viales 2010. Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares. OCCOVI. Argentina.

Concesiones Viales 2010. Segundo llamado. Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares. OCCOVI. Argentina.

Pliego de Especificaciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes. PG-3. España.

Metodología para la medición de rugosidad. Resolución nº AG 655 08 de la Dirección Nacional de Vialidad de Argentina.

PAGOLA M. y GIOVANON O. Análisis de los resultados de rugosidad producidos por distintos equipos. XV Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito, Mar del Plata, 2009.



**Recorreremos
todos los caminos
de nuestro país**

FEDERACION ARGENTINA DE ENTIDADES EMPRESARIAS DEL AUTOTRANSPORTE DE CARGAS

Sánchez de Bustamante 54 (C1173AAB) Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina Tel/Fax: 54 11 4860-7700 - fadeaac@fadeaac.org.ar - www.fadeaac.org.ar



Martínez y de la Fuente s.A.

Oficinas Técnicas

Av. San Martín 2069 (1888) - Fcio. Varela
+5411 4255-0110 - info@myfsa.com.ar

Oficinas Comerciales

Balcarce 216 (1064) - Ciudad de Buenos Aires
+5411 4343-0907 - comercial@myfsa.com.ar

www.myfsa.com.ar

PROPIEDADES REOLÓGICAS DE ASFALTOS USADOS EN MEZCLAS ASFÁLTICAS TIBIAS

Autores:

Francisco Morea, Rosana Marcozzi

RESUMEN

Las warm mix asphalt (WMA) se desarrollan con la finalidad de disminuir las emisiones de CO₂ durante los procesos de elaboración y tendido de las mezclas asfálticas en caliente (HMA) por medio de la reducción de las temperaturas de mezclado y compactación. Sin embargo esta reducción de temperaturas no debe traer aparejado problemas durante la elaboración así como en el desempeño final de la mezcla. Existen aditivos que permiten reducir las temperaturas de elaboración manteniendo la trabajabilidad de la mezcla durante la construcción y que dicen mantener el desempeño de las mezclas asfálticas. Existen diferentes aditivos, algunos de ellos modifican el comportamiento reológico del asfalto (ceras o parafinas) mientras otros no afectan, en teoría, la reología del ligante (aditivos químicos).

En este trabajo las diferencias en las propiedades reológicas de dos asfaltos (un convencional y un modificado con polímero), con y sin aditivos químico tensoactivos, extraídos de mezclas (HMA y WMA) se estudiaron con el reómetro de corte dinámico (DSR). Complementariamente se realizaron ensayos de desempeño en las mezclas (ensayos de rueda cargada en seco y bajo inmersión Hamburgo).

Se observa que las propiedades reológicas de los ligantes se ven afectadas por la incorporación de los aditivos. La incorporación de aditivos ayuda en la trabajabilidad de las mezclas a menores temperaturas durante los procesos de elaboración y mejora el comportamiento de las WMA vista en los ensayos de rueda cargada bajo agua.

1. INTRODUCCIÓN

Además de ser necesario para un mezclado efectivo y un buen tendido, la calidad de la mezcla asfáltica como producto final es fuertemente dependiente del rango de temperaturas de trabajo utilizado en la construcción del pavimento. Si bien es posible obtener en obra la densidad de diseño a menores temperaturas las mezclas en general pueden presentar menores desempeños y una reducción de su vida útil. Hurley and Prowell (2006) encontraron un incremento del potencial de ahuellamiento cuando se disminuían las temperaturas de mezclado y compactación para hacer WMA incrementando el potencial daño por humedad. Al respecto Su y coautores (2009) encontraron peores desempeños al ahuellamiento y mayores daños por humedad en WMA realizadas con ceras sintéticas.

Debido a las implicancias ambientales en la fabricación de mezclas asfálticas en caliente (HMA por sus siglas en inglés) se han desarrollado tecnologías con la finalidad de reducir las temperaturas de producción y pavimentación que permiten disminuir la cantidad de energía requerida respecto a las mezclas asfálticas en caliente (HMA), reducir las emisiones y olores durante la elaboración, mejorar las condiciones de seguridad para los obreros en la planta y en obra y mantener un nivel aceptable de desempeño durante la vida útil del pavimento. Las tecnologías desarrolladas buscan mejorar, en mayor o menor medida, la trabajabilidad y compactabilidad de las mezclas. Entre las más destacadas están los procesos que incorporan agua en la mezcla o la incorporación de aditivos al asfalto.

El agua es incorporada para generar un espumado del asfalto consiguiendo una disminución de la viscosidad del ligante permitiendo trabajar a temperaturas menores que las convencionales. Este espumado se logra con el uso de zeolitas o a través de la incorporación de los agregados finos en estado húmedo (D'Angelo et al 2008).

Dentro de los aditivos que se incorporan al ligante asfáltico se encuentran las ceras tipo Fischer-Tropsch, las parafinas sintéticas, las amidas grasas (D'Angelo et al 2008) y los tensoactivos (Perkins 2009). Algunos de estos aditivos generan una disminución de la viscosidad del asfalto a temperaturas de elaboración mientras otros actúan como hiper plastificante en la mezcla sin modificar las propiedades físico-reológicas del ligante según sus fabricantes. Varios estudios se refieren al uso de zeolitas y ceras para la fabricación de WMA y el desempeño resultante en las mismas (Akisetty et al 2009 y 2011, Kim et al 2010, Silva et al 2009). Sin embargo existe poca información respecto al uso de aditivos tensoactivos para fabricar WMA así como resultados de las propiedades y desempeños de estas mezclas (Silva et al 2010). En este trabajo se estudió comparativamente propiedades reológicas de un asfalto convencional y un modificado con polímero extraídos de HMA y WMA elaboradas con ellos. Dentro de las WMA algunas fueron elaboradas con aditivos del tipo tensoactivo y una sin aditivar para control. A los fines de observar el desempeño de las distintas mezclas se realizaron ensayos de rueda cargada en seco y bajo inmersión (Hamburgo).

2. EXPERIMENTAL

2.1 Programa de ensayos

En este trabajo se estudiaron las diferencias en las propiedades reológicas de dos asfaltos (un convencional y un modificado con polímero) con y sin aditivos químico tensoactivos (extraídos de HMA y WMA) con el reómetro de corte dinámico (DSR)

En primer lugar se estudió el efecto de la reducción de las temperaturas de elaboración en las propiedades reológicas de los asfalto sin aditivos.

Posteriormente se estudió el efecto en las propiedades reológicas de los aditivos en las mezclas elaboradas a menores temperaturas (WMA).

Las HMA fueron elaboradas a temperaturas de mezclado y compactación (T1) correspondientes a los rangos de viscosidades tradicionales de 0,17 y 0,28 Pa.s, respectivamente.

Las WMA se elaboraron a temperaturas de mezclado y compactación (T2) correspondientes a la simplificación propuesta por Khatri y coautores (2001), según el concepto de Viscosidad a Corte Cero. Esta simplificación considera las temperaturas de mezclado y compactación como aquellas en las que se tiene valores medios de viscosidad de 0,75 y 1,40 Pa.s respectivamente medidos en un viscosímetro rotacional a una velocidad de flujo de 6.8 s⁻¹. Con los asfaltos solos se elaboraron tanto HMA como WMA mientras que con los asfaltos con aditivos solo se elaboraron WMA.

la respuesta reológica de los ligantes se estudió en los ensayos de barridos de frecuencia y Multiple Stress Creep Recovery.

Finalmente con el objetivo de estudiar diferencias en el desempeño de las HMA y WMA se realizaron ensayos de rueda cargada en seco y bajo inmersión que responde al diseño de una mezcla asfáltica densa (D-12) para carpeta de rodamiento.

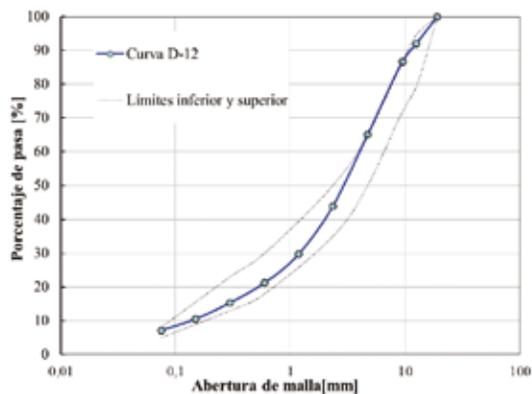
2.2 Materiales y mezclas

Se estudiaron dos ligantes asfálticos de producción comercial en Argentina, un asfalto convencional (C) y el otro un asfalto modificado con polímero SBS (PM). Las principales características de los asfaltos se indican en la Tabla 1, entre ellas aparecen los valores de penetración, punto de ablandamiento, viscosidad Brookfield y el grado de desempeño (PG) de la normativa de Estados Unidos (ASTM D 6373, 1999). En la Tabla 1 se vuelca también las temperaturas de mezclado y compactación para los criterios T1 y T2 correspondientes a los rangos de viscosidad respectivos en cada caso. Estos ligantes fueron mezclados con dos aditivos que se utilizan para reducir las temperaturas de elaboración, uno líquido constituido por ácidos grasos y aminas (A) y otro en pellets formado por resinas, polímeros y un activante de adhesividad (B).

Los ensayos de desempeño se realizaron en una mezcla asfáltica densa (D-12) para carpeta de rodamiento, la composición resultante se observa en la Figura 1. El agregado usado en las mismas fue del tipo granítico, típico de la provincia de Buenos Aires (Argentina).

Tabla 1. Propiedades de asfaltos

Asfalto	C	PM
Modificador	-	SBS
Clasificación IRAM Argentina	70/100	AM3-C
Penetración a 25 °C [dmm]	88	64
Punto de ablandamiento (R ₄ B) [°C]	47,6	95,5
Viscosidad Brookfield a 60°C [Pa.s]	150,8	-
Recuperación torsional [%]	-	77,2
Grado de desempeño SHRP	58-22	70-22
Temperaturas de elaboración. Mezclado - Compactación		
T1 (0.17 y 0.28 Pa.s) [°C]	152 - 140	194 - 184
T2 (0.75 y 1.40 Pa.s) [°C]	120 - 109	157 - 149
ΔT [°C]	32 - 31	37 - 35



Las mezclas asfálticas en caliente (HMA) se diseñaron con el método Marshall. Del mismo resultado un 5 % como porcentaje óptimo de asfalto para los dos ligantes estudiados (C y PM). La Tabla 2 presenta las otras principales características determinadas para el diseño. Las WMA se moldearon manteniendo las características de diseño de las HMA en cuanto a porcentaje de asfalto. Se muestra también en la Tabla 2 las principales características de estas mezclas.

Tabla 2. Propiedades de las mezclas.

Mezcla	HMA C	WMA C	WMA C+A	WMA C+B	HMA PM	WMA PM	WMA PM+A	WMA PM+B
Contenido de asfalto [%]	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Densidad [gr/cm ³]	2,349	2,348	2,314	2,335	2,351	2,345	2,370	2,353
Vacios [%]	6,6	6,6	7,7	6,8	6,5	6,7	5,1	5,9
Estabilidad [kN]	15,8	14,5	10,2	12,0	20,3	20,0	19,7	18,6
Fluencia [mm]	2,8	2,7	2,8	2,8	4,1	2,9	4,5	4,8

2.3 Procedimientos de ensayo

2.3.1 Ensayos reológicos

La respuesta reológica de los ligantes se determinó en un Reómetro de Corte Dinámico (DSR) de Paar Physica SM-KP con un Rheolab MC-100. El equipo posee un termo estabilizador que permite variar la temperatura de ensayo entre 0 y 90 °C por medio de un sistema de circulación de agua a través de dos cabezales que rodean la muestra de ligante. En primera instancia se realizaron barridos de frecuencia a diferentes temperaturas y complementariamente se realizaron ensayos de Multiple Stress Creep Recovery (MSCR).

Los barridos se realizaron para las temperaturas 40 a 80 °C, en pasos de 10 °C, utilizando la configuración de platos paralelos de 25 mm de diámetro y 1 mm de espesor de la muestra en un rango de frecuencias de 1 a 10 Hz. Todas las mediciones se realizaron asegurando estar dentro del rango lineal viscoelástico de los ligantes. Para una mejor interpretación de los resultados se volcaron los datos de los barridos de frecuencias en lo que se denomina diagrama negro, Black diagram en inglés (Airey 2002). En este tipo de diagrama se vuelcan directamente los datos recopilados de módulo complejo (G^*) en función del ángulo de fase (δ). La frecuencia y la temperatura no son consideradas permitiendo la presentación de los datos sin necesidad de realizar manipulaciones sobre los mismos como puede ser la construcción de curvas maestras. En la Figura 2 se observan los diagramas negros típicos de un asfalto convencional y uno modificado con polímero.

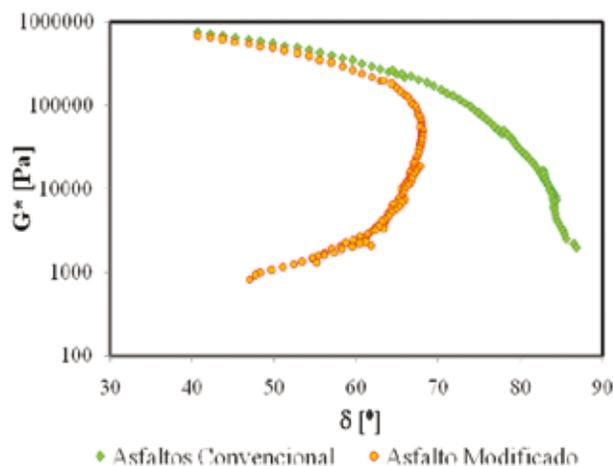


Figura 2. Diagrama negro típico de un asfalto convencional y modificado con polímero

Los MSCR se realizaron a la temperatura de 60 °C. Se seleccionó esta por ser la temperatura del ensayo de rueda cargada y cercana a la del ensayo de rueda cargada bajo inmersión Hamburgo. En todos los casos se aplicaron un total de catorce ciclos de carga y descarga para dos niveles de tensión sucesivos de 100 y 3200 Pa, siete ciclos por cada tensión. Los ciclos se configuraron de manera de aplicar la tensión por 2 segundos y 18 segundos de relajación. Esta metodología de ensayo es similar a la volcada en la ASTM D 7405 (2010) solo que allí se aplican un total de 20 ciclos con periodos de 1 s de carga con 9 s de descarga. Esa configuración de ensayo no fue posible de aplicar debido a las limitaciones del DSR utilizado.

A partir de los datos de deformaciones en función del tiempo para los distintos ciclos se determina la media del % de deformaciones recuperadas en los siete ciclos de cada tensión de carga, Ecuación. 1 y Ecuación. 2, y el creep compliance no recuperable (Jnr), Ecuación. 3. El Jnr permite comparar las deformaciones acumuladas al final del ensayo independientemente de la tensión aplicada.

$$\varepsilon_r (100 Pa) = \sum_{i=1}^7 \frac{(\varepsilon_{18s} - \varepsilon_{2s})}{\varepsilon_{2s}} \cdot 100 \quad (1)$$

$$\varepsilon_r (3200 Pa) = \sum_{i=8}^{14} \frac{(\varepsilon_{18s} - \varepsilon_{2s})}{\varepsilon_{2s}} \cdot 100 \quad (2)$$

$$Jnr = \frac{\text{Deformación permanente final}}{3200 Pa} \quad (3)$$

Donde ε_r es la media del % de deformaciones recuperadas para la tensión especificada, ε_{2s} y ε_{18s} son las deformaciones medidas a los 2 y 18 segundo dentro del ciclo i .

2.3.2 Ensayos de desempeño

Se seleccionaron para la caracterización del desempeño de las diferentes mezclas estudiadas los ensayos de rueda cargada en seco y el ensayo de rueda cargada bajo inmersión (en adelante Hamburgo) ya que son de amplia difusión en el medio vial.

El ensayo de rueda cargada se utiliza para caracterizar el desempeño frente a las deformaciones permanentes de las mezclas asfálticas en condiciones controladas de laboratorio. El equipo de ensayo (B.S. 598 part 110, 1996) consiste en una rueda de goma maciza de 207 mm de diámetro y 47 mm de ancho, que cargada con 520 ± 5 N, se desplaza con movimiento alternativo dentro de un recorrido de 230 mm a razón de 21 ciclos por minuto, sobre una muestra de concreto asfáltico que se encuentra a 60 °C. La duración del ensayo es de 120 minutos, durante este período se miden las deformaciones permanentes producidas en la mezcla asfáltica en intervalos de 1 minuto por medio de adquisición electrónica a través de un LVDT.

El ensayo de Hamburgo (AASHTO T 324) se utiliza para caracterizar la sensibilidad de una mezcla asfáltica al daño por humedad, para ello se somete a la mezcla a la acción combinada de las cargas del tránsito y el agua. El equipo consiste en una rueda de acero de 203,6 mm de diámetro y 47 mm de ancho que ejerce una carga de 705 ± 4.5 N sobre una probeta de mezcla asfáltica con 7 ± 1 % de vacíos. La rueda se mueve a razón de 50 pasadas por minuto durante seis horas sobre la muestra de concreto asfáltico sumergida en agua a 50 °C. Durante este período se miden las deformaciones permanentes producidas en la mezcla asfáltica a intervalos de 1 minuto por medio de adquisición electrónica a través de un LVDT.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este trabajo se estudió comparativamente las propiedades reológicas de asfaltos convencionales y modificados (solos y con aditivos para reducir las temperaturas) extraídos de diferentes mezclas (HMA y WMA). Es importante resaltar que la producción de las WMA se realizó siguiendo las consideraciones de Khatri et al. (2001) con lo cual la disminución de temperaturas estuvo en el orden 30 y 35-40 °C para el asfalto convencional y modificado respectivamente como se observa en la Tabla 1. En las secciones siguientes se detallan los resultados encontrados.

3.1 Asfaltos sin aditivos obtenidos de HMA y WMA

En una primera instancia se analizaron la respuesta reológica de los asfaltos sin aditivos extraídos de HMA, elaboradas a las temperaturas convencionales (T1), y de WMA, elaboradas a temperaturas reducidas (T2). En la Figura 3 se observan los diagramas negros de los asfaltos C y PM para las condiciones T1 y T2, además se muestra allí la respuesta de estos ligantes en estado original para su comparación. Para C se observa que el envejecimiento producido en el ligante de la HMA (C T1) produce un corrimiento de la curva respecto de la del asfalto original hacia los valores bajos de δ , como era de esperarse. Este corrimiento se debe a incrementos en los valores de G^* y una disminución de los valores de δ , incrementos en la elasticidad. Cuando observamos la curva del asfalto C para la condición T2 se observa que la misma tiende a la curva del ligante original, es decir existe un menor envejecimiento del ligante respecto a T1 como era de esperarse también. En el caso del asfalto PM se observa en la Figura 3 una pérdida de la elasticidad del asfalto producto del envejecimiento (tanto T1 como T2) con mayores valores de δ para valores bajos de G^* (menores a 15000 Pa) respecto al ligante original. El asfalto envejecido tiende a tener un comportamiento similar a un asfalto convencional. Esto se debe a un cambio en la red polimérica producto de la exposición a altas temperaturas, más notorio cuanto mayor sea la temperatura de elaboración. Por lo tanto se observa una pérdida de prestaciones del ligante PM debido a la menor elasticidad producto de la exposición a las mayores temperaturas de elaboración.

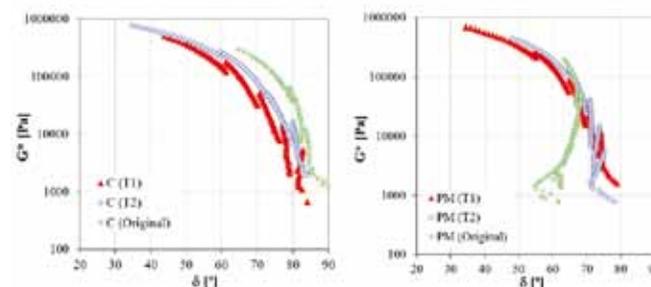


Figura 3. Diagramas negros de los asfaltos obtenidos de HMA y WMA sin aditivos más el asfalto original.

Izquierda: convencional, Derecha: Modificado con polímero.

En la Figura 4 se observan los ensayos de MSCR a 60 °C para los asfaltos C y PM para las condiciones T1 y T2. Se observa como los ligantes para T2 presentan mayores deformaciones acumuladas, más notablemente en el asfalto PM, debido a un menor envejecimiento del asfalto. Esto se puede relacionar con mezclas más susceptibles al ahuellamiento. En la Tabla 3 se muestran los valores de creep compliance no recuperable (Jnr). Allí se observa como en el asfalto PM los valores de Jnr para T1 son la mitad que para T2, es decir las deformaciones acumuladas son el doble en el caso de la menor temperatura de elaboración. Por otra parte en el asfalto C los Jnr para T1 y T2 son ambos similares y elevados, asociado a grandes deformaciones permanentes.

Para los valores medios del % de deformaciones recuperadas para la HMA (T1), se observa en el asfalto PM un alto porcentaje de recuperación para 100 Pa que luego decae notablemente para la tensión de 3200 Pa. El asfalto PM presenta una menor respuesta elástica con el incremento de la tensión impuesta a la temperatura considerada (60 °C). De manera similar sucede en la WMA (T2) pero la merma en la respuesta al incrementar la tensión es aún más notable. El menor envejecimiento del asfalto en la WMA da por resultado un asfalto con menor rigidez y susceptible a los incrementos de tensiones dando como resultado mayores deformaciones en el ligante. En el caso de C al ser este un asfalto convencional presenta deformaciones recuperadas insignificantes para 100 Pa y nulas a 3200 Pa.

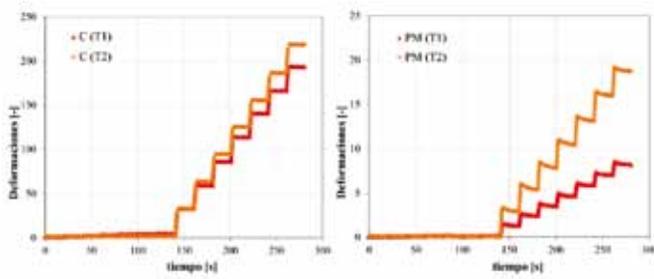


Figura 4. Ensayos de MSCRT para los asfaltos obtenidos de HMA y WMA sin aditivo.

Asfalto	C (T1)	C (T2)	PM (T1)	PM (T2)
% ϵ_r (100 Pa)	-	-	100	97,7
% ϵ_r (3200 Pa)	-	-	22,9	14,8
Jnr [1/kPa]	60,4	68,2	2,6	5,8

Tabla 3. Resultados de los ensayos de MSCR para los asfaltos de HMA y WMA sin aditivo.

Tomando en consideración estos resultados se observa en el asfalto C que la disminución de las temperaturas de elaboración no genera diferencias significativas en el comportamiento del ligante. Sin embargo para el asfalto PM se tiene un ligante más susceptible a presentar problemas de ahuellamiento en una mezcla asfáltica a elevadas temperaturas y/o cargas de tránsito elevadas.

3.2 Asfaltos con y sin aditivos de WMA

Para observar el efecto de los aditivos para WMA sobre el asfalto se realizaron los ensayos de barrido de frecuencia y MSCR sobre los ligantes extraídos de las WMA (T2) elaboradas con asfaltos con aditivos A y B. En la Figura 5 se observan los diagramas negros para los asfaltos C y PM con los aditivos A y B. Además allí se presenta nuevamente de manera comparativa la curva correspondiente al asfalto solo para la condición de temperaturas reducidas (T2).

De manera general se observa que la incorporación de los aditivos genera un cambio en el comportamiento reológico de los ligantes, siendo que los fabricantes aseguran que no generan un cambio de la reología. Más concretamente se observa que los asfaltos con aditivos presentan un comportamiento más elástico que los respectivos asfaltos sin aditivos.

Basándose en los resultados obtenidos se observa que ambos aditivos generan al menos en los asfaltos estudiados un cambio similar en la reología.

Es de destacar que en el caso del asfalto C la incorporación de los aditivos genera una respuesta similar a la esperable de un asfalto modificado con una disminución de los valores de δ para las altas temperaturas cuando es esperable que δ tienda a 90° para las altas temperaturas.

En el asfalto PM se observan que con la incorporación de aditivos (PM + A y PM + B) el asfalto presenta una mayor elasticidad similar al del asfalto PM solo en estado original, figura 3 derecha. Estos asfaltos (con aditivos) presentan mayores valores de módulo de almacenamiento para las bajas frecuencias o altas temperaturas por lo que ofrecen mejores prestaciones frente a las deformaciones permanentes.

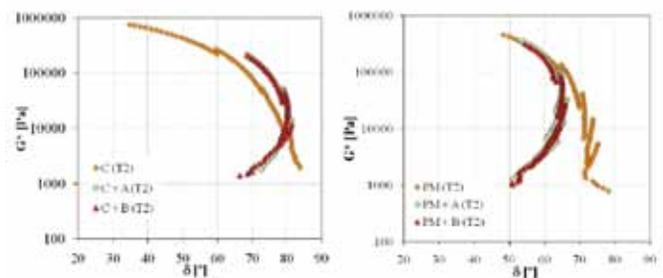


Figura 5. Diagramas negros de los asfaltos obtenidos de WMA (T2). Izquierda: convencional, Derecha: Modificado con polímero.

En la Figura 6 se observan los ensayos de MSCR a 60 °C para los asfaltos C y PM con y sin aditivos. No se observa en el caso del asfalto C cambios significativos en la respuesta de los asfaltos con los aditivos A y B respecto al asfalto sin aditivo. Los valores de Jnr, Tabla 3, son del mismo orden que los del asfalto sin aditivo (C T2), además de ser valores elevados relacionados a grandes deformaciones.

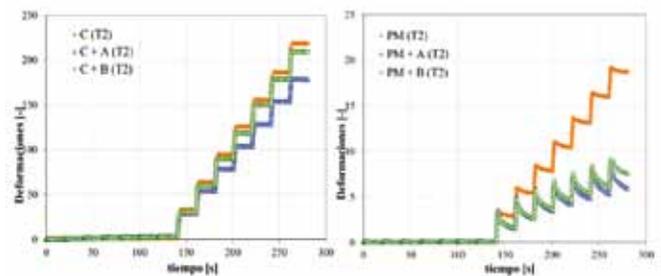


Figura 6. Ensayos de MSCR para los asfaltos obtenidos de WMA.

El asfalto PM muestra un abrupto cambio de respuesta cuando tiene alguno de los aditivos. En primer lugar se observa una clara disminución de las deformaciones permanentes al final del ensayo con valores de Jnr notablemente menores que los obtenidos para el PM (T2), ver Tabla 4; los mismos son comparables a los que se obtuvieron en el PM (T1) (ver Tabla 3). Por otro lado se observa una mayor recuperación elástica con el incremento de tensión con lo cual el asfalto mantiene una alta elasticidad no como en el caso de PM (T2) e inclusive notablemente mejor que en el PM (T1). Este hecho le da una clara mejora a estos asfaltos en la resistencia frente a las deformaciones permanentes.

Asfalto	C	C + A	C + B	PM	PM + A	PM + B
	(T2)	(T2)	(T2)	(T2)	(T2)	(T2)
% ϵ_r (100 Pa)	-	-	-	97,7	92,3	97,7
% ϵ_r (3200 Pa)	-	-	-	14,8	74,8	64,8
Jur [1/kPa]	68,2	55,8	65,3	5,8	1,8	2,3

Tabla 4. Resultados de los ensayos de MSCR de los asfaltos de WMA.

3.3 Ensayos de desempeño sobre la mezcla D-12

Con el objetivo de estudiar diferencias en el desempeño de las HMA y WMA se realizaron ensayos de Rueda cargada y Hamburgo sobre la mezcla D-12.

En la Figura 7 se volcaron los resultados de deformaciones permanentes medidas en el ensayo de rueda cargada para las diferentes variantes analizadas en el asfalto C. En la figura se observa una peor performance cuando se reducen las temperaturas de elaboración (de T1 a T2) y también se observa como los aditivos no mejoran ese comportamiento. Estos resultados son acordes a lo observado en los ensayos reológicos.

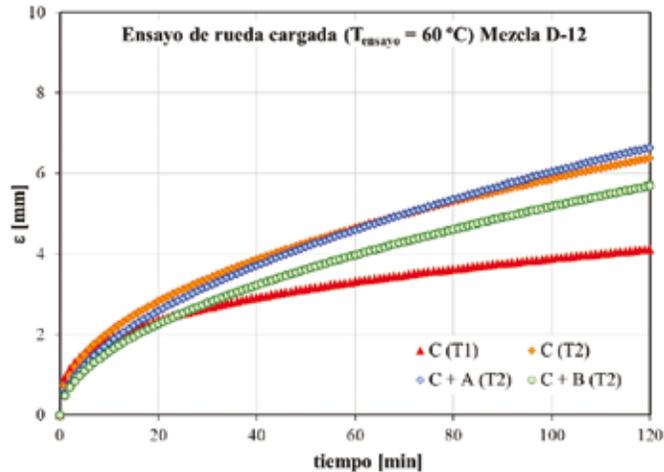


Figura 7. Curvas de deformación-t del ensayo de rueda cargada para el asfalto C.

En la figura 8 se observa los resultados del ensayo de rueda cargada para las mezclas elaboradas con el asfalto PM, con y sin aditivo, para las temperaturas T1 y T2 de elaboración. Se observa que no hay diferencias de performance significativas aún con reducción de las temperaturas y tenga o no aditivo el asfalto. Estos resultados no son acordes con lo observado en los ensayos reológicos, sobre todo los de MSCR. Una posible explicación a este hecho se puede encontrar en que el esfuerzo aplicado en el ensayo de rueda cargada no sea suficientemente grande para poner de manifiesto cambios en el comportamiento. Como explica D'angelo (2007) si la tensión de corte es baja puede que no se produzca suficiente tensión para permitir a la cadena de polímero deslizar, por tanto no se pondrá de manifiesto una variación que se traduzca en diferencias en el comportamiento. Aplicando una mayor carga durante mayor tiempo, como por ejemplo las del ensayo de rueda cargada de la norma UNE 12697-22 (2006), quizás sea posible observar las diferencias vistas en los ensayos reológicos.

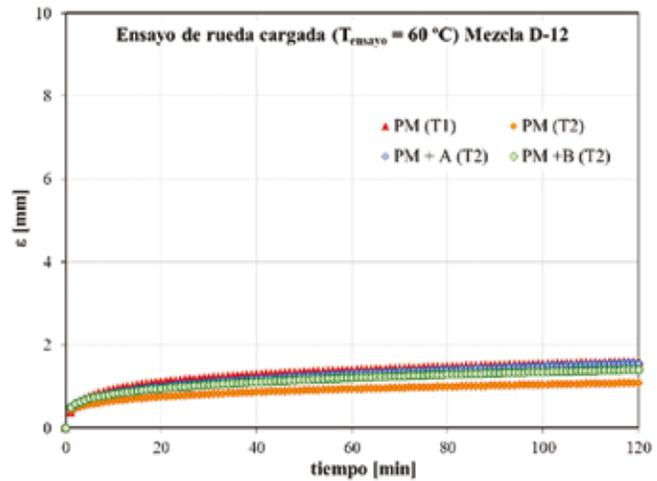


Figura 8. Curvas de deformación-t del ensayo de rueda cargada para el asfalto PM.

En la Figura 9 y 10 se muestran los resultados de deformaciones permanentes medidas en el ensayo de Hamburgo de los dos asfaltos estudiados en las diferentes variantes. Se observa aquí como la reducción de temperaturas por un lado y la incorporación de aditivos por otro genera cambios en el desempeño de las mezclas. La reducción de temperaturas, de T1 a T2, produce una merma en el desempeño muy notable en ambos asfaltos. Para el asfalto PM, figura 9, la incorporación de aditivos al asfalto mejora el desempeño de las mezclas elaboradas a temperaturas reducidas (T2) de manera que este es análogo a de las mezclas elaboradas a las temperaturas convencionales (T1). En el caso del asfalto C, figura 10, se observa el mismo efecto con la incorporación del aditivo B al asfalto mientras que la incorporación del aditivo A no ocasiona cambio alguno en el desempeño. Se observa que los resultados de performance en el Hamburgo son acordes con lo observado en los ensayos reológicos, sobre todo los ensayos de MSCR. A partir de los resultados este ensayo evidencia más fehacientemente el efecto de la disminución de las temperaturas de fabricación inclusive las de los asfaltos modificados.

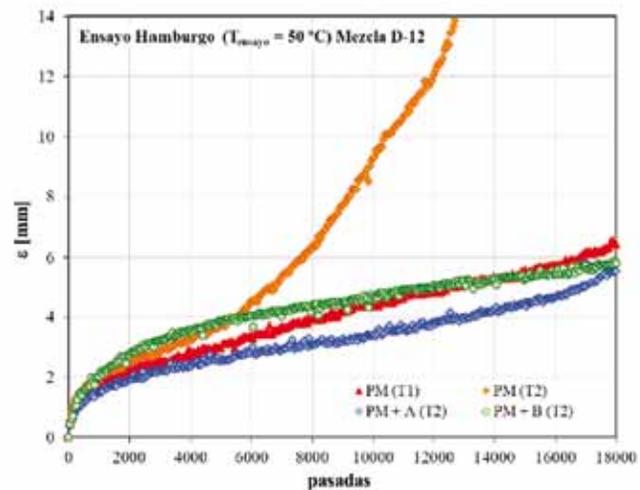


Figura 9. Curvas de deformación-t del ensayo de Hamburgo (bajo agua) para el asfalto PM.

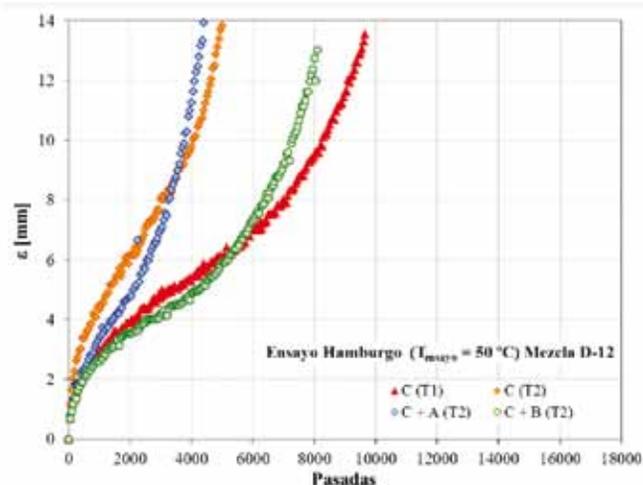


Figura 10. Curvas de deformación-t del ensayo de Hamburgo (bajo agua) para el asfalto C.

4. CONCLUSIONES

En este trabajo se estudió comparativamente propiedades reológicas de un asfalto convencional y un modificado con polímero (con y sin aditivos del tipo tensoactivos) extraídos de mezclas asfálticas en caliente (HMA) y mezclas tibias (WMA). Complementariamente se realizaron sobre las distintas mezclas ensayos de desempeño. Las principales conclusiones se muestran a continuación.

En una primera instancia se estudió el efecto de la reducción de las temperaturas de elaboración sobre las propiedades reológicas de los asfaltos sin aditivos. No se observaron cambios significativos en las propiedades reológicas en el caso del asfalto convencional. Sin embargo el asfalto modificado con polímero se observó un cambio con la reducción de las temperaturas de elaboración el cual es notable cuando se estudió el ligante con el ensayo de Multiple Stress Creep Recovery (MSCR).

En una segunda instancia se estudiaron los asfaltos (con y sin aditivos tensoactivos) extraídos de las WMA. Se observó que la incorporación de los aditivos químicos genera un cambio en el comportamiento reológico de los ligantes, contrario a las indicaciones de los fabricantes. Cabe destacar que se produce un cambio positivo en la reología al menos para los asfaltos y aditivos estudiados.

Se observa que los asfaltos con aditivos presentan un comportamiento más elástico respecto de los asfaltos sin aditivos.

Ambos aditivos estudiados generaron en los asfaltos ensayados un cambio semejante en la reología.

Finalmente se analizó el desempeño de las de las distintas mezclas (HMA y WMA), se estudió el desempeño en lo que respecta al ahuellamiento observando un peor desempeño en el ensayo de rueda cargada en seco de la WMA elaborada con el asfalto convencional sin aditivo a menor temperatura. La incorporación de cualquiera de los aditivos tensoactivos no mejoró el desempeño de la WMA.

En las mezclas con asfalto modificado con polímero no se observó diferencias significativas en los resultados en el ensayo de rueda cargada en seco en cualquiera de sus variantes (HMA y WMAs). El problema puede deberse a que el esfuerzo aplicado en el ensayo de rueda cargada no sea suficientemente grande para poner de manifiesto cambios en el comportamiento.

Respecto a la sensibilidad al daño por humedad en el ensayo de Hamburgo (rueda cargada bajo inmersión) en las mezclas asfálticas estudiadas (HMAs y WMAs) se observó una merma en el desempeño de las mezclas sin aditivos

elaboradas a menores de temperaturas (WMAs) con ambos ligantes, sobre todo en el asfalto modificado con polímero.

Se obtuvieron mejoras del desempeño de las WMAs con el asfalto modificado con la incorporación de los aditivos tensoactivos (comparables a la HMA), mientras que solo uno de los aditivos mejoró el desempeño de la WMA en el caso del asfalto convencional.

Los resultados encontrados en mezclas a partir del ensayo de Hamburgo son acordes y respaldan lo observado en los ensayos reológicos de los ligantes. Este ensayo es una herramienta eficiente para mostrar el efecto de la reducción de temperaturas y también poner de manifiesto el efecto positivo de los aditivos. ♦

6. REFERENCIAS

- AIREY G. (2002). Use of Black Diagram to identify inconsistencies in rheological data. J. Road material and pavement design vol 3 N°4: 403-424.
- AKISETTY C., LEE S., AMIRKHANIAN S. (2009). High temperature properties of rubberized binders containing warm asphalt additives. Constr Build Mater 23:565-573.
- AKISETTY C., XIAO F., GANDHI T., AMIRKHANIAN S. (2011). Estimating correlations between rheological and engineering properties of rubberized asphalt concrete mixtures containing warm mix asphalt additive. J Construction and Building Materials 25:950-956.
- ASSTHO T 324 (2008). Hamburg wheel-track testing of compacted hot-mix asphalt (HMA).
- ASTM D 6373 (1999). Standard specification for performance grade asphalt binder. Section 4, vol 4.03:713-715.
- ASTM D 7405 (2010). Standard test method for multiple stress creep recovery (MSCR) of asphalt binders using a dynamic shear rheometer.
- BS 598 PART 110 (1996). Sampling and examination of bituminous mixture for road and other paved areas – Methods of test for determination of wheel tracking rate.
- D'ANGELO J., HARM E., BARTOSZEK J., BAUMGARDNER G., CORRIGAN M., COWSERT J., HARMAN T., JAMSHIDI M., JONES W., NEWCOMB D., PROWELL B., SINES R., YEATON B. (2008) Warm-Mix Asphalt: European Practice FHWA Report N° FHWA-PL-08-007.
- D'ANGELO J., KLUTTZ R., DOGRÉ R., STENPHENS K., ZANZOTTO L. (2007) Revision of Superpave high temperature binder specification: the Multiple Stress Creep Recovery Test. J. of Asphalt Paving Technologists. N° 76:123-157.
- HURLEY G., PROWELL B. (2006). Evaluation of Potential Processes for Use in Warm Mix Asphalt. J Asphalt Paving Technology 75:41-90.
- KHATRIA, BAHÍA H., HANSON D. (2001). Mixing and Compaction Temperatures for Modified Binders using the Superpave Gyration Compactor. J Asphalt Paving Technology 70:368-401.
- KIM H., LEE S., AMIRKHANIAN S. (2010). Rheology of warm mix asphalt binders with aged binders. J Construction and Building Materials 25:183-189.
- PERKINS S. W. (2009) Synthesis of warm mix asphalt paving strategies for use in Montana Highway Construction. FHWA Report N° FHWA/MT-09-009/8117-38.
- SILVA H., OLIVERA J., PERALTA E., FERREIRA C. (2009). Evaluation of the rheological behaviour of Warm Mix Asphalt (WMA) modified binders. Proc. Advanced Testing and Characterization of Bituminous Materials Vol. I: 661-673.
- SILVA H., OLIVERA J., PERALTA J., ZOROB S. (2010). Optimization of warm mix asphalts using different blends of binders and synthetic paraffin wax contents. J Construction and Building Materials 24:1621-1631.
- SU K., MAEKAWA R., HACHIYA Y. (2009). Laboratory evaluation of WMA mixture for use airport pavement rehabilitation. J Construction and building Materials 23:2709-2714.
- UNE 12697-22 (2006). Bituminous mixtures: Test method for hot mix asphalts, part 22: Wheel tracking test.

RECICLADO DE ASFALTOS MODIFICADOS UTILIZADOS EN MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE

Autores:

Susana Cortizo, Marcela Balige, Alejandro Bisio, Diego Larsen

RESUMEN

La reutilización de los materiales es estudiada en todas las industrias, la construcción vial no es la excepción. Durante décadas se han estado trabajando técnicas de reciclados tanto en frío como en caliente de los materiales bituminosos convencionales. Los materiales componentes de una mezcla asfáltica, provienen de recursos no renovables. Como sucede en estos últimos tiempos, la preocupación por conservar el medio ambiente lleva a intensificar los estudios para su reciclado. En particular, en Argentina desde hace más de 10 años se vienen empleando en numerosas obras asfaltos modificados. Estas obras comenzarán en los próximos tiempos a alcanzar su vida útil y allí surgirá la necesidad de reciclar estos materiales. El objetivo del trabajo es encontrar y homologar técnicas de reutilización de este tipo de materiales a partir de estudios racionales; tratando de reconstituir las propiedades perdidas del sistema asfalto y polímero durante su etapa en servicio. Para ello se llevaron adelante evaluaciones a nivel físico y reológico de los ligantes asfálticos en estudio a partir de la utilización de un reómetro de corte dinámico. Como herramienta de confirmación y validación de los estudios reológicos, se utilizaron técnicas de espectrometría infrarroja FTIR.

1. INTRODUCCIÓN

El reciclado de los pavimentos es un tema que se ha venido trabajando a lo largo de los años, fundamentalmente a partir de dos técnicas diferentes: En frío (mediante el uso de emulsiones asfálticas) y en caliente (mediante cementos asfálticos y eventualmente algún agente rejuvenecedor).

El valor agregado fundamental del estudio de los reciclados es la reutilización de los materiales de una estructura, a los cuales generalmente se los denomina como RAP (Recycling Asphalt Pavement). Se recuerda que ambos materiales en la explotación de canteras.

En este aspecto también es importante recordar que el agotamiento de una estructura vial no necesariamente indica el agotamiento de los materiales individuales con los cuales ella está constituida.

El presente trabajo pretende desarrollar una metodología de estudio sobre las transformaciones que han sufrido los ligantes modificados con polímero SBS por el envejecimiento durante un cierto período de servicio; y como afecta la incorporación del RAP en la nueva mezcla de ligantes.

En el envejecimiento de un ligante modificado se suceden dos fenómenos en conjunto, por un lado el envejecimiento del asfalto base con que fue elaborado y por el otro la degradación del polímero, su comportamiento reológico será aquel que prevalezca entre ambos fenómenos.

Hablando propiamente de lo que le sucede al polímero, en particular al SBS sobre el cual se trabajó en el presente trabajo, son principalmente dos procesos bien diferenciados: por un lado escisión de cadenas y por el otro entrecruzamiento de sus cadenas moleculares.

Durante el envejecimiento ocurren procesos oxidativos sobre el asfalto base y sobre el polímero. Como consecuencia de los mismos en el asfalto se generan moléculas más polares cuyas asociaciones contribuyen a incrementar la fracción de mayor tamaño a expensas de los componentes de menor tamaño molecular que sufren diferentes tipos de reacciones radicalarias (disociación, ciclización, aromatización y dealquilación).

Los componentes nafténicos aromáticos se rompen más fácilmente que los saturados, pero los aromáticos polares sufren una amplia variación en su susceptibilidad al cracking térmico. Estos procesos, bastante complejos, explican los cambios en las distribuciones de tamaños moleculares.

En el polímero, la degradación depende de las condiciones ambientales (presencia o no de O₂, temperatura, estabilizantes etc.). Dicha degradación ocurre en ambas fases del copolímero (bloque estireno y bloque butadieno) pero este último es el más susceptible debido a que su baja temperatura de transición vítrea (T_g) promueve la permeabilidad hacia la difusión del O₂.

Cuando el copolímero ha sido hidrogenado total o parcialmente, se observa una resistencia a la degradación, lo que explica el rol del bloque elastómero en dicho proceso. Las reacciones que tienen lugar durante la degradación de dichos copolímeros son radicalarias mediadas por peróxidos; simultáneamente sobre el bloque Estireno, entre otros, se dan lugar a compuestos carbonílicos, como benzofenona y sobre el bloque Butadieno se generan alcoholes, aldehídos α,β -insaturados, ácidos carboxílicos y productos entrecruzados. (Ver esquema en Figuras 1 y 2)

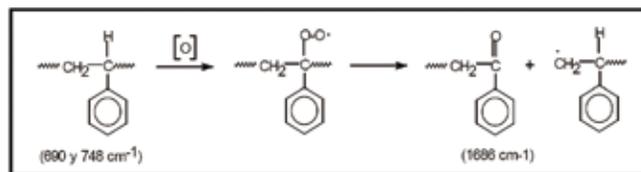


Figura 1. Principales procesos de degradación sobre el bloque estireno en un copolímero SBS

Para el presente estudio, además del análisis del comportamiento reológico de los ligantes resultantes, se empleó la técnica de Espectrografía Infrarroja, FTIR. Si bien este procedimiento no es un control rutinario, permite observar los cambios producidos durante el envejecimiento de los asfaltos a nivel composición; logrando de esta manera abordar el análisis del proceso a través de dos escalas diferentes: una "macro" a partir del estudio reológico y otra "micro" a partir de la espectroscopia infrarroja.

2. PRESENTACIÓN DEL TRABAJO

Como se adelantara oportunamente en la introducción, el objetivo principal del trabajo es brindar una metodología de tratamiento a la hora de estudiar la posibilidad de reciclar mezclas asfálticas que hayan sido elaboradas con asfaltos modificados; fundamentalmente en los aspectos vinculados al ligante asfáltico que para los trabajos de reciclado es el material que mayor complejidad representa, y más en este caso donde el envejecimiento no sólo involucra la rigidización del ligante sino también la degradación del polímero.

Para facilitar la interpretación y entendimiento de la misma, se seguirán las diferentes etapas del proceso analizando un caso real, el cual constituye una de las primeras obras de Argentina en las cuales se empleó asfaltos modificados. La misma se trata de la avenida diagonal 74 de la ciudad de La Plata que conecta la autopista Buenos Aires-La Plata con el centro de la ciudad.

Del tramo de dicha avenida ubicado entre las calles 41 y 42 se extrajeron testigos de la carpeta de rodamiento, la cual verifica 12 años de servicio. El tipo de concreto asfáltico considerado es un CAD-20 (Concreto Asfáltico Convencional Denso de tamaño máximo 20 mm) de granulometría continua, mientras que el ligante asfáltico modificado virgen empleado en el momento de construcción se correspondía con un asfalto modificado con polímero SBS tipo AM-3 de la normativa argentina IRAM-6596-2000; la cual clasifica a los asfaltos modificados para uso vial.

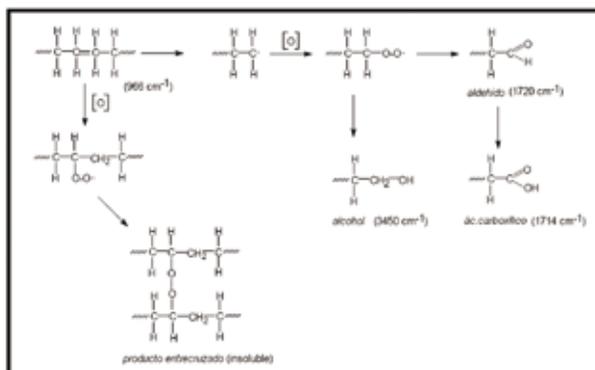


Figura 2. Principales procesos de degradación y entrecruzamiento sobre el bloque butadieno en un copolímero SBS

Alineados con el objetivo del trabajo se estudió por dos enfoques diferentes las distintas muestras involucradas en el trabajo, las cuales se detallaran en el punto siguiente del presente trabajo, de modo de poder observar en primer lugar los cambios y transformaciones que el ligante asfáltico experimentó en estos 12 (doce) años de servicio y en segundo lugar la manera más adecuada en la cual reconstituir las propiedades perdidas. Estos enfoques empleados en el estudio se diferencian fundamentalmente en la escala, mientras el primero se centraliza en el análisis de parámetros físicos y comportamiento reológico, el segundo enfoque utilizado se basa en la observación de los resultados de la aplicación de técnicas de espectrometría infrarroja FTIR.

Como se señaló oportunamente, siempre el objetivo es contar con una metodología de estudio que permita recuperar las propiedades del ligante. Como consecuencia de ello y de la metodología de reciclado empleada se podrá establecer el límite de la tasa de reciclado, que en definitiva es uno de los interrogantes principales en este tipo de tratamiento. Luego aplicando esta metodología y dependiendo de las variables de mayor peso que intervienen en este proceso, tales como estado del asfalto a reciclar, tasa de reciclado a considerar, tipo de ligante virgen y contenido de asfalto de la mezcla reciclada se determinará si es o no necesario el empleo de agentes rejuvenecedores.

En esta ocasión no se involucró el empleo de este tipo de agentes, fundamentalmente por las complicaciones que el uso de los mismos genera en obra (tratamiento en planta de un nuevo componente, contar con sistemas de dosificación y homogeneización, etc.) y por las conclusiones a las cuales se arribó en trabajos anteriores en los cuales se denotaba un peso o influencia muy fuerte de los materiales vírgenes en relación con los productos bituminosos envejecidos. De esta manera, para materiales no agotados y para tasas de reciclados inferiores al 50 %, el empleo de materiales de línea vírgenes suelen resultar ya suficientes para lograr las propiedades de los ligantes exigidas en los pliegos de especificaciones técnicas.

Es importante destacar por último que la metodología presentada en este trabajo está centralizada en el comportamiento del ligante asfáltico; quedará luego por abordar la etapa de diseño de la mezcla asfáltica reciclada donde, establecida ya la manera en la cual reciclar el ligante, considerar el esqueleto granular resultante (áridos procedentes del RAP y vírgenes) y el comportamiento mecánico de la mezcla reciclada frente a aspectos claves como deformaciones permanentes, fisuración térmica y fatiga.

3. MATERIALES

Continuando con lo expresado, se presenta seguidamente a los materiales involucrados en el estudio, realizando una breve reseña de la nomenclatura, sus características principales y la justificación de la elección de los mismos.

Se había comentado que la mezcla asfáltica a reciclar provenía de una carpeta asfáltica que había cumplimentado más de 12 años de servicio, en la tabla 1 se resume la información vinculada con este material.

RAP	
Tipo de concreto asfáltico	CAD-20
Años de servicio	> 12
Tipo de cemento asfáltico original	AM-3
Contenido de asfalto del RAP (%)	4,9

Tabla 1. Características generales de la mezcla asfáltica a reciclar

Es conveniente realizar una pequeña reseña respecto de la metodología empleada para la obtención de los ligantes asfálticos provenientes de la mezcla a reciclar, dado que si bien no es un tema que involucra mayores complicaciones prácticas, presenta una sensibilidad importante que puede llegar a distorsionar los resultados encontrados y por ende las conclusiones que de ellos deriven.

En esta oportunidad se procedió en principio a efectuar el lavado en frío del asfalto utilizando como solvente cloruro de metileno.

Posteriormente la recuperación del ligante de la mezcla asfáltica en estudio se efectuó de acuerdo a los lineamientos estipulados en la normativa ASTM D-5404:2011 para el método del rotovapor.

Con esta muestra del asfalto modificado recuperado del concreto a reciclar y con la muestra del mismo producto pero en su estado original se procedieron a elaborar mezclas con diferentes contenidos de las mismas tendientes a evaluar la evolución del comportamiento o el grado de recuperación de las propiedades del producto resultante a medida que incrementamos la participación del asfalto modificado "envejecido". También se suma a esta lista de materiales evaluados una muestra correspondiente a la base asfáltica empleada para la elaboración del asfalto modificado, la cual se trata de un cemento asfáltico convencional para uso vial del tipo CA-10 de la normativa argentina IRAM-6835:2002.

De esta manera tendremos la posibilidad en principio de observar el aporte que la incorporación del polímero le brinda al comportamiento de un asfalto base (entre la muestra de asfalto base original y la muestra de asfalto modificado original), por otro lado se podrá también cuantificar la transformación que el asfalto modificado experimentó durante su período de servicio (entre muestra de asfalto modificado original y muestra de asfalto modificado recuperado) mientras que por último también se podrá analizar el grado de recuperación de las propiedades perdidas durante la vida en servicio (entre la muestra de asfalto modificado original y las diferentes mezclas elaboradas).

MUESTRAS EN ESTUDIO	
Muestra	Descripción
1	Asfalto base original
2	Asfalto modificado original
3	Asfalto modificado recuperado (12 años de servicio)
4	90 % Muestra 2 + 10 % Muestra 4
5	80 % Muestra 2 + 20 % Muestra 4
6	50 % Muestra 2 + 50 % Muestra 4

Tabla 2. Muestras involucradas en el estudio

De acuerdo a lo adelantado en la presentación del trabajo, este estudio se centraliza en la recuperación de las propiedades del ligante asfáltico modificado; de allí que se intentará establecer cuál es la cantidad máxima de asfalto modificado envejecido que podemos incorporar a un asfalto modificado original de modo de que el producto resultante continúe cumplimentando las exigencias establecidas para los asfalto modificados vírgenes.

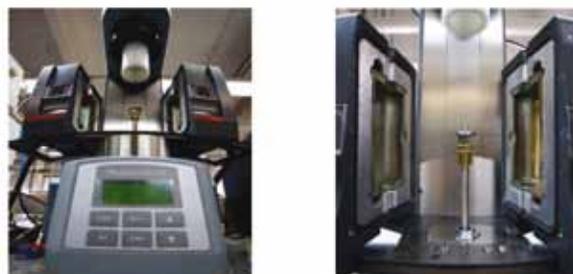
Una vez establecido este límite, el cual dependerá del estado del ligante modificado envejecido y de las características del asfalto modificado virgen, se estará en condiciones de establecer con el contenido de asfalto de la mezcla a reciclar y el contenido de asfalto de la mezcla reciclada cual es la cantidad máxima de material a reciclar que se puede utilizar.

Antes de continuar es importante aclarar que estrictamente hablando, si se querría representar el estado que el asfalto resultante del reciclado presenta luego de colocada la carpeta asfáltica, se le debería haber realizado a las muestras involucradas en el presente trabajo el ensayo RTFO de modo de contar con el efecto que la planta asfáltica le producirá a la mezcla reciclada. De todos modos, el motivo del trabajo es presentar una metodología de estudio y no el estudio riguroso de estos materiales elegidos circunstancialmente como apoyo para la presentación de la misma.

4. PARTE EXPERIMENTAL

4.1 Análisis Reológico de los materiales

Para esta etapa del estudio se tomaron como parámetros de referencia al módulo complejo de corte, al ángulo de fase y a la viscosidad. El primero de ellos por ser una herramienta de mucho valor a la hora de evaluar la rigidez que el ligante presenta y sus modificaciones en los diferentes estados; el ángulo de fase por constituir un parámetro racional a partir del cual podemos analizar la respuesta elástica del producto, sobre todo en este caso donde los materiales involucrados se tratan de asfaltos modificados por polímeros y uno de los objetivos es restablecer la respuesta elástica del ligante reciclado resultante; y por último la viscosidad, parámetro éste ya muy conocido, utilizado y difundido.



Figuras 3 y 4. Imagen del DSR empleado en el trabajo

Como se adelantó oportunamente, también se realizó un estudio del comportamiento de las diferentes muestras involucradas a partir de la viscosidad. Para ello se construyeron las curvas de flujo correspondientes a 60 °C de cada una de las muestras del estudio, a partir del uso de un reómetro de corte dinámico (DSR); utilizando para esta ocasión una cámara de termostatación (figuras 3 y 4) y geometrías correspondientes a 25 mm de diámetro.

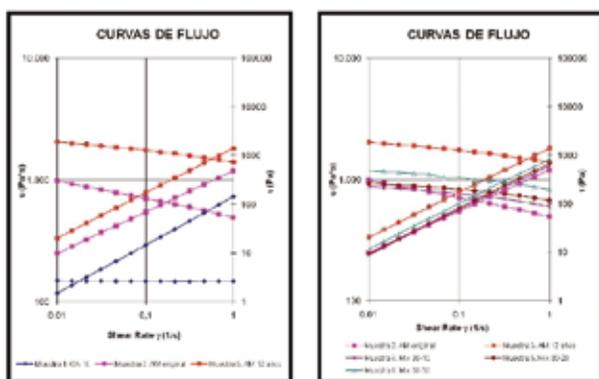
Recordando rápidamente, estas curvas de flujo nos muestran la relación entre el esfuerzo de corte (τ) y el gradiente de velocidades ($d\gamma/dt$) conforme variamos éste último; también se incorporan en el gráfico los valores de viscosidad (η) conforme variamos el gradiente de velocidades ($d\gamma/dt$). En la figura 5 se muestran las curvas de flujo correspondientes al asfalto modificado original (muestra 2), al asfalto modificado recuperado de la mezcla (muestra 3) y por último la correspondiente al asfalto base original (muestra 1).

Mientras tanto, en la figura 6, se presentan en forma conjunta las curvas de flujo de las muestras logradas a partir de las mezclas del asfalto modificado original y del asfalto modificado recuperado (muestra 4, muestra 5 y muestra 6), y a modo de referencia, también se incluyen las curvas de flujo de estos materiales individualmente (muestra 2 y muestra 3).

Como era de esperar, se tiene un comportamiento claramente newtoniano del asfalto base original. Pasando al asfalto modificado original, el comportamiento es marcadamente no-newtoniano, debido fundamentalmente a la acción del polímero.

Observando las curvas de flujo del asfalto modificado con 12 años de servicio, se denota que si bien no presentan un comportamiento newtoniano, la respuesta se sitúa en una zona intermedia entre los dos extremos mencionados anteriormente. Este comportamiento se debe principalmente a la degradación sufrida por el polímero durante el período de servicio, dado que si bien se producen con simultaneidad el envejecimiento del asfalto (trabajos anteriores demostraron que este fenómeno tiende a alejar el comportamiento del newtoniano) y la degradación del polímero, en estos niveles de temperatura es el comportamiento del polímero el que conduce la respuesta del asfalto modificado.

Yendo a las curvas de flujo de las mezclas elaboradas, como era de esperar las mismas verifican comportamientos intermedios entre el asfalto modificado original y el asfalto modificado recuperado del RAP, resaltando el mayor peso que el asfalto modificado original presenta sobre el asfalto modificado envejecido; en efecto, las curvas de flujo de las muestras correspondientes a contenidos de asfalto modificado envejecido entre 10 % y 20 % son muy similares a la curva de flujo del asfalto modificado original.



Figuras 5 y 6. Curvas de flujo de los materiales estudiados

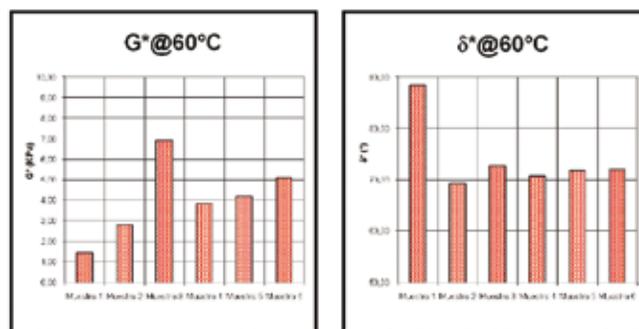
Siempre dentro del estudio de comportamiento reológico, se vuelcan en la tabla 3 y figuras 7 y 8 los valores correspondientes al módulo de corte complejo G^* y al ángulo de fase (δ). Nuevamente aquí queda en evidencia la misma tendencia descriptas en las consideraciones efectuadas a partir de las curvas de flujo: el gran peso e influencia que el asfalto modificado original posee respecto del asfalto modificado proveniente del RAP. Esta situación nos permite visualizar e inferir que el comportamiento reológico del ligante resultante muy lejos se encuentra de una variación lineal.

Muestra	$G^* @ 60^\circ\text{C}$ (KPa) ASTM D-7175-2008	Ángulo de fase $\delta @ 60^\circ\text{C}$ (°) ASTM D-7175-2008
1	1,46	88,4
2	2,78	69,2
3	6,92	72,8
4	3,81	70,8
5	4,16	71,8
6	5,11	72,0

Tabla 3. Parámetros reológicos de las muestras analizadas

Se puede establecer también, que al emplear en una mezcla reciclada con asfaltos modificados porcentajes de RAP del orden del 10 % las características reológicas del ligante modificado virgen utilizado se ven levemente modificadas por la influencia del cemento asfáltico envejecido aportado por el RAP, al menos para los materiales empelados en este estudio.

Inclusive queda como alternativa la decisión del empleo de un asfalto modificado virgen de consistencia menor a la deseada y con mayor contenido de polímero, de modo de contar con un potencial “regenerativo” por llamarlo de alguna manera mayor al utilizado en esta oportunidad; recordando que para este caso se utilizó un cemento asfáltico modificado virgen del mismo grado que el elegido como inicial para el diseño.



Figuras 7 y 8. Parámetros reológicos de las muestras analizadas

3.2 Análisis físico-mecánico de los materiales

Con el motivo de referenciar los resultados obtenidos en el punto anterior, y entendiendo que dicho análisis es el más adecuado para un estudio de este tipo, se efectuaron también las determinaciones de parámetros empleados habitualmente y considerados en las especificaciones vigentes sobre los cuales nos encontramos más familiarizados.

En esta oportunidad se consideraron los ensayos de penetración a 25°C, viscosidad rotacional a 170 °C y la recuperación elástica torsional, parámetro fundamental a la hora de clasificar un asfalto modificado. Si bien este parámetro es de naturaleza empírica, el mismo es muy sensible frente a la presencia de polímeros y a su correcta incorporación, razón por la cual, sumada la facilidad operatoria, lo coloca en la posición de otra herramienta a partir de la cual observar la evolución del comportamiento elástico de este tipo de cementos asfálticos.

En la tabla 4 se resumen los valores hallados de la caracterización de las muestras en estudio.

Ensayo	Método	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6
Penetración a 25 °C [dmm]	IRAM 6579:2004	75	47	69	60	55
Retorno elástico [%]	IRAM 6830:2005	77	48	75	71	64
Viscosidad rotacional 170 °C [mPas] (*)	IRAM-6837:2000	317	276	277	283	263

Tabla 4. Caracterización tradicional de las muestras

(*) Para la medición se empleó un viscosímetro rotacional modelo RV DV III, spindle 27 y 50 rpm.

Los datos recolectados en la tabla 4 y figura 9 muestran también en este caso una situación similar a la observada y descripta en los enfoques anteriores, donde la influencia de la incorporación del asfalto modificado de 12 años de servicio es muy baja en las propiedades del asfalto resultante. En efecto, si se centralizara el análisis en el retorno elástico, para porcentajes de asfalto modificado envejecido interiores a 20 % se tienen valores superiores al 70%, valor este establecido como mínimo en la normativa Argentina para este tipo de producto.

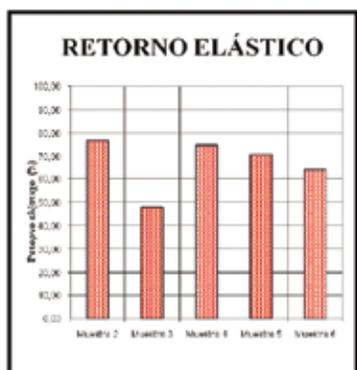


Figura 9. Valores de retorno elástico correspondientes a los asfaltos en estudio

3.3 Análisis Molecular por espectroscopia infrarroja

Por último, y con el motivo de encontrar una validación de las consideraciones efectuadas a partir del análisis reológico, también se realizó un estudio a partir de otro enfoque empleando el análisis por espectroscopia infrarroja. La espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier (FTIR) se basa en la interacción de las moléculas con la energía electromagnética correspondiente a la zona del espectro electromagnético comprendida entre 4000 y 660 cm^{-1} (expresado en número de onda). Un espectro de este tipo es el registro gráfico de los movimientos moleculares (de estiramiento o deformación) correspondientes a todos los tipos de enlaces presentes en una molécula o conjunto de ellas. Dicho espectro permite identificar los grupos funcionales y bajo ciertas condiciones identificar el compuesto que le da origen. El registro se realiza sobre una película delgada obtenida por "casting" de una solución clorofórmica sobre una ventana de cloruro de sodio. Para esta oportunidad, se utilizó para las diferentes determinaciones un equipo EZ Omnic (TA Instrument), preparando las muestras sobre pastillas de KBr.

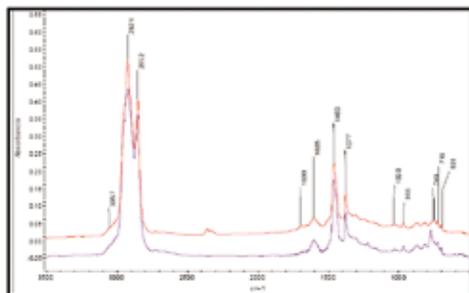


Figura 10. Espectros FTIR del asfalto virgen (violeta) y envejecido mediante RTFOT (rojo)

La figura 10 anterior presenta las características generales del asfalto modificado en su estado original y el mismo asfalto luego del proceso de envejecimiento en laboratorio (RTFOT).

En este espectro se observan en principio las siguiente bandas típicas del asfalto (cm^{-1}): 3057, 2921 y 2852 (ν_{CH} aromático y alifático), 1605 ($\nu_{\text{C}=\text{C}}$), 1463 (ν_{CH} de $-\text{CH}_2-$), 1377 (ν_{CH} de CH_3) y 716 (CH Aromático).

Por otro lado, también podemos identificar qué bandas típicas del modificador, polímero SBS, aparecen a 966 cm^{-1} (CH alqueno trans), 749 y 691 cm^{-1} (CH Aromático monosustituido).

En el espectro del asfalto envejecido se observan también dos bandas a 1699 y 1030 cm^{-1} indicativas de la presencia de grupos carbonilos conjugados ($\text{C}=\text{O}$) y sulfóxido ($\text{S}=\text{O}$) provenientes del proceso de parcial oxidación del asfalto.

La figura 11 presenta una ampliación de la zona del espectro comprendida entre 2000 y 600 cm^{-1} para los asfaltos correspondientes a la muestra del asfalto modificado con 12 años de servicio (muestra 3), a la muestra 4, muestra 5 y muestra 6, para una mejor visualización e interpretación.

Se observa que la banda de productos de oxidación a 1699 cm^{-1} es muy pequeña para las muestras 5 y 6, haciéndose más notorias en los casos de la muestra 6 y la muestra 3. Esto se encuentra alineado a las observaciones efectuadas durante el análisis de los resultados del comportamiento reológico; porcentajes del asfalto modificado envejecido de hasta 20 % en el asfalto modificado original quedan casi inadvertidos.

Con el fin de cuantificarla se ha tomado como banda de referencia la de 1463 correspondiente a los grupos metilenos, como se indicó en la figura 11. En la tabla 5 se presentan y resumen los resultados logrados.

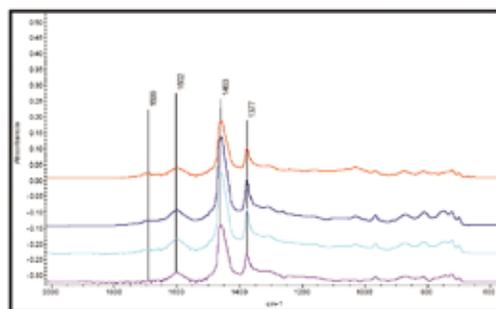


Figura 11. Espectros FTIR de la muestra 3 (rojo), muestra 4 (violeta), muestra 5 (celeste) y muestra 6 (azul)

Muestra	% asfalto envejecido	Relación >C=O/ >CH_2
90-10	10	0.0074
80-20	20	0.0068
50-50	50	0.0100
12 años	100	0.0296

Tabla 5. Cuantificación de los grupos metilenos de los asfaltos en estudio.

Se observa un aumento creciente de la relación $\text{C}=\text{O}/\text{CH}_2$ con el aumento del contenido del asfalto modificado envejecido lo cual confirma la tendencia mencionada anteriormente.

Puede observarse también que no hay diferencias significativas entre el asfalto modificado original y la muestra que contiene 10 % del asfalto modificado con 12 años de servicio.

Por otro lado, el agregado del asfalto modificado envejecido proveniente del RAP muestra un creciente contenido de productos de oxidación en la mezcla resultante, lo cual es lógico considerando que el asfalto proveniente del RAP puro es un producto con un alto grado de envejecimiento, como consecuencia de los factores ambientales y las condiciones de servicio a las que fue sometido.

4. CONSIDERACIONES FINALES

- En los estudios del comportamiento reológico de las muestras de asfalto modificado evaluadas como también en el análisis molecular quedó evidenciado el gran peso que los asfaltos modificados originales poseen sobre los asfaltos modificados provenientes del RAP, lo cual sitúa con un potencial técnico muy importante a los reciclados de carpetas bituminosas concebidas a partir de asfaltos modificados, descontando los ya conocidos beneficios que cualquier tipo de reciclado de recurso no renovable posee asociado.

- La espectroscopia infrarroja ha permitido demostrar el incremento de los grupos indicativos del grado de oxidación como lo son los grupos carbonilos. Si bien se observan un bajo incremento de estos grupos de oxidación con porcentajes bajos de RAP, del orden del 10%, los mismos se encuentran levemente por encima que los correspondientes al asfalto modificado original. Como consecuencia se puede concluir que, si bien desde un aspecto reológico ambos ligantes, asfalto modificado original y asfalto modificado original más 10 % de asfalto modificado envejecido, tienen un comportamiento similar, su estructura molecular se observa levemente alterada.

- Esta situación debería considerarse en particular para su vida en fatiga, de allí que es de vital importancia pasada la etapa de estudio a nivel ligante efectuar las evaluaciones necesarias a nivel mecánico y volumétrico de las mezclas asfálticas recicladas

- Como se menciona durante el trabajo, el fenómeno de envejecimiento de asfaltos modificado presenta una complejidad mayor dado que se producen simultáneamente el envejecimiento del asfalto base que dio origen al mismo la degradación del polímero que lo constituye. Si bien existe mucha bibliografía vinculada a la cuantificación de cada uno de estos fenómenos, no está clara todavía la metodología a considerar.

- De la experiencia recolectada en este trabajo y otros anteriores sobre ligantes asfálticos convencionales, análisis reológicos efectuados en la gama de las altas temperaturas pondrán en evidencia en mayor medida los cambios de comportamiento producidos por la degradación del polímero; mientras que en evaluaciones realizadas a bajas temperaturas de servicio tendrán un peso superior los cambios asociados a la rigidización del asfalto base.

- Considerando siempre como referencia los materiales que se emplearon en el presente trabajo parece existir una tendencia que indicaría que para valores del orden del 10% de RAP puede considerarse despreciable su efecto en la mezcla final reciclada, refiriendo este concepto siempre a nivel ligante asfáltico.

- Tomando las consideraciones anteriores no tendría mayor sentido limitar el uso de los materiales reciclados solo a capas de bases, sino que se lo podría emplear en carpetas de rodamiento; siempre y cuando el diseño y la elaboración de los mismos se realice de una manera controlada.

- Para la utilización de porcentajes de RAP entre el 10% y el 20% no debería ser necesario pensar en técnicas complejas para su utilización, ya que no presentan cambios de mayor importancia en las propiedades del ligante virgen establecido en el proyecto. Sin embargo, siempre será en estos casos recomendado y necesario verificar en forma sistemática las propiedades resultantes una vez elaborada la mezcla asfáltica en planta.

- Para la utilización de porcentajes de RAP superiores al 20% se debe realizar un estudio más minucioso sobre el proyecto de la mezcla a reciclar.

- Con estas consideraciones finales se pretende, basado en los estudios realizados, potenciar la incentivación de utilizar masivamente un material de gran valor como lo son los RAP y lograr una disminución en los costos de las obras viales. ♦

5. REFERENCIAS

AHMED SHALABY. Modelling short-term aging of asphalt binders using the rolling thin film oven test. Canada. 2009.

ANDERSON, CHRISTENSEN, BAHIA, DONGRE, SHARMA, ANTLE Y BUTTON. Binder Characterization and evaluation, Vol.3: physical characterization. Report N° SHRP-A-369, Strategic Highway Research Program, National Research Council. USA. 1994.

MOUILLET, LAMONTAGNE, DURRIEU, PASCAL PLANCHE Y LAPALU. Infrared microscopy investigation of oxidation and phase evolution in bitumen modified with polymers. Science Directo. 2008.

LARSEN, ALESSANDRINI, BOSH Y CORTIZO. Micro-structural and rheological characteristics of SBS-asphalt blends

during their manufacturing. Constr. Buil. Mat. N 23, pág.2769–2774. 2008.

LINS, ARAUJO, YOSHIDA, FERRAZ, ANDRADA Y LAMEIRAS. Photodegradation of hot-mix asphalt. Fuel. N 87, pág. 3254–3261. 2008.



SUPERCEMENTO

SOCIEDAD ANÓNIMA INDUSTRIAL Y COMERCIAL



UNA SOLUCIÓN PARA CADA NECESIDAD DE LA INGENIERÍA

Capitán General Ramón Freire 2265 - (CZE1428) Buenos Aires Argentina - T.E.(54.11) 4546-8900 Fax: 4543-2950 E-mail: info@supercemento.com.ar



Seguimos construyendo calidad



Av. del Libertador 5936, piso 13 (C1428ARP) Buenos Aires, Argentina Tel/Fax: 4781-6749 E-mail: info@homaq.com.ar

Una empresa del Grupo **HOLDEC**

LOS SISTEMAS WIM (WEIGH IN MOTION) COMO ÚNICA ALTERNATIVA VÁLIDA PARA CONOCER EL ESPECTRO REAL DE CARGAS QUE SOLICITA A LOS PAVIMENTOS

Autores:

Jorge R. Tosticarelli, Andrés E. Pugliesi

RESUMEN

El Grupo de Ingeniería de Pavimentos de Rosario siempre tuvo como inquietud fundamental el conocer las cargas reales actuantes en los pavimentos, ya que su magnitud condiciona fuertemente la “abscisa” de la Función de Comportamiento, mientras que a su “ordenada” se le dedican importantes esfuerzos para expresarla tanto en parámetros individuales, como ser Rugosidad, Ahuellamiento, Fisuraciones, Deflexiones, etc. o de Índices combinados como el PSI o el Índice de Estado (IE). De la abscisa Tránsito Real, siendo honestos, poco y nada se sabe. Los primeros estudios significativos de Cargas Reales Circulantes, fueron efectuados por el Grupo en 1978 para la región agroindustrial de Rosario y en 1980 en la provincia de Tucumán. En ambos se utilizaron los datos de las balanzas de los centros de recepción de las cargas (puertos e ingenios) arrojando como resultado importantísimos excesos de carga por sobre los límites legales. Más recientemente en 2008, utilizando en este caso tecnologías de Pesaje en Movimiento (WIM según sus siglas en inglés por Weigh in Motion), fue efectuada una verificación en uno de los nuevos accesos a la zona portuaria de Rosario, obteniéndose resultados altamente desalentadores respecto a los excesos de carga detectados y su afectación a la vida útil del pavimento. En el presente trabajo, se exponen los importantes resultados del 1er Seminario Internacional sobre Peaje Dinámico (WIM) realizado recientemente en Brasil con la organización de la Universidad Federal de Santa Catarina y el Ministerio de Transporte Brasileiro que contó con la presencia de especialistas de los 5 continentes exponiéndose alternativas que las nuevas tecnologías para la adquisición, tratamiento y transmisión de datos confiere a los sistemas WIM para objetivos propios de la Gestión de Pavimentos, particularmente la determinación precisa del Espectro real de Cargas de una región.

1. INTRODUCCIÓN

El Grupo de Ingeniería de Pavimentos de Rosario siempre tuvo como inquietud fundamental el conocer las cargas reales actuantes, ya que su magnitud condiciona fuertemente la “abscisa” de la Función de Comportamiento.

Mientras que a su “ordenada” se le dedican importantes esfuerzos para expresarla tanto en función de parámetros individuales, como ser: Rugosidad (IRI), Ahuellamiento, Fisuraciones, Deflexiones, etc. o de Índices combinados como el PSI o el Índice de Estado (IE), de la abscisa, Tránsito Real, siendo honestos, poco y nada se sabe.

Es bien conocida la dificultad que se presenta en la práctica cuando se pretende conocer el Espectro Real de Cargas de una cierta Ruta o Región, apelando a la metodología clásica de instalar una serie de Balanzas Portátiles o fijas en operativos de censos de carga que, aunque se aclare que no tienen fines punitivos, son temidos y evadidos por los conductores de camiones, sobre todo los que están en infracción, recurriendo a las más diversas y creativas formas de comunicación entre ellos, o bien esperan

para circular durante la noche en que en general, por razones de seguridad, de infraestructura o de personal, esos operativos se interrumpen.

Uno de los primeros estudios significativos de Cargas Reales Circulantes, fueron efectuados por el Grupo en 1978 para la Región Agroindustrial de Rosario y en 1980 en la provincia de Tucumán. En ambos se utilizaron los datos de las balanzas de los centros de recepción de las cargas (puertos e ingenios) arrojando como resultado importantísimos excesos de carga por sobre los límites legales. Más recientemente en 2008, utilizando en este caso tecnologías de Pesaje en Movimiento (WIM según sus siglas en inglés por Weigh In Motion), fue efectuada una verificación en uno de los nuevos accesos a la zona portuaria de Rosario, obteniéndose resultados altamente desalentadores respecto a los excesos de carga detectados y su afectación a la vida útil del pavimento ya que la situación de excesos de carga fue similar y aún peor que en 1978, hace exactamente 30 años.

Convencidos de que la única metodología válida para conocer las Cargas Reales Circulantes es efectuar un Monitoreo Permanente (día y noche) por medio de sistemas WIM, el Grupo inició un estudio de la evolución y estado actual de los Sistemas WIM disponibles, lo que culminó en la participación en el recientemente realizado “1er Seminario Internacional sobre Pesaje en Movimiento”, WIM, desarrollado en Florianópolis, Brasil, en Abril de 2011, organizado por la Universidad Federal de Santa Catarina (UFSC), el Departamento Nacional de Infraestructura de Transporte (DNIT) Brasileiro y la Sociedad Internacional de WIM (ISWIM según sus siglas en inglés por International Society for Weigh In Motion). El mencionado Seminario contó con la presencia de especialistas de los 5 continentes exponiéndose las alternativas que las nuevas tecnologías para la adquisición, tratamiento y transmisión de datos confieren actualmente a los Sistemas WIM para objetivos propios de la Gestión de Pavimentos, particularmente la determinación precisa y el Monitoreo Permanente del Espectro Real de Cargas de una Región.

2. ESTUDIOS DEL ESPECTRO REAL DE CARGA DE UNA REGIÓN

2.1. Gran Rosario 1978

Tosticarelli et al. (1978) presentaron en una investigación del Grupo de Ingeniería de Pavimentos de Rosario, el estudio de la solicitación real del Tránsito Pesado y su acción destructiva, en los pavimentos de la Región Agroindustrial de Rosario.

El objetivo de este trabajo fue comprobar una metodología que posibilite el conocimiento del espectro real de cargas de la mencionada región y así poder cuantificar el efecto destructivo de la acción de dichas cargas sobre los pavimentos. A su vez, se estudió en profundidad la reglamentación de tránsito vigente, a los efectos de demostrar la insuficiencia del sistema de control y la necesidad inmediata de adoptar medidas eficientes para corregir dicha situación.

Para la realización de este estudio no se disponía de tecnologías WIM en la Argentina, pero estas si fueron mencionadas y descriptas como de uso ya generalizado, principalmente en Europa y resumida en un anexo. Allí se detallaron los avances de otros países en cuanto a la determinación del espectro cargas reales mediante la utilización de dicha tecnología, dispositivos, funcionamiento y procesamiento.

La metodología adoptada y con éxitos, fue la utilización de las balanzas ya instaladas en los centros terminales de recepción y expedición de cargas, tanto en el Puerto de Rosario y como en una Acería de Villa Constitución. La razón por la cual se recurrió a dichas balanzas se basó en la ya conocida realidad en la cual, los censos de carga realizados por las vialidades Provinciales, Nacional y Secretaría de Transporte, aunque con fines estadísticos (no punitivos), resultaban evadidos, no representando así, la realidad en cuanto a las cargas realmente circulantes, verdaderas causantes del deterioro de los Pavimentos.

El resultado de este estudio arrojó para la balanza ubicada en el Puerto de Rosario que el 83% de los camiones que llegaban estaban excedidos, con cargas altamente antirreglamentarias. Mientras tanto, en un censo realizado simultáneamente por la Secretaría de Transporte de la Nación durante 1 semana con 10 puestos fijos en los accesos a Rosario, los excesos detectados solo llegaron a un 25%, lo que demuestra que los puestos fijos fueron evadidos.

En cuanto a los resultados de la acería, se verificó que un 64% resultó excedido de la carga legal, mientras que para los censos de la Secretaría de Transporte solamente llegaron al 13%.

Procesando los resultados obtenidos para expresar el Tránsito Real no en números de vehículos, sino, como lo requieren los métodos de Diseño Estructural, AASHTO en este caso, en términos de Ejes Equivalentes en Efecto Destructivo, se obtienen valores anuales del orden de 7×10^6 ejes equivalentes de 8,2 toneladas, resultando que, a causa de la sobrecarga, la vida útil de un pavimento para Tránsito Pesado ($N = 3,5 \times 10^7$), prevista en 13,5 años, puede reducirse a solo 5 años. La Figura 1 representa la Función de Comportamiento (caso 1, Rosario 1978).

2.2. Gran Tucumán 1980

En esta oportunidad Tosticarelli et al. (1980) a solicitud de la Dirección Provincial de Vialidad de Tucumán efectuaron un estudio del Transporte de la Zafra de Caña de Azúcar en la mencionada provincia y sus implicancias sobre la Red Vial, durante la Zafra del año 1980. El objetivo principal de esta investigación fue prácticamente el mismo al estudio en la zona Agroindustrial de Rosario, pero orientado exclusivamente a la zona cañera de la Provincia de Tucumán y fue tratar de determinar el espectro real de cargas del transporte cañero, cuantificando así su efecto destructivo para finalmente compararlo con el “estimado” de los censos regulares de las vialidades y adicionalmente analizar la afectación de este Tránsito a la Capacidad de la Calzada. Recurriendo a la misma metodología, para la determinación del espectro real de cargas y su efecto destructivo se utilizaron balanzas propias de los centros de recepción de los Ingenios Azucareros con lo que se pudieron hacer las determinaciones con total representatividad. Los resultados finales de este estudio arrojaron que, en promedio para los camiones más usuales (tipo 11-11 y 11-12), el grado de transgresión fue de cercano al 90% de los vehículos controlados, con cargas hasta 56% superiores a los máximos legales.

En cuanto a la afectación de la Capacidad de la Calzada en época de Zafra, la cual resultó afectada fuertemente, no solo por los camiones sobrecargados y con exceso de ancho en la caja, sino además por la autorización del “tractor con carros cañeros” en las Rutas Nacionales y Provinciales con lo que la Zafra afecta gravemente, no solo la vida útil de las estructuras, sino también la vida de las personas que circulan por una red con su capacidad totalmente disminuida y elevadas condiciones de inseguridad.

En este caso, procesando los resultados de los camiones con su carga Real, en términos de ejes equivalente el resultado fue similar al de Rosario 1978, con un valor anual del orden de $6,4 \times 10^6$ ejes equivalentes de 8,2 toneladas. En esas condiciones, la vida útil del Pavimento, previsto en 13,5 años podría reducirse a solo 5,5 años. Esto también se puede apreciar en la Figura 1 (caso 2, Tucumán1980).

2.3. Puerto Rosario 2008

Ante la evidencia de que los controles de carga implementados en la Zona se habían relajado o eran insuficientes, durante la cosecha gruesa del 2008, se realizó un nuevo estudio, esta vez en un nuevo acceso a los Puertos de Rosario. La situación se vio agravada, como la reflejaba la prensa oral y escrita porque, ante una extraordinaria cosecha de soja, llegaban a los Puertos de la Zona Rosario, 10.000 camiones por día, lo cual representa, uno al lado del otro, “colas” de 200km esperando descargar en Puerto. Tosticarelli y Pugliesi estudiaron este fenómeno (2008). En la Figura 2 se puede apreciar como uno de los periódicos más importantes de la ciudad, refleja esta situación aún en la actualidad.

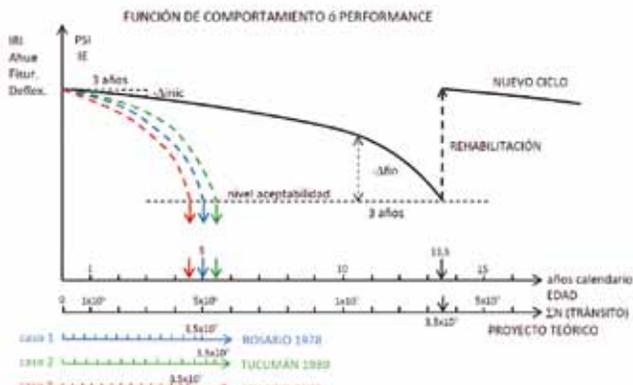


Figura 1. Función de comportamiento o performance de los Pavimentos



Figura 2. La fecha de la publicación (23 de Marzo de 2011) denota que el problema aún subsiste en la actualidad y requiere de una acción inmediata

Aquí el objetivo de conocer el Espectro real de cargas y determinar luego factores de efectos destructivos del tránsito pesado en la zona de Rosario siguiendo los lineamientos de estudios realizados por Lilli y Lockhart (1995 y 1997), se logró mediante la utilización de un Sistema WIM del tipo móvil, es decir con sensores a cable piezoeléctrico alojados en una vaina de caucho adherida a la superficie del Pavimento del tipo “perdida”.

Los sensores fueron instalados estratégicamente en un nuevo acceso directo a los Puertos de la Región Rosario Sur, en zonas cercanas a los centros de recepción y embarque de cereales más importantes de la región, con el objetivo de censar una cantidad representativa de camiones cargados que en algunos horarios resultaban ser prácticamente el 100% del Tránsito circulante.

Los resultados obtenidos fueron fuertemente desalentadores para los Ingenieros de Pavimentos ya que las cargas reales constatadas fueron de gran magnitud superando incluso los valores constatados en 1978, o sea estamos peor que hace 30 años. En efecto, y a modo de gran resumen, para las tipologías típicas de los camiones cerealeros, según las categorías de Vialidad Nacional, se constató que el 65 % del Tipo 11-12 y el 95 % del Tipo 11-11 superaron ampliamente las cargas Legales. Traducido a efecto destructivo resulta que el tránsito real es 5 veces más destructivo que si las cargas fueran las legales.

En términos de ejes equivalentes, el valor anual resultó del orden de $7,7 \times 10^6$ ejes equivalentes de 8,2 toneladas, con lo que la vida útil de un pavimento diseñado para 13,5 años, podría reducirse a solo 4,5 años. De la misma manera esto se aprecia en la Figura 1 (caso 3, Rosario 2008).

3. LOS SISTEMAS WIM. SU EVOLUCIÓN Y ESTADO ACTUAL

3.1. Origen

El Pesaje Dinámico de Vehículos, conocido internacionalmente con WIM, conoció su aparición en la década de 1970 y se desarrolló un poco “desorganizadamente” en varios países simultáneamente.

En 1990 la Comisión Europea financió una importante acción COST (Cooperation in Science and Technology, por sus siglas en inglés), la acción COST 323 que derivó en la organización de “Conferencias Internacionales” para compartir Investigaciones y Desarrollos en distintos Países de la Comunidad Europea.

La primer Conferencia se realizó en Zurich, en 1995 y fue un gran suceso, motivando al grupo COST 323 a realizar una 2ª Conferencia en Lisboa en 1998, donde expuso las conclusiones de sus Investigaciones y se lanzó un nuevo Proyecto llamado WAVE (Weigh In Motion of Axles and Vehicles in Europe, por sus siglas en inglés). Desde entonces la Conferencia se Internacionalizó fuera de los límites de Europa, realizándose la 3ª Conferencia en Orlando, USA en 2002 y en Taipei, Taiwan la 4ª en 2005 y finalmente la 5ª fue en París, Francia en 2008.

Simultáneamente se creó una Asociación Científica que vincule a los Especialistas sobre el tema del Pesaje en Movimiento denominado ISWIM para proveer una estructura organizativa permanente para las futuras Conferencias. En la 5ª Conferencia de París, se comunicó que la ISWIM ya cuenta desde ese momento, con un estatuto propio y designación de sus autoridades.

3.2. Evolución

En casi todos los Países el Desarrollo y la Implantación de Sistemas WIM, surgió de la necesidad de conocer y luego medir sistemáticamente (monitoreo) las cargas circulantes por las Rutas, dato este necesario y fundamental para poder efectuar correctamente la gestión de una Red Pavimentada y de sus Puentes.

En un principio, eso de por sí muy importante, era todo lo que se le exigía a un Sistema WIM, pero con el tiempo y logrando una precisión en las mediciones se pasó a utilizarlo intensamente en los Puestos de Control de Cargas, con fines punitivos, aunque limitados, durante mucho tiempo, a cumplir la función de “filtro” o “preselección de los vehículos supuestamente excedidos y derivados hacia una balanza estática que es la que en la mayoría de los casos la que está “legalmente aceptada” para definir el “peso real” y en base a ello penalizar los excesos.

Pero los desarrollos tecnológicos efectuados, fundamentalmente en el diseño y fabricación de los sensores y en el tratamiento de las señales que estos emiten, su filtrado, amplificación y calibración han alentado a los fabricantes a avanzar un poco más y producir equipos capaces de lograr una precisión y repetibilidad comparada al pesaje Estático.

Lo que falta, en la mayoría de los casos es cubrir la cuestión “legal” que involucra, en todos los casos, la presencia de una Institución Metrológica que esté en condiciones de “habilitar” los equipos WIM. De todas maneras, mucho es lo que se ha avanzado y logrado con la integración de equipos multidisciplinarios y multi-institucionales donde participan, como Grupo de Trabajo, Consultoras Desarrolladoras, Universidades, Institutos de Metrología, Fabricantes de Equipos, Organismos Viales, etc. Ya existe un País Europeo, República Checa, que lo ha logrado por ese camino y en la actualidad ya dispone de una Ley y su Reglamentación Metrológica donde la Tecnología WIM está aprobada para penalizar excesos sobre los límites Legales.

A modo de Gran Resumen, superados los aspectos técnicos de medición, procesamiento y transmisión de los datos, el pasaje de los Sistemas WIM de simple Monitoreo de las cargas a Imposición y Penalización se está llevando por dos caminos diferentes y extremos:

- Pesaje a baja velocidad (10Km/h) llamado SSWIM (Slow Speed WIM)
- Pesaje a velocidad normal (entre 60 y 90 Km/h) con Multisensores llamados MSWIM (Multi Sensor WIM)

3.3. Estado Actual

Consideramos que el “1er Seminario Internacional WIM” realizado en Florianópolis, Brasil, del 3 al 7 de abril de 2011, ha sido una excelente y objetiva muestra del Estado Actual de la Tecnología WIM, del cual participaron 128 delegados de 18 países de los 5 continentes que ofrecieron 52 exposiciones de Especialistas invitados, los que están incluidos en los Proceedings del Seminario y pueden ser consultados permanentemente.

Complementariamente se efectuaron 3 importantes Visitas Técnicas mostrando el estado actual del Conocimiento y sus aplicaciones que posiciona a Brasil en la “cresta de la Ola” y como un “envidiable” ejemplo a seguir.

4. EL 1º SEMINARIO INTERNACIONAL SOBRE PESAJE EN MOVIMIENTO WIM

Resumiremos lo ocurrido en el Seminario a partir de los 3 ejemplos implementados actualmente en Brasil, demostrativos de su importante grado de Desarrollo e Investigaciones de la Tecnología de los Sistemas WIM mostrados en las Visitas Técnicas. De las mencionadas visitas surgen las fotografías que aparecen en los siguientes puntos del presente trabajo, tomadas por el Ing. Tosticarelli.

4.1. Visita Técnica N° 1. Puesto de Pesaje de Vehículos PPVs y Control de Cargas

La situación actual de Brasil y el futuro respecto al Control de Cargas fue expuesto, dando con ello un indicio de la importancia que el Gobierno Federal le prestó al Seminario, por el propio Coordinador General de Operaciones Viales del ONIT, Dr. Luis Claudio dos Santos Varejão.

Expuso el Nuevo Plan Director de pesaje implementado en 2006 el cual comprendió la reparación, renovación o reconstrucción de 77 PPVs compuestos, como el visitado, de un Sistema WIM pesando a 60Km/h con sensor a bending plate para la preselección de los vehículos excedidos y su desviación a un segundo Sistema WIM con sensor a Celda de Carga para la penalización, como se aprecia en las Fotos 1 y 2. Esta combinación de WIM de preselección y WIM de penalización mejora notablemente la eficiencia del puesto porque solo interviene con los vehículos excedidos evitando el tiempo que implica el pesaje estático y la molesta formación de colas.

No obstante existe en la playa de readecuación de la carga, para los que se resisten con pruebas (p.ej. carta de porte con ticket impreso de balanza antifraude) una Báscula Estática de Peso Total que se usa solo en caso de disputas entre el chofer y el Jefe del PPV.

El Plan Director Brasileiro contempla que, en un período de 5 años, o sea 2011, se instalarán, además de los 77 PPVs antes mencionados, 161 nuevos PPVs, con lo que se llegarán a 238 PPVs para cubrir una Red Vial Federal Pavimentada del orden de los 62.000Km, lo que hace un promedio de un PPV cada 260Km.

Como si eso fuera poco, Brasil está totalmente dedicado a avanzar en la implementación de sistemas de Multisensores MSWIM para lo que ha montado la pista experimental de Araranguá que será objeto de la descripción de la siguiente visita técnica. Por su parte y en paralelo, está gestionando ante INMETRO un cambio en las metodologías de certificación de Sistemas WIM y solucionando los conflictos que la legislación vigente que permite que los vehículos diseñados y fabricados para una cierta carga máxima, sean licenciados para llevar cargas mayores.



Foto 1. Vista de camión preseleccionado a 60Km/h por Sistema WIM con sensor bending plate en estación PPV visitada.

Notar a la derecha de la foto semirremolque con tanque que no ha sido derivado por no exceder la carga legal



Foto 2. Vista de Sistema WIM de baja velocidad (10Km/h) con sensor de Celda de Carga y Torre de Cámaras, para derivación a playa de regularización de carga y penalización o reingreso a la vía principal

4.2. Visita Técnica N° 2. Pista Experimental de Araranguá de Sistemas MSWIM

Una Visita Técnica única ya que es la pista experimental sobre WIM más importante a nivel Mundial, se efectuó una visita a la pista con multisensores de diferente origen y tecnología que, en una acción conjunta entre el Núcleo de Estudios de Pesaje (NEP) de la Universidad Federal de Santa Catarina (UFSC) y el Departamento Nacional de Infraestructura de Transporte (DNIT). Se instaló sobre la BR-101 en proximidades de la ciudad de Araranguá, Santa Catarina, más precisamente en el Km 418.

Los sistemas MSWIM han sido identificados como la tecnología más promisoría para permitir pesajes dinámicos a alta velocidad con la precisión requerida para, inclusive, imponer penalidades. El diseño y construcción de la exclusiva pista experimental de Araranguá permita, por primera vez la investigación, para condiciones Brasileñas, el comportamiento a largo plazo de distintos tipos de sensores ofrecidos por la Industria, como así también el comportamiento dinámico de los Pavimentos en función de las Cargas Reales aplicadas.

La Figura 3 representa un croquis de la instalación de sensores tipo "cables" embebidos en el Pavimento de distinto origen y principio de funcionamiento, de cuarzo, cerámico piezoeléctrico y de polímero, todos altamente probados. Aquí el objetivo es investigar la durabilidad de los mismos y la precisión lograda con distintas combinaciones y número de sensores. Estudios previos indicaron que la instalación de varios sensores individuales, con una equidistancia de 1m entre sí y en grupo, con un mínimo de 3 y un número óptimo de 13, mejoran notablemente la precisión. En la Pista Experimental Araranguá se montaron un grupo de 4sensores y una espira magnética, repitiendo 3 veces ese esquema, con lo que el montaje resultó en 3 grupos de 4 sensores de cada clase, o sea, 12 sensores. La Foto 3 muestra una vista de la Pista Experimental, con la instalación en primer plano de sensores de cuarzo (Kistler) embebidos en el pavimento.

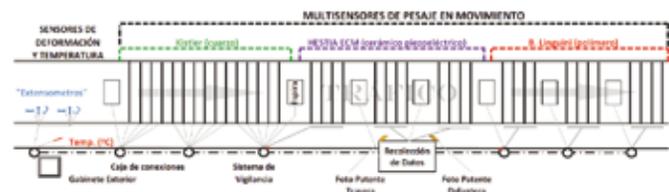


Figura 3. Esquema de instalación de multisensores de distinto tipo en Pista Experimental de Araranguá, SC, Brasil

Pueden observarse también las dos barreras tipo New Jersey instaladas a ambos lados del carril para producir un total encauzamiento del Tránsito para provocar que los Vehículos de peso conocido utilizados para la calibración se vean obligados a pisar sobre el mismo sector de los sensores en las sucesivas pasadas y verificar así, la repetibilidad de los resultados a la vía principal.



Foto 3. Vista de sensores Kistler en Pista Experimental Araranguá, SC, Brasil

4.3. Visita Técnica N° 3. Instalación de un puesto B-WIM (Bridge – WIM)

Los Sistemas Bridge – WIM son de aplicación desde los inicios de las técnicas WIM en la década de 1970 y significan utilizar directamente los Puentes existentes como plataformas de pesaje de vehículos en movimiento. Para ello en la estructura del Puente, sea en uno de sus vanos o tramos, sea de vano único, se instalan sensores extensométricos que responden emitiendo señales ante el pasaje de un vehículo sobre el puente, señales que, convenientemente procesadas y amplificadas permiten conocer, con suficiente precisión y gran repetibilidad el peso del vehículo circulante.

Durante un tiempo esta técnica no prosperó debido a dificultades en interpretación de las señales de los extensómetros, mezcladas con las provenientes de las vibraciones del Puente, ante la aparición de una carga sobre su plataforma y la activación de su frecuencia propia o frecuencia de Resonancia. Pero fueron, a partir del 1990, los Proyectos COST y WAVE de la Comisión Europea quienes rescataron esta técnica y a comienzos del presente Siglo XXI en que se conocieron desarrollos comerciales de este tipo de tecnologías WIM, sobre todo en los países de Europa del Norte.

En ese contexto el Núcleo de Estudio de Pesaje (NEP) de la UFSC incorporó un estudio comparativo con las otras tecnologías implementadas, seleccionando, para su estudio, un equipo comercial desarrollado por el Instituto Nacional de Ingeniería Civil y Construcciones de Eslovenia y comercializado con la denominación SiWIM que, desde su aparición, ha sido constantemente actualizado y mejorado en todos sus aspectos, especialmente en lo que hace a la incorporación de nuevas tecnologías para el tratamiento, procesamiento y transmisión de la información que le confieren adecuada confiabilidad, precisión y repetibilidad de los resultados basados en la gran dimensión de la plataforma de pesaje.

Pese a que puede no alcanzar en todos los casos (depende de la estructura del Puente) la misma precisión que otros sistemas, la principal ventaja resulta de no requerir ninguna instalación en el pavimento, o sea “Nada en la Ruta” (NOR por sus siglas en inglés Nothing On Road) con lo que los procedimientos de instalación y mantenimiento son más rápidos, no afectando al tránsito y son excepcionalmente durables, o sea, son eternos, como el puente mismo. La visita técnica permitió observar in situ el Sistema SiWIM en funcionamiento, instalado en un Puente en la Ruta que une Porto Alegre con Florianópolis. El puente instrumentado puede observarse en las Fotos 4, 5, 6 y 7 que muestran la simpleza en la instalación de los sensores extensométricos sobre las 6 vigas del puente, su interconexión entre sí, y con el gabinete de captación de datos, ubicado sobre un lugar protegido del fácil acceso para rescatar de su memoria, con una computadora portátil los datos recolectados. Durante la visita fue posible también conectar el Sistema para obtener y observar de manera “online” las características (siluetas) y pesos de cada eje y la carga total de los vehículos circulantes.



Foto 4. Vista de puente instrumentado en cercanías de Florianópolis, SC, Brasil



Foto 5. Sensores extensométricos SiWIM instalados en cada viga del puente



Foto 6. Vista de detalle de instrumentación de cada sensor en las vigas en puente instrumentado



Foto 7. Gabinete con sistema de recolección de datos SiWIM bajo el puente

5. CONCLUSIONES

Como puede observarse claramente en el desarrollo del presente informe es evidente que la oportunidad de ser invitado a exponer en el Seminario sobre "Aplicaciones de Sistemas WIM en Argentina" significó experimentar simultáneamente un doble sentimiento. Uno negativo, como un sentimiento de "culpa ajena" al tener que informar lo poco que se hecho y que se hace en Argentina para el Control de Cargas, pese a que comprobadamente se cometen importantes excesos que conllevan al deterioro prematuro de la Infraestructura Vial.

Pero afortunadamente también, un sentimiento positivo que incentivado por los nuevos e importantes conocimientos adquiridos nos han llevado a la formulación de un Proyecto de Investigación que hemos denominado PiWIM, que significa "Puentes Instrumentados para el Pesaje en Movimiento" (con Registro de Marca en trámite) y que se desarrollará en una primera etapa sobre la Región Agroindustrial y Portuaria del Gran Rosario.

Ya han sido seleccionados 4 puentes, entre los muchos existentes, para iniciar la Investigación y se ha obtenido el consentimiento del Concesionario de Peaje, a cargo de su mantenimiento, y se está en proceso de integración del Grupo de Trabajo, comprendiendo la participación de la Universidad de Rosario, el Centro Regional del INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial en la acreditación) y Productores de equipos de Pesaje. En próximas Reuniones Técnicas informaremos sobre el avance de los estudios y resultados obtenidos. ♦

6. REFERENCIAS

AASHTO Guide for Design of Pavement Structures. American Associate of State Highway and Transportation Officials de los Estados Unidos de Norteamérica, 1993.

LILLI F., LOCKHART J. Ejes equivalentes para el diseño de pavimentos flexibles, XXVIII Reunión del Asfalto, Buenos Aires, Argentina, 1995.

LILLI F., LOCKHART J. Ejes equivalentes para el diseño de pavimentos flexibles 2ª parte, 9º Congreso Ibero Latinoamericano del Asfalto, Asunción, Paraguay, 1997.

TOSTICARELLI, J. R., LEANZA, A. M., MORENO, O. Acción destructiva de cargas pesadas en los pavimentos.

Evaluación de la realidad actual en la región agro-industrial de Rosario. Necesidad y propuesta de solución inmediata.

Vigésimo primera reunión del asfalto. p. 314-352, 1978.

TOSTICARELLI, J. R., DIRECCIÓN PROVINCIAL DE VIALIDAD DE TUCUMÁN. El transporte de la caña de azúcar

en la provincia de Tucumán y sus implicancias sobre la red vial. Incidencia técnico-económico del exceso de cargas. En el Congreso Argentino de vialidad y tránsito, Buenos Aires, Argentina, Agosto 1981.

TOSTICARELLI, J. R., PUGLIESI, A. E. Acción destructiva de cargas pesadas en los pavimentos. Evaluación de la

realidad actual en los accesos al puerto de Rosario. Necesidad y propuesta de solución inmediata. Trigésimo quinta

reunión del asfalto. t. II, p. 181-199, 2008..

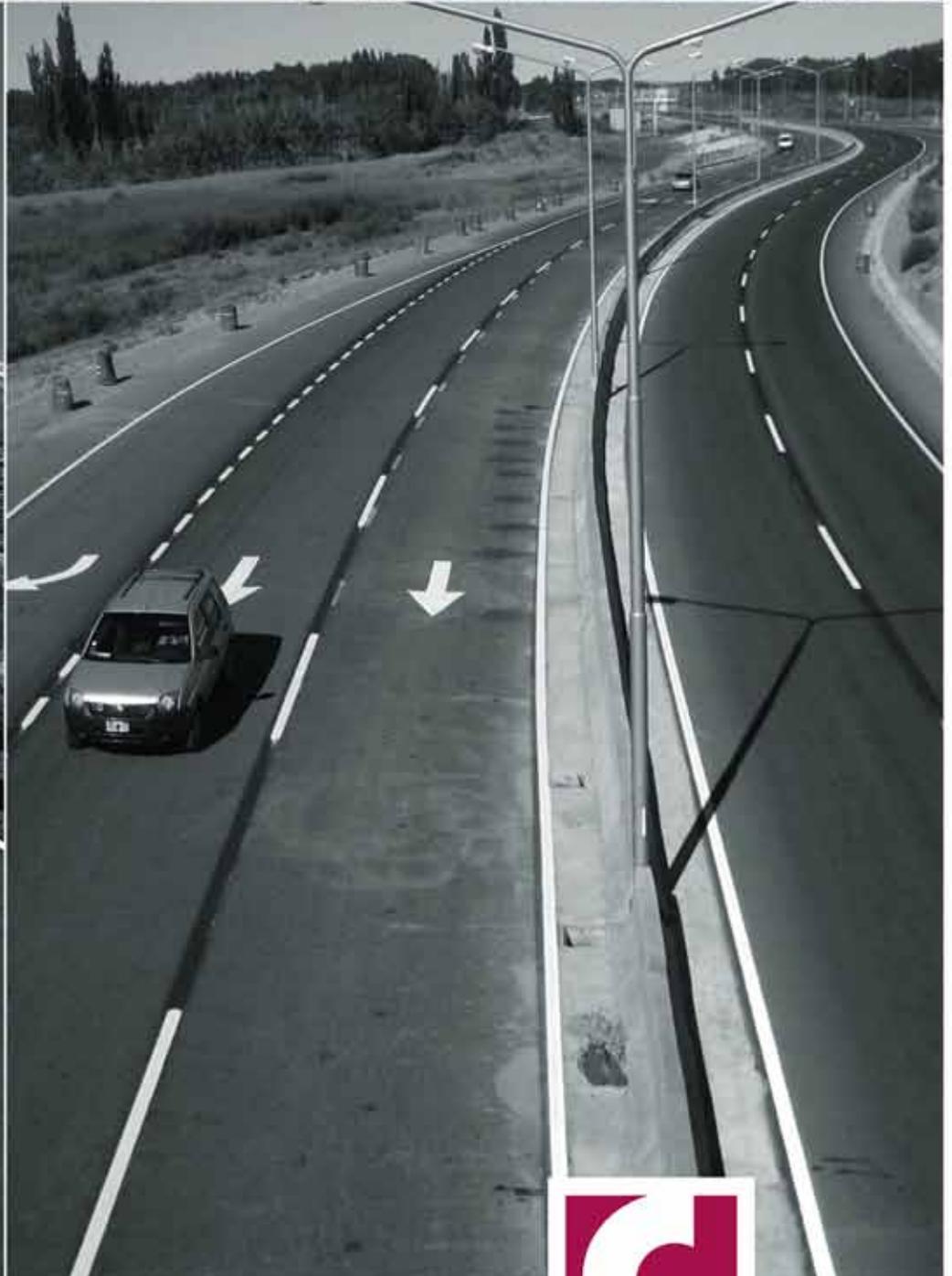
PROCEEDINGS 1er Seminario Internacional de Pesaje en Movimiento WIM, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, Abril 2011.

ROGGIO

BENITO ROGGIO E HIJOS S.A.



Desde 1908, excelencia en construcciones.



CONSTRUIMOS FUTURO

www.contreras.com.ar



PRESCRIPCIONES PARA REALIZAR UN SUELOCEMENTO IN SITU CON GARANTÍAS DE CALIDAD

Autor:

Jesús Díaz Minguela

RESUMEN:

El suelo cemento es un material ampliamente utilizado como capa estructural en carreteras. La alternativa técnica de fabricación in situ resulta una solución más económica que el mezclado en planta y con un gran número de ventajas técnicas y medioambientales. Al empleo de suelos locales, que permite conservar las reservas de áridos de los yacimientos existentes, se suman la reducción de emisiones CO2 y otros contaminantes al suprimirse parte del transporte, la escasa energía consumida al ser una técnica en frío o la eliminación de posibles daños que una central de fabricación puede ocasionar (especialmente en zonas protegidas). No obstante, ciertos aspectos constructivos, como la necesaria calidad y homogeneidad del suelo empleado o el aseguramiento de los espesores y densidades exigidas y de la dotación mínima de cemento, deben tenerse en cuenta para una ejecución correcta y evitar algunos de los fallos cometidos en algunas obras que han impedido su aplicación generalizada.

Palabras Claves: Firme, Medioambiente, Cemento, Suelocemento, Capa base, Fabricación in situ, Construcción, Prescripción, Fallo.

El Suelocemento es un material obtenido de la mezcla homogénea de un suelo o material granular, cemento y agua, y eventualmente algún aditivo como retardador de fraguado, que convenientemente compactado se utiliza como capa estructura en firmes. El Suelocemento in situ es una variante técnica de construcción de las capas de suelo cemento que, frente a la solución clásica de fabricación en una planta, su transporte y extendido, propone la mezcla del suelo con una lechada de cemento en el mismo punto de aplicación. Para ello, se utilizan los equipos de última generación empleados en la estabilización de explanadas (vía húmeda), fabricándose la lechada de cemento de forma ponderal en un primer equipo dosificador, que inyecta el conglomerante a la cámara del rotor del segundo equipo, en el que se lleva a cabo el amasador.

PROS Y CONTRAS.

CONTRIBUCIÓN A LA SOSTENIBILIDAD

Se trata de una técnica enfocada claramente a lograr una mayor sostenibilidad, a cuyas ventajas medioambientales y técnicas, se suman importantes beneficios económicos.

1. Ventajas medioambientales

A las ventajas compartidas con el suelo cemento fabricado en planta (4 primeras), se suman las correspondientes a la realización in situ:

- El aprovechamiento de suelos locales o de la traza contribuye a evitar el empleo de áridos de calidad, y con ello, la reducción de los yacimientos o recursos naturales disponibles.
- Se disminuye la necesidad de vertederos, al aprovecharse los suelos de la traza.

- Se trata de una técnica especialmente adaptada al empleo de cementos con alto contenido de adiciones. Esto supone una reducción de las emisiones durante su fabricación, al emplear menos clínker e incorporar subproductos industriales como escorias o cenizas volantes, lo que favorece el cumplimiento del protocolo de Kioto y de los compromisos de desarrollo sostenible.

- Es una técnica en frío que consume poca energía. Se disminuye con ello notablemente la contaminación y las emisiones de vapores nocivos.

- La reducción del transporte de los suelos a la planta y de esta al tajo a una única operación, disminuye las emisiones de CO2 y otros contaminantes, reduce el daño que generan los combustibles y aceites, y desaparecen los impactos colaterales que provocan dicho transporte sobre los caminos y flora adyacente (polvo, erosiones y otros).

- Se reducen los daños que la instalación de una planta de fabricación puede ocasionar al suelo que ocupa y al entorno colindante.

VENTAJAS TÉCNICAS

Correspondientes a cualquier capa de suelo cemento (2 primeras) o a la realización in situ:

- Proporciona una elevada capacidad de soporte al firme, disminuyendo las tensiones que llegan a la explanada y a las capas superiores de mezcla bituminosa, con lo que aumenta la durabilidad y la vida de servicio de la carretera. No existe diferencia alguna en las resistencias obtenidas en las diferentes obras con una u otra técnica (I).

- Se reduce los efectos negativos que sobre el firme tienen los cambios de humedad y las agresiones climáticas. Además se incrementa la resistencia a las heladas.

- Es posible realizar capas de mayor espesor que en el caso de utilizarse una extendidora. Incluso se podría emplear un tamaño máximo algo superior si se evita cualquier segregación (II).

- Con la realización in situ se disminuyen las molestias por el tráfico de obra y los datos a la red de carreteras adyacentes.

- Al no realizarse el transporte del material mezclado, se suprime la posibilidad de que se pueda secar durante el transporte y la extensión en los días de calor. Además se amplía el tiempo disponible para compactar y terminar la unidad sin sobrepasar el plazo de trabajabilidad.

- Se trata de una magnífica solución para ensanches de carreteras cuando esté previsto además el reciclado in situ con cemento del firme existente. En este caso, se debe apostar una zorra en la caja del ensanche de características tales que la dosificación necesaria de conglomerante del suelocemento y del reciclado sea la misma. Así es posible realizar cuñas y modificar el trazado en las curvas por cualquiera de las márgenes, sin necesidad de un ancho mínimo constructivo.

3. Ventajas económicas

Al ahorro que supone el aprovechamiento de suelos locales eliminando el empleo de áridos de calidad y el coste de su transporte, se suman las siguientes:

- Se eliminan los costes de instalar una planta de fabricación y se suprime la necesidad de obtener los permisos medioambientales y municipales correspondientes.
- Se puede programar la obra por fases sin tener una planta inactiva durante cierto tiempo.
- Se reducen los plazos de ejecución, dado que el suelocemento in situ se realiza con equipos de mayor rendimiento a los empleados en la solución clásica.
- Las ventajas técnicas y ambientales citadas también se traducen en beneficios económicos.

4. Limitaciones

Las principales limitaciones, por su parte, son las siguientes:

- El suelocemento, como todas las capas de materiales tratados con cemento, es muy sensible al espesor. Pequeñas variaciones del mismo suponen importantes reducciones de la vida útil del firme. En el caso de realización in situ, resulta difícil determinar la profundidad exacta del tratamiento, por lo que se debe prever un sobreespesor que asegure en cualquier punto la construcción del espesor mínimo especificado. Además si la explanada está estabilizada, se debe profundizar unos centímetros en la misma, con el objetivo de que no quede material suelto sin tratar entre ambas capas (situación que no se produce al fabricarse en planta).
- No hay casi precompactación del material a la salida de la estabilizadora, por lo que el proceso de nivelación para obtener la rasante debe ser mucho más preciso.
- La gran capacidad de los modernos equipos de ejecución in situ permite el mezclado de suelos de deficiente calidad con el conglomerante sin

que se obtenga en ciertos casos un producto homogéneo y uniforme, y sin que esto sea visualmente fácil de detectar. Es el caso de suelos muy plásticos que no se deben usar o suelos terrones de partículas plásticas que son muy difícil de deshacer y distribuir (Foto3).

- No es fácil conocer la cantidad de conglomerante aportado en cada zona o sección. Sólo se puede obtener valores medios de consumos por cada cuba de cemento.
- Si alguno de los difusores del equipo se obstruye y no se detecta el error, se fabrica una franja de suelocemento sin conglomerante o con un contenido muy reducido del mismo.
- Los elevados rendimientos de producción en oposición con el plazo necesario para la obtención de los resultados de control marcado por las normas hace que las reparaciones resulten costosas si, cuando se conocen los resultados, estos no resultan aceptables. Para evitar esta situación, se debe ser generoso en la dotación de cemento asegurando buenos resultados.

NORMATIVA

En el artículo 513, Materiales tratados con cemento del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales PG-3(III) del Ministerio de Fomento se exponen las características exigidas a los suelos para poder ser utilizados en suelocemento. Como material granular se pueden emplear zorras, suelos granulares, subproductos o productos inertes procedentes de desechos. Prácticamente es posible utilizar la mayoría de los suelos, salvo los que presenten materiales que puedan afectar la durabilidad del firme. Sin embargo, en algunos casos, ciertas características como una granulometría inadecuada, con ausencia de algunos tamaños intermedios que impiden su correcta compactación, o una plasticidad excesiva, que requiera una dosificación muy elevada de cemento para obtener las resistencias exigidas pueden hacer económicamente inviable el empleo de ciertos suelos.

De forma resumida, se incluyen en la Tabla 1 (I y II) las prescripciones exigidas a los suelos a utilizar tanto en el artículo 513 del PG-3 como en las diferentes normativas autonómicas.

Cuando se prescriben los dos husos granulométrico, el denominador SC 20 (ver Tabla 1 (II)) solo se puede emplear en carreteras con categoría de tráfico pesado T3 y T4, además de arcenes, salvo en las carreteras de la red autonómica andaluza (V) que admite todo tipo de tráfico para este huso.

Las razones por las que se introducen ciertas limitaciones en algunas normativas se incluyen en la Tabla 2, considerando que siempre es importante conocerlas para poder permitir o no ciertas excepciones.

Propiedad del suelo	Pliego PG-3 del M ^º de Fomento Art. 513 ^(III)	Recomendaciones de Castilla y León ^(IV)	Instrucción de Firmes de Andalucía ^(IV)	Norma País Vasco ^(V)
Tamaño máximo	< 50 mm	< 50 (40) mm	< 50 mm	< 50 mm
Husos	SC-40 y SC-20 ⁽¹⁾	--	=PG3	=PG3
Pasa # 2 UNE	SC40: de 17 a 52% SC20: de 36 a 94%	? 20%	> 20%	=PG3
Pasa # 0,063 UNE	SC40: de 2 a 20% SC20: de 2 a 35%	? 35%	SC40: de 2 a 20% SC20: de 2 a 35%	=PG3
Plasticidad	LL<30 IP<15	LL<30 IP<12	LL<30 IP<12 (mejor 10)	=PG3
Materia orgánica	< 1%	=PG3	Exento	=PG3
Sulfatos (%SO ₃)	< 1% & Si > 0,5% -> cemento SR	=PG3	=PG3	=PG3

(1) Granulometrías definidas en el PG-3 para el suelocemento, ver Tabla 1 ^(II)
Tabla 1. Prescripciones de los suelos a utilizar en suelocemento ^(I)

	Cernido ponderal acumulado (% masa) en tamices UNE-En 933-2 (mm)									
	50	40	25	20	12,5	8	4	2	0,5	0,063
SC 40	100	80 – 100	67 – 100	62-100	53-100	45-89	30-65	17-52	5-37	2-20
SC 20	-	-	100	92-100	76-100	63-100	48-100	36-94	18-65	

Tabla 1. Prescripciones de los suelos a utilizar en suelocemento ^(vii)

Característica	Limitación	Causa de la limitación
Máx. porcentaje de finos	35%	Obtener un esqueleto mineral de estabilidad adecuada Evitar contenidos excesivos de cemento
Mín. porcentaje de finos	3%	Evitar dificultades en la compactación Evitar contenidos excesivos de cemento
Máx. porcentaje arenas 2 mm	65%	Obtener un esqueleto mineral de estabilidad adecuada Evitar contenidos excesivos de cemento
Mín. porcentaje de arena 2 mm	35%	Obtener un contenido adecuado de mortero
Tamaño máximo	40 – 60 mm	Mejorar la regularidad superficial Evitar segregaciones Evitar dificultades de compactación
Continuidad granulométrica		Mejorar la compactación Evitar contenidos excesivos de cemento
Plasticidad máxima	IP < 10 – 15	Evitar problemas durante el mezclado y extendido del material Evitar contenidos excesivos de cemento Disminuir la sensibilidad del material al agua
Materia orgánica máxima	< 1%	Evitar retraso o falla de fraguado o endurecimiento del material
Sulfatos o sulfuros	< 1%; suelos cohesivos: ensayo de inmersión-compresión	Evitar reacciones expansivas Evitar pérdidas de resistencia del material

Tabla 2. Causas de las prescripciones de los suelos a utilizar en suelocemento ^(vii)

En todas las normativas se limita el contenido mínimo de cemento al 3% en masa respecto del total de material en seco, debiéndose aportar el necesario para conseguir una resistencia mínima a compresión a la edad de 7 días de 2,5 MPa (media aritmética de al menos 3 probetas de la misma amasada obtenida según UNE-EN 13286). Este valor puede reducirse un 15% en el caso de emplear cementos con alto contenido de adiciones. Además en la PG-3 se limita la resistencia máxima a 4,5 MPa, resistencia que se suprime en algunas normativas autonómicas si el suelocemento se prefigura. Las probetas deben fabricarse con la energía que proporcione la densidad mínima requerida que, salvo por el Pliego del proyecto indique otra, debe ser el 98% de la densidad máxima Proctor modificado (UNE-EN 13286), y nunca mayor.

Los espesores de las capas suelocemento para firmes de carretera, en función de la categoría de tráfico pesado y de la explanada, se recogen en la Norma 6.1-IC, Secciones de firme (VIII), de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento o en las respectivas normas autonómicas. Los espesores varían desde 25 hasta 30 cm. Ahora bien, la normativa estatal no admite el suelocemento fabricado in situ nada más que para el caso del firme de los arcenes en las categorías de tráfico pesado T1, T2 o T31 (S-EST3 con resistencia a compresión simple a siete días no inferior a 2,5 MPa y prefigura con espaciamientos comprendidos entre 3 y 4 m).

No obstante, para muchas Administraciones autonómicas el suelocemento in situ presenta un interés especial por las ventajas mencionadas y por ello se ha ido normalizando gradualmente (Foto 4). La primera norma que incluyó el suelocemento in situ en el capítulo explícito fueron las Recomendaciones de Proyecto y Construcción de Firmes y Pavimentos (IV) de la Junta de Castilla y León, donde se indica que la mezcla del suelo con el cemento debe realizarse en principio en planta, aunque en ocasiones es aceptable la mezcla in situ. En este caso, se obtienen mayores rendimientos y la solución resulta más económica, pero es necesario un mayor control para

asegurar los espesores y la calidad del material exigidos, especialmente la homogeneidad (del material y de sus resistencias) y la regularidad superficial.

Dada la gran sensibilidad del suelocemento, y por tanto del conjunto del firme, a eventuales reducciones del espesor, en las recomendaciones se exige un incremento de 3 cm los espesores mínimos indicados en las tablas de secciones de firme de nueva construcción si el suelocemento se realiza in situ (espesores mínimos una vez compactada la capa).

Este incremento de espesor de 3 cm no se debe traducir en un sobrecoste de la obra, dada la mayor economía de la técnica de fabricación in situ, por lo que en los cuadros de precios del proyecto se debe indicar expresamente si se trata de un suelocemento fabricado en planta o in situ. Si por circunstancias no previstas en el proyecto resulta necesario cambiar un suelocemento en planta por un suelocemento in situ, en la sección que se construya deberá incrementarse el espesor en 3 cm según lo indicado anteriormente, pero sin que el mayor volumen de este material suponga un mayor coste total de la capa.

Este criterio de incrementar el espesor de capa de suelocemento en 3 cm cuando se realiza in situ, ha sido seguido por la Instrucción para el diseño de firmes de la red de carreteras de Andalucía y la Norma para el dimensionamiento de firmes de la red de carreteras del País Vasco (en el último caso, sólo admite esta solución con tráfico de categoría inferior a T1).

En cuanto a la ejecución y control del material, en las recomendaciones de Junta de Castilla y León se indican importantes aspectos que se han de cuidar, y que se comentan seguidamente.

El suelo debe ser homogéneo en todas sus características, por lo que se debe acopiar previamente y realizar en caso necesario su disgregación, y premezclado. Esta homogeneidad se comprueba obteniendo las características prescritas (granulometría, plasticidad, materia orgánica y

sulfatos) sobre una muestra cada 2.000 m² sin que se admitan variaciones de los resultados obtenidos superiores al 20% del valor medio obtenido, salvo autorización expresa del Director de las Obras (Foto 5).

Para la realización del suelocemento in situ es necesario emplear equipos específicos que dosifiquen el cemento en forma de lechada, que efectúen todas las operaciones en continuo sin intervención manual y que se encuentren en correcto estado de uso. El mezclado debe realizarse durante todo el tiempo que resulte necesario para lograr la homogeneidad exigida (velocidad de avance inferior a 10m/min). Siempre que se observe una heterogeneidad o defecto repetido en el mezclado, como cambios de granulometría, defectos de dosificación, u otros, se detendrán los trabajos hasta eliminar las causas.

Dado que la anchura de trabajo de los equipos obliga a la ejecución por bandas, se deben cuidar muy especialmente los solapes, que serán de unos 20 cm, para que no queden franjas de suelo sin tratar, evitándose sobredosificaciones y controlando que su contenido de humedad no sea diferente del resto.

Para la compactación se debe disponer un rodillo de al menos 17 t de masa, que realice una o dos pasadas dobles vibrando detrás del equipo mezclador y un segundo rodillo de masa superior a 15 t detrás de la motoniveladora que realice el refino. Para que la superficie quede correctamente cerrada, se debería disponer además un rodillo de neumáticos (Foto 6).

Si debido al elevado espesor de la capa no resulta posible obtener la densidad exigida del 98% (medida con el vástago del densímetro introducido hasta el fondo de la capa), la extensión o fabricación in situ del suelocemento se debe realizar en dos capas perfectamente adheridas. Si por las condiciones de la obra resulta muy dificultosa la ejecución en doble capa dentro del plazo de trabajabilidad, se puede permitir la realización de una capa única siempre que la densidad obtenida, midiendo en el fondo de la capa, no resulte inferior al 96% de la densidad máxima Proctor modificado y que las probetas fabricadas con esta densidad del 96% cumplan las exigencias de resistencia establecidas.

Para poder lograr una regularidad superficial aceptable en ejecución in situ, antes de terminar la compactación se debe realizar un refino con motoniveladora, que en el caso de obras de más de 20.000m² (salvo ensanches) según la normativa de la junta de Castilla y León ha de estar dotada de equipos auxiliares de nivelación (por ejemplo 3D), que facilite la obtención de una rasante adecuada, sin depender excesivamente de la habilidad del maquinista (Foto 7). Siempre que aparezcan segregaciones, nidos de áridos o cualquier otro defecto se deben detener los trabajos hasta eliminar la causa que lo provoquen.

Todo el proceso de ejecución de una banda debe completarse dentro del plazo de trabajabilidad del material de la banda adyacente para evitar la aparición de juntas frías, que deberá ser inferior a 2 h oras si no se determina este plazo mediante el ensayo (norma UNE-EN 13286-45), por lo que inicialmente se debe limitar la longitud de las bandas de trabajo a 100 m. Esta longitud debe ampliarse si se comprueba que la ejecución se realiza correctamente y la temperatura ambiente no supera los 30°C. Las paradas se deben realizar en secciones completas, evitándose la aparición de juntas frías.

En las recomendaciones de la junta de Castilla y León se recalca la importancia que el control de calidad tiene en la adecuada ejecución de esta unidad de obra, indicándose las directrices que deben seguirse. Además de comprobar las características citadas de homogeneidad de los suelos (granulometría y plasticidad cada día, y materia orgánica y sulfatos cada semana de trabajo, Foto 8), se debe controlar:

- La granulometría y la humedad del material a la salida de la cámara de mezclado, realizándose además un ensayo Proctor Modificado cada 5.000 m³ de material o semana de trabajo.

- La dosificación de cemento y la homogeneidad de su dotación (comprobación del correcto funcionamiento y reparto de los inyectores visualmente 2 veces al día).

- La densidad obtenida (un punto cada 500 m²), que no debe ser inferior al 98% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor modificado, y la humedad de compactación medidas con equipos contrastados de control rápido, tipo sonda nuclear.

- El espesor de la capa mediante la apertura de calicatas (al menos una cada 8.000 m²), que además sirven para comprobar la homogeneidad, y mediante la extracción de testigos (1 de cada 2.000m²), ver Foto 9.

- La resistencia a compresión a 7 días, sobre un total de dos series de 3 probetas confeccionadas cada día (mañana y tarde), con la densidad media obtenida en obra. Se pueden fabricar y ensayar algunas probetas a la edad de 90 días a título informativo.

- La regularidad de la superficie acabada, que no deberá rebasar la teórica en ningún punto, ni diferir de ella en más de 15 mm en el caso de tratarse de una base, ni de 20 mm en una subbase.

- Las deflexiones a partir de los 15 días, debiendo obtenerse valores inferiores a 100 (10-2 mm) sobre el suelocemento o a 75 (10-2 mm) si se miden sobre la primera capa extendida de mezcla bituminosa. En caso contrario, debe reconstruir el suelocemento (salvo que se pueda compensar con un sobreespesor de mezcla bituminosa).

ASPECTOS A CUIDAR EN LA EJECUCIÓN IN SITU PARA EVITAR PROBLEMAS

Como en todas las capas de materiales tratados con cemento, hay que asegurar que el material de partida cumple con las prescripciones y que determinadas operaciones se realizan con buena práctica para lograr resultados satisfactorios. Básicamente estas son (IX):

- mezclar de manera homogénea con la dosificación de conglomerante y humedad necesarias,
- compactar adecuadamente para obtener la densidad y resistencia prescrita, y
- curar de forma correcta y asegurar la adherencia de las diferentes capas firme.

Es evidente que si se respetan las operaciones o precauciones expuestas, es prácticamente imposible que produzcan fallos al realizar un suelocemento in situ, pero en determinadas obras se han producido ciertos errores, en algunos casos detectados durante su construcción pudiéndose corregir a tiempo, y en otros lamentablemente cuando ya se había dispuesto encima una capa de mezcla bituminosa. Sin duda en estos últimos casos, los defectos se han puesto de manifiesto con el agresivo paso de los camiones de aglomerado. Por suerte el número de casos fallidos ha sido muy reducido frente al de obras bien realizadas.

La falta de cumplimiento de alguna de las prescripciones, como las incluidas en las recomendaciones de la Junta de Castilla y León, se traduce prácticamente en todos los casos en la aparición de defectos. A continuación se describen algunos de los problemas más frecuentes.

1. Empleo de suelos de características no aptas para fabricar suelocemento

En alguna ocasión se han utilizado suelos muy plásticos, con índices de plasticidad del orden de 15-18 y límites líquidos muy superiores a 30, o suelos con terrones o garbanzos de partículas plásticas muy difíciles de disgregar (Foto 10). Este defecto es difícil de detectar en obra si no se realiza el control adecuado, puesto que los modernos equipos de ejecución tienen sobrada capacidad para mezclar aparentemente el suelo con la lechada de cemento sin que en realidad los resultados que se obtienen sean mínimamente aceptables. El problema es que, sino se controla la calidad del suelo (que se puede apreciar visualmente cuando se extrae, transporta y extiende pero puede resultar difícil de detectar cuando ya está colocado), el error se detecta por la caída de resistencias al romper las probetas, es decir cuando ya ha transcurrido más de una semana y se han realizados varios kilómetros. En algunas ocasiones, si no existe una comunicación fluida entre el laboratorio y el control y la dirección de obra, puede pasar demasiado tiempo hasta que se modifica el sistema constructivo.

Este problema es difícil que suceda si se cumplen las prescripciones indicadas a homogeneidad del suelo, de forma que no se obtengan variaciones de los resultados superiores al 20% del valor medio. Es decir, si se declara en los ensayos previos o durante la obra que el valor medio del índice de plasticidad (IP) es por ejemplo 8, el contenido de materia orgánica (MO) 0,3 y hay ausencia de sulfatos, en las muestras de suelo que se analicen cada 2.000 m², el IP sólo podrá variar entre 6,4 y 9,6, la MO entre 0,2 y 0,4 y no podrá tener sulfatos. Lo mismo ocurre con la granulometría (porcentajes retenidos en los tamices limitados) respecto a la inicialmente declara. Esto solo consigue si previamente se disgrega y se premezcla (y por supuesto se ensaya) el suelo en acopio antes de extenderlo en la traza. De no hacerse así, el suelo que se extiende en obra puede tener variaciones muy importantes en sus características.

En una obra concreta, la extracción de suelos mucho más plásticos del fondo de los préstamos y el empleo de préstamos diferentes sin realizar los controles necesarios, dio lugar a un lamentable fracaso, que probablemente hubiera sido más difícil que se produjera con la fabricación en planta, donde es necesario el acopio previo de los suelos.

No obstante hay suelos que no permiten la fabricación in situ del suelocemento. Este es el caso de las arenas limpias de granulometría uniforme (prácticamente sin finos) en las que, independientemente de las dificultades para compactarlas que pueden hacer inviable su utilización incluso su fabricación en planta, no permiten el paso de los equipos de ejecución in situ por encima de ellas (la estabilizadora tiene que empujar a la dosificadora de lechada, que estando a carga completa puede pesar 65 t). Lo mismo sucede con algunos suelos en los que el equipo de dosificación se puede hundir en el suelo sin compactar y no avanzar, ver Foto 11, mientras que en el caso de fabricación en planta, la extendedora puede trabajar sin problemas porque rueda sobre la capa inferior.

2. Ensayos previos no representativos

El estudio de dosificación debe realizarse siempre sobre una muestra representativa del suelo independientemente de si se mezcla in situ o en planta. De nada sirve determinar una dosificación concreta de un suelocemento para obtener la resistencia a compresión prescrita de 2,5 MPa a 7 días, con completos ensayos de laboratorio que realicen incluso estudios de sensibilidad a las variaciones de humedad o densidad obtenida, si dichas muestras son diferentes del suelo colocado en la obra o se producen variaciones importantes en los préstamos de donde se obtienen los suelos.

3. Problemas de dosificación

Si no se realiza un mantenimiento cuidadoso de los equipos, puede producirse la obstrucción de algunos de los difusores. En este caso, aunque el equipo dosificador siga enviando la lechada con la misma dotación de cemento, esta se distribuye entre el resto de los difusores, pero la franja regada por el obstruido quedará sin conglomerante o con una dotación mínima. En esta franja de reducida resistencia, las cargas de tráfico o las variaciones de temperatura pueden dar lugar a la aparición de fisuras longitudinales (Foto 12). Los problemas debidos a la falta de dosificación de conglomerante o una baja de dotación son muy difíciles de controlar en ejecución in situ. Únicamente se pueden obtener valores instantáneos de consumo en el ordenador del equipo dosificación de lechada (poco fiables si no se realizan contrastes periódicos), o bien valores medios dividiendo las toneladas descargadas por cada cuba de cemento por la superficie trabajada, que se deben contrastar con la dotación media. Pero este valor medio no da una indicación de la homogeneidad de la distribución del conglomerante, por lo que no hay que descartar que puedan aparecer fallos en las zonas más débiles, aun habiendo otras colindantes de mayor resistencia. Es decir, sólo es posible comprobar que el contenido de cemento no es inferior al especificado, pero no como se ha distribuido. Por todo ello, y considerando el sobrecoste y los problemas que genera las reparaciones posteriores, es conveniente siempre ser generoso en la dotación de cemento dosificada en el suelocemento, especialmente en el caso de realizaciones in situ.

4. Suelocemento con insuficiente contenido de conglomerante

Se trata del caso más extremo de problemas en la dosificación. Las reacciones de fraguado y de endurecimiento del cemento convierten el material suelto en otro mucho más resistente y con mayor capacidad de soporte, pero para ello, hay que añadir al suelo el porcentaje adecuado de cemento. Si además el suelo contiene muchos finos y estos son plásticos, la acción del cemento se puede ver reducida.

La combinación de ambos factores (suelo de mala calidad y escasa dotación de cemento) ha dado lugar al fracaso de cierta obra, en la que en algunas zonas el suelocemento podía ser excavado a mano varios meses después.

5. Humedad del suelo

Para fabricar el suelocemento in situ con ciertas garantías de calidad es necesario el empleo de equipos modernos de última generación que realizan la dosificación del cemento en forma lechada. Este método, que se conoce como vía húmeda, es más preciso que el de dosificación en polvo.

En la fabricación de la lechada se requiere utilizar como mínimo dos puntos porcentuales de agua con dosificaciones bajas de cemento, valor que se incrementa hasta el 2,5 – 3,0% con dotaciones mayores de cemento. Dicha agua se incorpora al suelo por lo que la humedad del mismo deberá estar como máximo dos puntos por debajo de la humedad óptima obtenida en el ensayo Próctor modificado, o en caso contrario, se incrementará excesivamente la humedad haciendo inviable la compactación. La reducción de densidades obtenidas se traduce en un descenso considerable de las resistencias.

Por eso, si el suelo tiene una humedad próxima a la óptima Próctor modificado o superior, deberá orearse y secarse previamente, porque de lo contrario no se podrá fabricar el suelocemento in situ con unas garantías mínimas de calidad.

6. Problemas de ejecución

Como en todas las unidades de obra, la buena construcción de esta capa depende de la profesionalidad y el buen hacer del personal constructor, pero a diferencia de muchas otras, no es fácil controlar algunos aspectos. Este es el caso por ejemplo de la falta de espesor. Aunque se pueden abrir calicatas detrás del equipo y referirlas a la calle colindante para estimar la profundidad y comprobar la homogeneidad, no es viable ir realizándolas constantemente (aunque inmediatamente después se tapen y se

compacten). De alguna manera se depende de la confianza en el personal, normalmente subcontratado, que realiza el mezclado.

Igual sucede que la realización de las bandas de solape entre calles (Foto 13). En una obra, por un falso sentido de la economía, se redujo el solape tanto que quedó material suelo sin tratar entre dos calles contiguas, traduciéndose posteriormente en la aparición de fisuras longitudinales en las capas de mezcla bituminosa, separadas aproximadamente 2,4 m^(x).

7. Nivelación

Al no existir precompactación en el extendido, si la nivelación depende de la pericia del conductor de la motoniveladora, normalmente resultará peor que la obtenida con extendedora. El apoyo de una buena topografía con suficientes puntos de referencia o el empleo de una motoniveladora dotada de equipos auxiliares de nivelación, como por ejemplo el 3D, ayudan a resolver este problema (Foto 14).

Se trata de asegurar la obtención de la rasante evitando que la cuchilla de la motoniveladora mueva constantemente el material de un lado para otro con el fin de regularizar la capa, reduciendo el espesor en algunos puntos y provocando segregaciones y nidos de gruesos en la superficie.

8. Problemas con la prefisuración

Para evitar la reflexión de las fisuras de retracción del suelocemento en las capas superiores de mezcla bituminosa, es usual recurrir a la técnica de prefisuración en fresco con categorías de tráfico pesado superiores a T31 y/o en el caso de clima continental (ver Foto 15). Los equipos de prefisuración suelen estar diseñados para cortar con rapidez o bien todo el ancho de la carretera, o bien media calzada (unos 4 o 5 m), mientras que los equipos de fabricación de suelocemento in situ están diseñados para trabajar en calles de 2,5 m (para permitir su transporte sin medidas especiales). Por ello, la coordinación de estos equipos de prefisuración detrás de los de ejecución de suelocemento in situ es compleja porque los primeros, o bien van prefigurando calles de 2,5 m para lo que se requieren muchas operaciones que reducen el rendimiento del conjunto, o bien se extienden dos calles de suelocemento (4,70 m considerando el solape) y se prefigura después ambas a la vez, en cuyo caso hay que asegurar un plazo de trabajabilidad mínimo del suelocemento para que de tiempo a nivelar y compactar calles. En ambos casos el equipo de prefisuración reduce considerablemente el rendimiento de la unidad y obliga a asegurar un plazo amplio de trabajabilidad del material para permitir compactar, refinar con la motoniveladora y terminar la compactación, sin dañar los enlaces que se hayan iniciado.

9. Problemas de rendimiento

Muchas de las obras son realizadas por subcontratistas (hay más de 60 equipos en España y un gran número de empresas especializadas que reciben un precio reducido y normalmente están interesados en una ejecución lo más rápida posible. Hay que evitar que esto se pueda traducir en deficiencias importantes que conduzcan a fracasos.

Entre las que a veces producen están el insuficiente espesor o profundidad del tratamiento para obtener mayores rendimientos, la incorporación de una menor cantidad de cemento, pues aunque se abone a parte, cuanto mayor es la dotación, menos es el rendimiento y mayor el número de paradas para cargar el dosificador (que puede traducirse en 2,5-3 h oras sin trabajar) o el empleo del mismo personal durante más de 10 horas seguidas. Se debe evitar el riesgo además de que a la escasa profesionalidad del subcontratista, se sume para economizar la malicia o la ignorancia del empresario al utilizar suelos de dudosa calidad y variable procedencia, sumándose todos los aspectos en un mismo sentido, hacia el fracaso asegurado.

10. Otras cuestiones

El resto de precauciones son similares a los del suelocemento fabricado

en planta, como la importancia de una adecuada compactación que permita obtener la densidad exigida, pues que de dicha densidad depende la resistencia y la durabilidad de la capa, la necesidad de comprobar periódicamente los valores densidad y humedad Proctor, el curado correcto para permitir un buen fraguado y endurecimiento del material o la necesidad de una correcta limpieza antes de extender la emulsión de adherencia y asegurar una correcta unión del suelocemento con la capa superior de mezcla bituminosa (Foto 16).

De todos los problemas comentados, cabe pues destacar los siguientes puntos principales a cuidar en ejecución in situ (Foto 17):

- La calidad del suelo a emplear, debiéndose acopiar y homogenizar previamente todo el suelo y realizar ensayos previos que resulten representativos.
- La dotación, que ha de superar de forma generosa la mínima necesaria.
- El espesor de la capa, que una vez tratada debe ser como mínimo el proyectado para lo que es imprescindible una buena nivelación del suelo antes del tratamiento. Además se debe profundizar algunos centímetros en la capa inferior para no dejar material sin tratar.
- La profesionalidad del subcontratista y contratista, sin entrar en considerar el precio, el coste y el plazo de abono.

CONCLUSIONES

El suelocemento in situ es una técnica altamente sostenible que permite el empleo de los suelos locales para realizar una capa de firme sin necesidad de instalar una planta de fabricación. Los errores aparecidos en algunos casos son fácilmente evitables como se demuestra con el gran volumen de obras realizadas correctamente con esta técnica. Por otro lado, al igual que un calvo saca otro clavo, los tramos defectuosos de suelocemento in situ se han reparado con la misma técnica lo que demuestra la validez de la misma cuando se realiza adecuadamente.

La economía de fabricación de suelocemento in situ nunca debe traducirse en una reducción de los parámetros de calidad. La homogeneidad y calidad del suelo colocado, junto a una ejecución cuidadosa y un control de calidad correcto son aspectos imprescindibles para asegurar el éxito. ♦

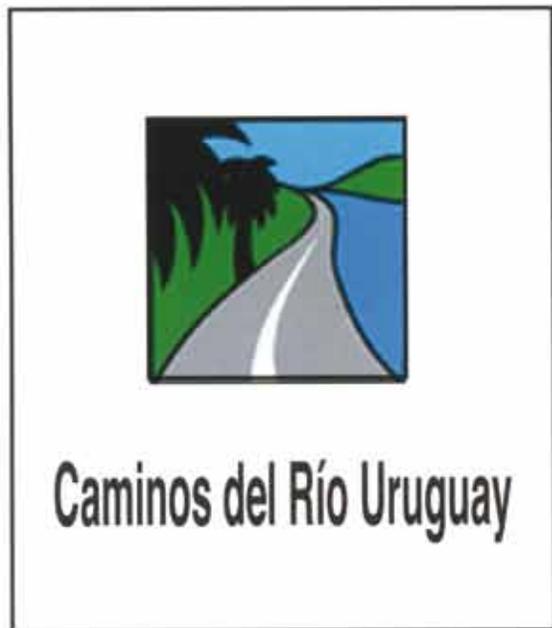
REFERENCIAS

- I. Jofré, C. Y Díaz Minguela, J. "Soilcement subbases: mix in place vs mix in plant". 2º Simposio Internacional de Estabilización de Explanadas y Reciclado de Firmes, TREMTI. París, 2005.
- II. Gelinch, A. y López-Bachiller, M. "Suelocemento in situ frente a suelocemento de planta". VIII Congreso Nacional de Firmes. Junta de Castilla y León, AEC. Valladolid.
- III. "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales PG-3, artículo 513, Materiales tratados con cemento". Orden FOM/891/04. Dirección General de Carreteras, Ministerio de Fomento. Madrid, 2004.
- IV. "Recomendaciones de proyecto y construcción de firmes y pavimentos". Dirección General de Carreteras e infraestructura. Consejería de Fomento, Junta de Castilla y León. Valladolid, 2004.
- V. "Instrucción para el diseño de firmes de la red de carreteras de Andalucía". Consejería de Obras Públicas y Transporte, Junta de Andalucía. Sevilla, 2007.
- VI. "Norma para el dimensionamiento de firmes de la red de carreteras del País Vasco". Departamento de Transportes y Obras Públicas. Gobierno Vasco. Victoria, 2006.
- VII. "Manual de firmes con capas tratadas con cemento". Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, CEDEX e Instituto Español de Cemento y sus aplicaciones, IECA. Madrid, 2003.
- VIII. "Norma 6.1-IC, Secciones de Firme y Capas Estructurales de Firmes". Orden FOM/3460/2003 de 28 de noviembre. Dirección General de Carreteras, Ministerio de Fomento. Madrid, 2003.
- IX. Díaz Minguela, J. "Suelocemento: diseño y construcción, criterios para evitar fallos". Jornada sobre diseño de firmes. Diputación Foral de Guipúzcoa. San Sebastián, abril de 2008.
- X. "Guía de soluciones para obras de estabilización de suelos, ejecución de suelocemento in situ y reciclado de firmes" ANTER, 2010.



Saluda a la Asociación Argentina de Carreteras
por sus 60 años junto al desarrollo del sector.

ITS Argentina - Sistemas Inteligentes de Transporte de Argentina | Sede Ing. Roberto Cruz: Perú 247 2° "C" - (C1067AAE) - C.A.B.A.- Argentina
Tel/fax: (+54-11) 4331-2099 - secretaria@itsargentina.org.ar | www.itsargentina.org.ar



CAMINOS DEL RÍO URUGUAY

S.A. DE CONSTRUCCIONES Y CONCESIONES VIALES

Autopista Mesopotámica

Rutas Nacionales N° 12 y 14 .
Financió y Construyó las Autovías:
Brazo Largo-Ceibas y Panamericana-Zárate

Visite nuestra página en la Web: www.caminosriouruguay.com.ar

Tronador 4102 - C1430DMZ Capital - Teléfono: 4544-5302 (Líneas Rotativas)

EVALUACIÓN DE LA DISTANCIA DE VISIBILIDAD DISPONIBLE EN EL PROYECTO DE CAMINOS RURALES

Autores:

Aníbal L. Altamira, Alberto B. Graffigna, Juan E. Marcet

RESUMEN

La seguridad de circulación que todo camino debe garantizar con su diseño es un requisito de creciente importancia para la sociedad en su conjunto y para los entes viales en particular. En tal sentido, se valora especialmente que los caminos satisfagan la expectativa de los conductores de circular con seguridad y el mínimo esfuerzo mental.

En general el estudio de esas expectativas del conductor se basa en el análisis de la velocidad de operación a lo largo de un trazado y su posterior comparación con la velocidad de diseño utilizada. La variación de la velocidad de operación a lo largo de un camino está influenciada por el trazado, el ambiente y otros condicionantes particulares del individuo.

La distancia de visibilidad disponible a lo largo del camino es una variable que también afecta las expectativas del conductor y por lo tanto su velocidad de operación. Ella influye en la forma en que el conductor de un vehículo percibe la vía, su entorno inmediato y el tránsito, todo lo cual puede indicar la necesidad de ajustar su velocidad de circulación.

Un conductor debe tener disponible una cierta distancia de visibilidad que sea suficiente para realizar con seguridad las maniobras que él desee: frenar, sobrepasar o decidir respecto un determinado movimiento. Como mínimo cualquier camino debe asegurar al conductor una distancia de visibilidad de frenado suficiente como para detener el vehículo en cualquier punto del mismo ante un obstáculo que se presente frente a él. Además, el proyecto deberá ofrecer suficientes, en número y longitud, tramos de sobrepaso.

En este trabajo se presenta una herramienta que se ha incorporado al sistema de diseño asistido (EICG06) de la Escuela de Ingeniería de Caminos de Montaña que permite apreciar y conocer la distancia de visibilidad disponible en cada punto del eje del camino proyectado. Con ella también es posible identificar para todo punto del trazado el ángulo respecto de la tangente al eje del camino bajo el cual su eje desaparece de la visual del conductor; evaluar la distancia de visibilidad de frenado, la distancia disponible para el sobrepaso y el número de lugares posibles para efectuarlo. Evaluada la visibilidad del proyecto el ingeniero puede actuar en consecuencia, aceptando, modificando o mejorando el diseño del camino elaborado.

INTRODUCCIÓN

La seguridad en la circulación de los vehículos que todo camino debe garantizar con su diseño es un requisito de creciente importancia para la sociedad en su conjunto, como así también para los gobiernos en general y los entes viales en particular. En tal sentido, se valora especialmente que los caminos satisfagan la expectativa de los conductores de circular con seguridad y el mínimo esfuerzo mental.

Conducir un vehículo es esencialmente una tarea de proceso de información y de toma de decisiones. La geometría del camino que tiene ante sí, las condiciones geométricas que imagina que tendrán los próximos tramos a recorrer, y otros factores, tales como las condiciones del tránsito, el estado del tiempo, el ambiente que rodea al vehículo, los dispositivos de control de tránsito, etc., son los datos que el conductor utiliza para poder conducir. Los resultados del análisis de estos datos son las acciones de control que se traducen en las operaciones del vehículo. Estas operaciones se pueden observar y caracterizar mediante medidas sobre el tránsito, como son la velocidad de operación, el retiro lateral, la trayectoria, etc.

Para comprender cómo la geometría del camino influye en la operación del vehículo y la seguridad es preciso entender cómo la carga mental, expectativas y nivel de atención del conductor, afectan el procesamiento de la información que este realiza permanentemente.

Carga Mental

La demanda de procesamiento de información durante la tarea de manejo o conducción de un vehículo se asocia con la carga mental, la que se define como "la tasa de tiempo en que el conductor debe procesar una determinada cantidad de trabajo o tarea de conducción" (Messier et al., 1981). Para reducir la probabilidad de errores de velocidad y/o trayectoria durante la tarea de manejo, la demanda de carga mental no debería ser extremadamente alta como para exceder la capacidad de procesamiento de la información ni extremadamente baja como para inducir a la desatención en los conductores.

Los conductores reparten su capacidad de procesamiento de información destinada a la conducción, entre 3 tareas: control, guía y navegación. La geometría del camino actúa sobre la operación de guiado, es decir, de dirigir el vehículo a una velocidad apropiada a lo largo de la trayectoria definida por el camino.

Los conductores extraen la información desde el ambiente del camino para guiar el vehículo: información pertinente a la trayectoria direccional del camino e información relacionada con la posición relativa del vehículo a la trayectoria. De esta forma los conductores asignan cierta capacidad de procesamiento de información al guiado, en función de sus expectativas de acuerdo al camino que tienen ante sí, acción que le será impuesta sobre la carga mental.

Mientras mayor sea la demanda de carga mental estimada por el conductor, mayor será el nivel de atención que él asigne a esa tarea. La carga mental estimada por un determinado conductor varía en función de las características del vehículo, la velocidad del vehículo, el tránsito, iluminación ambiental, condiciones del tiempo y geometría del camino. Estas estimaciones también varían en función de la habilidad del conductor, expectativas, experiencias y estado fisiológico y psicológico.

Si un conductor subestima la demanda de carga mental en la tarea de guiado puede cometer errores en la adopción de una velocidad apropiada o en el seguimiento de una trayectoria adecuada, lo que posiblemente termine en accidentes.

La demanda de carga mental puede ser subestimada cuando: un conductor inexperto falla al reconocer ciertas características del camino que requieran mayor atención; un conductor experimentado espera una menor carga mental que la requerida; la habilidad en el procesamiento de información esté deteriorada; se distrae la atención del conductor debido a la interrupción de la corriente de información sobre la cual están basadas las proyecciones de la carga mental.

Los conductores administran la carga mental por guiado, en dos sentidos:

1. Aumentando su nivel de atención (asignando mayor capacidad de procesamiento de información) focalizándola en la geometría del camino, particularmente durante la circulación en curva.
2. Reduciendo la velocidad, disminuyendo así la tasa a la que reciben la información y aumentando el tiempo disponible para procesarla.

Ambas acciones requieren que el conductor reconozca la demanda de carga mental impuesta por el camino que tiene ante sí. El preciso reconocimiento se facilita incrementando en la medida de lo posible la distancia visual disponible para el conductor.

Expectativas

Los requerimientos de carga mental para procesar la tarea de conducción se incrementan a medida que la complejidad geométrica del camino aumenta, o a medida que el tiempo disponible para procesar una determinada cantidad de información disminuye debido al aumento en la velocidad y/o reducciones en la distancia de visibilidad. Por ello, las variaciones en la distancia de visibilidad que dispone el conductor para frenar, sobrepasar, circular, etc. modifican los requerimientos de carga mental en el conductor, aspecto determinante sobre su comportamiento y sobre sus expectativas.

Las expectativas influyen en el nivel de atención del conductor y, consecuentemente, en la tasa en la que el conductor procesa la información necesaria para desarrollar la tarea de conducción. La expectativa se puede definir como “una inclinación o tendencia a responder en forma adecuada a la situación del camino o tránsito basada en las experiencias previas”. Las expectativas representan las tendencias de los conductores a reaccionar a lo que ellos esperan en vez de lo que efectivamente ofrece la situación de camino o tránsito. (Fitzpatrick et al., 2000).

Las dos formas básicas de expectativas son: a priori y ad hoc. Las primeras son aquellas expectativas que los conductores poseen para la tarea de manejo a partir del registro de sus experiencias previas. Las características geométricas inusuales, de inusuales dimensiones, o características combinadas en forma inusual podrían alterar estas expectativas a priori. Las segundas son expectativas de corto plazo, que los conductores formulan durante un viaje particular sobre un camino particular. Ellas se generan a partir de prácticas sobre sitios específicos y situaciones encontradas en el tránsito. Las características geométricas cuyas dimensiones difieren significativamente de las encontradas inmediatamente antes pueden alterar las expectativas ad hoc.

Nivel de atención

El nivel de atención refiere a la proporción de la capacidad de proceso de información que el conductor asigna a la tarea de manejo. “Los conductores durante el manejo asignan suficiente atención para mantener el nivel de seguridad percibido”.

La mayoría de los caminos rurales poseen una demanda relativamente baja de carga mental por lo que a menudo los conductores prestan niveles de atención relativamente bajos.

Si la distancia de visibilidad para una característica inesperada es adecuada, los conductores deberían tener suficiente tiempo para aumentar su nivel de atención y procesar la información requerida a la tasa necesaria, a fin de seleccionar y completar la apropiada acción de control sobre vehículo. Si la distancia no es adecuada, algunos conductores no serán capaces de procesar la información requerida tan rápido como sea necesario. Aún con amplias distancias de visibilidad, la característica debe ser lo suficientemente reconocible como para provocar la atención en el conductor.

Consistencia en el diseño geométrico

Según la Real Academia Española la consistencia es la coherencia entre los elementos de un conjunto. Desde el punto de vista del diseño geométrico de un camino es la condición bajo la cual éste se encuentra en armonía con las expectativas de los conductores. Un alineamiento consistente es aquel que permite que la mayoría de los conductores conduzcan con seguridad a la velocidad deseada por ellos a lo largo del mismo. Un alineamiento inconsistente podría requerir en la mayoría de los conductores desacelerar desde su velocidad deseada para atravesar con seguridad ciertos elementos del diseño. Las inconsistencias geométricas demandan más atención que la típicamente requerida y, por esto, que lo que esperan los conductores. Las inconsistencias geométricas podrían alterar las expectativas a priori y/o ad hoc. Estas alteraciones resultan en una disparidad entre las expectativas de los conductores y los requerimientos de carga mental real. (Krammes et al., 1995).

Los conductores que reconocen esta disparidad aumentan su nivel de atención y ajustan su velocidad y/o recorrido. Los conductores que no registran la disparidad o quienes toman demasiado tiempo en reaccionar, podrían tomar velocidades y/o recorridos erróneos incrementando la probabilidad de accidentes. Por esto, los cambios abruptos en la velocidad o en el recorrido son manifestaciones comunes de altas y súbitas demandas de carga mental ocasionadas por las inconsistencias geométricas. Mejoras en la consistencia del diseño se logran disminuyendo las variaciones en la velocidad de operación a lo largo del camino y/o disminuyendo estas diferencias con respecto a la velocidad de diseño.

La variación de la velocidad de operación a lo largo de un camino está condicionada por el trazado, el ambiente y otros condicionantes particulares del individuo, tal como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1: Variables que determinan la velocidad de operación.

Velocidad de Operación	Condicionantes	Variables
	Del trazado	
		Sección transversal
		Visibilidad disponible
Del ambiente		Estabilidad
		Zonas laterales
		Tránsito
		Clima
		Día/noche
Del Individuo		Estado de atención
		Carga mental
		Otros

Adaptada de Echaveguren y Sáez, 2001.

Los diversos estudios tratan de relacionar las variables indicadas en la Tabla 1 con la velocidad de operación para elaborar “criterios de consistencia”. Zapata (2005) plantea **correlacionar la influencia de la distancia de visibilidad disponible y la velocidad de operación como criterio de consistencia en el diseño geométrico**.

La distancia de visibilidad disponible a lo largo del camino es una de las variables que también afecta las expectativas del conductor y por lo tanto su velocidad de operación. Ella influye en la forma en que el conductor de un vehículo percibe la vía, su entorno inmediato y el tránsito, y con ello la capacidad de ajustar su velocidad de circulación.

EVALUACIÓN DE LA DISTANCIA DE VISIBILIDAD

Un conductor debe tener disponible una cierta distancia de visibilidad que sea suficiente como para realizar con seguridad las maniobras que él desea: frenar, sobrepasar o decidir respecto un determinado movimiento. Como mínimo cualquier camino debe ofrecer al conductor una distancia de visibilidad de frenado suficiente como para detener el vehículo en cualquier punto del mismo ante la presencia de un obstáculo inesperado sobre la calzada. Además, un camino de dos trochas debe ofrecer suficientes tramos para realizar el sobrepaso, en número y longitud.

Este trabajo presenta una herramienta informática que permite apreciar y conocer la distancia de visibilidad disponible en cada punto del eje de un proyecto de camino. La misma se ha incorporado al sistema de diseño asistido (EICG06) de la Escuela de Ingeniería de Caminos de Montaña y funciona como un módulo que posibilita evaluar la calidad del alineamiento proyectado, desde los puntos de vista de expectativas del conductor y la consistencia del trazado. (Altamira y Marcet 2008).

El Sistema EICG06 es un software que permite el diseño geométrico asistido por computadora, que ostenta una notable versatilidad para realizar todas las rutinas del proyecto geométrico de un camino, como ser: la modelación tridimensional del terreno, el trazado de caminos de pendiente constante, el análisis de drenaje de los terrenos, la definición pormenorizada de la planimetría del trazado con diversas opciones para proyectar y modificar los elementos rectos y curvos que la constituyen, el proyecto de la rasante con una amplia variedad de posibilidades para optimizarla, la visualización simultánea de elementos de los trazados horizontal y vertical y de los perfiles transversales correspondientes, así como la visualización tridimensional -en perspectiva- del camino proyectado, una de sus prestaciones más originales.

El módulo de visibilidad del sistema que aquí se presenta permite elaborar un perfil de visibilidad disponible considerando la planimetría y la altimetría en forma conjunta, es decir en forma tridimensional, calculando espacialmente la distancia desde el ojo del conductor hasta el punto a partir del cual el eje del camino ya no es visible. Además el sistema determina el ángulo que posee ese segmento “visual” de visibilidad con respecto al eje del camino, según una proyección vertical. Estos cálculos se hacen punto a punto a lo largo del proyecto del camino y se construye un gráfico como el indicado en la Figura 1, para progresivas crecientes, aunque también es posible construirlo para las decrecientes.

Lectura y utilización del diagrama de visibilidad

El diagrama posee tres sectores. El principal en la parte superior se analiza para cada progresiva la visibilidad propiamente dicha, indicando mediante una línea blanca la distancia de visibilidad de frenado DVF y una magenta la distancia de visibilidad de sobrepaso DVS, ambas calculadas según

las normas de diseño de Ruhle. Además, con una línea gris se resalta la distancia de visibilidad disponible, es decir, la distancia que media entre la progresiva en cuestión y el punto del eje a partir del cual el camino deja de ser visible, en el sentido de avance en que se realiza el análisis.

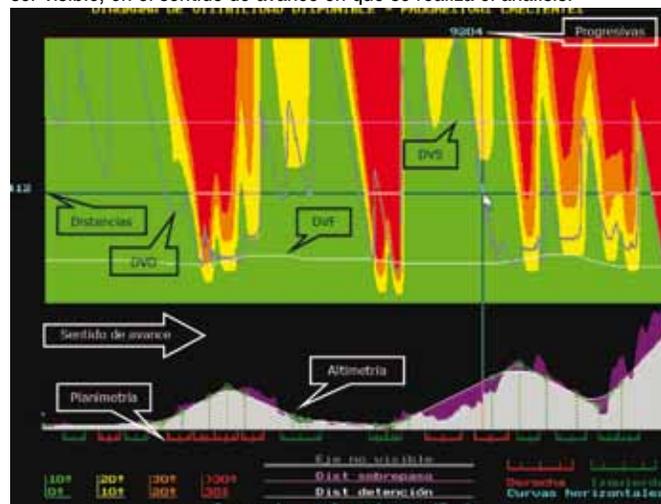


Figura 1: Diagrama de visibilidad disponible. Sistema EICAM.

La parte inferior del diagrama de visibilidad es informativa, en ella se indica el valor de los ángulos de visión del conductor, lo que se explica más adelante, y se hace referencia al color de las líneas de visibilidad y a la planimetría del proyecto. La parte intermedia representa un esquema de la altimetría del proyecto, con indicación de la rasante, las curvas verticales y el perfil del terreno. En ella se aprecian las secciones que están en desmonte y las que están en terraplén. También se muestra la planimetría en distintos colores según sean las curvas horizontales a la izquierda o la derecha. La lectura principal del diagrama se realiza sobre la parte superior. La lectura de la parte intermedia permite al proyectista determinar las razones de la visibilidad presentada en tal diagrama.

Desde la parte superior del diagrama se extrae toda la información respecto de la visibilidad del proyecto para cualquier progresiva y hasta la longitud que se desee evaluar. Esta longitud de evaluación la introduce el proyectista, y pueden ser 100, 500, 1.000 ó más metros. En general debería ser lo suficientemente extensa como para cubrir más allá de la distancia de visibilidad de sobrepaso del proyecto.

En abscisas se lee la progresiva, cuyo valor lo indica el diagrama en la parte superior del mismo, y en las ordenadas sobre la izquierda se lee la distancia que existe desde el punto donde se encuentra el observador hasta la distancia de visibilidad de frenado, la distancia de sobrepaso y la distancia de visibilidad disponible o donde el eje del camino desaparece.

Distancia de visibilidad de frenado DVF

La DVF se lee posicionando el cursor sobre la línea blanca, en el punto de intersección con la vertical que pasa por la progresiva que se desea evaluar, indicándose la DVF sobre el eje de las ordenadas en la parte izquierda del diagrama. En la Figura N° 2 la DVF en la progresiva 988 es de 160 m. Si además si se observa la altimetría para esa progresiva se puede determinar que la pendiente longitudinal del proyecto es cero, o muy cercano a ese valor. Obsérvese que la DVF se hace menor que 160 m para pendientes ascendentes y mayor para pendientes descendentes, debido al efecto de la pendiente longitudinal sobre la DVF

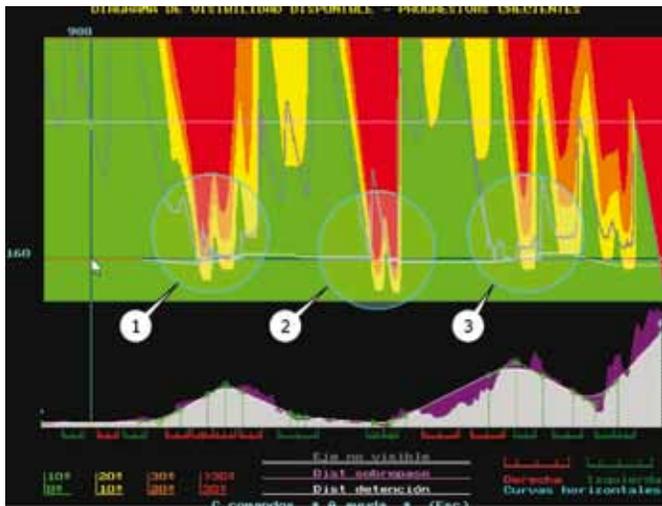


Figura 2: Distancia de visibilidad de frenado. Sistema EICAM.

Distancia de visibilidad de sobrepaso DVS

Esta distancia se muestra en el diagrama mediante una línea de color magenta. Esta longitud es constante para todo el proyecto, y para el caso de estos ejemplos vale 680 m.

Distancia de visibilidad disponible DVD

La DVD se indica en el diagrama con una línea de color gris. De acuerdo con la geometría del proyecto: planimetría - sección transversal - altimetría, el eje del mismo desaparecerá / aparecerá ante los ojos del conductor a distancias variables según sea la progresiva considerada. Esta distancia vale 412 m en la progresiva 9204 según se observa en la Figura N° 1. Los puntos del eje que para esa progresiva están más de los 412 m, el conductor no puede verlos pues hay pérdida del trazado.

Desde el punto de vista de la seguridad, todo proyecto debe asegurar a los conductores una distancia de visibilidad mayor o igual a la de frenado. Bajo este concepto la línea de DVD no puede estar por debajo de la línea DVF. Si se observa la Figura N° 2 existen al menos tres lugares en el ejemplo que se analiza donde sucede esto y por lo tanto el proyecto en esas zonas debería modificarse. Si el proyectista desea determinar las causas que provocan esa disminución en la visibilidad por debajo de la DVF puede observar, en el detalle de la altimetría - planimetría, que bajo esos puntos existen curvas horizontales y/o verticales que podrían ser las causantes. En estos casos el proyectista también puede evaluar las vistas desde el camino que entrega el Sistema con una perspectiva como la que se muestra en la Figura N° 3.

En la Figura N° 3 se observa para la progresiva 10430, que la pérdida de trazado se produce pues el conductor se encuentra a la salida de una curva vertical convexa sobre una curva horizontal a la izquierda y sección transversal en desmonte. A partir del análisis de estas causas posibles el proyectista podrá elaborar distintas soluciones para eliminar este defecto.

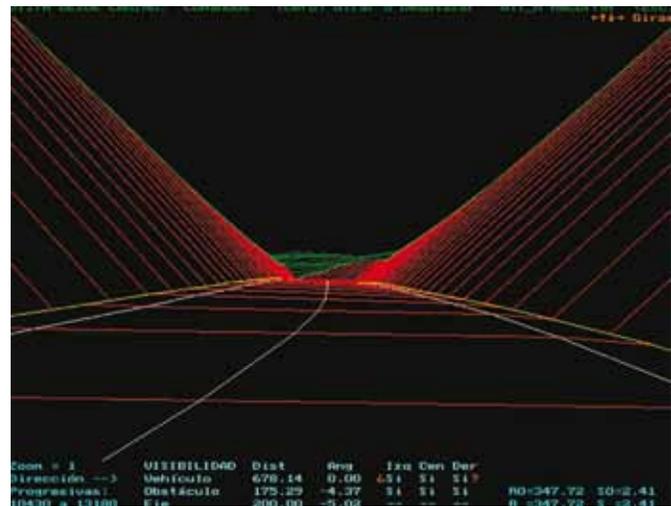


Figura 3: Pérdida del trazado prog. 10430.

Ángulos de visibilidad

Las decisiones y acciones del conductor dependen de lo que le transmiten sus sentidos. En orden de importancia, los sentidos más utilizados son:

1. visual (vista)
2. cenestésico (movimientos)
3. vestibular (equilibrio)
4. auditivo (oidos)

La información visual llega al conductor a través de un cierto cono de visión. Sobre él las imágenes se concentran en una pequeña área del ojo cerca del centro de la retina, en donde la percepción visual es más aguda la que, según distintos autores, está dentro de un ángulo central de alrededor de 3°. Para la mayoría de las personas la agudeza visual es razonablemente nítida dentro de un ángulo cónico de hasta 10° y satisfactoria hasta un ángulo de 20°. Más allá de esos límites, la visión de una persona tiende a ser difusa. Un conductor aumenta la cantidad de información visual recibida girando la cabeza y moviendo sus ojos. Es sabido que a medida que la velocidad aumenta el cono de visión clara disminuye pues el centro de atención visual del conductor se concentra y se hace menor.



Figura N° 4: Ángulos de visión del conductor.

Para tener en cuenta las características de la visión del conductor el sistema permite considerar tres rangos de ángulos de visibilidad aproximados, como se indican en la Figura N° 5: α_1 para la visión clara ($< 5^\circ$), α_2 para la satisfactoria ($< 10^\circ$) y α_3 para el límite de visibilidad ($\approx 30^\circ$).

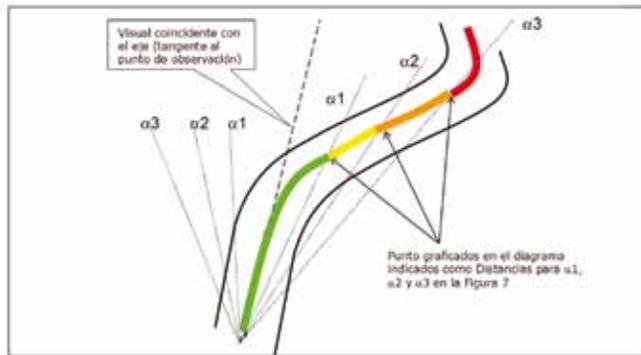


Figura N° 5: Detalle de los ángulos de visibilidad y colores dispuestos en el diagrama.

Los rangos se indican además en diferentes colores: verde para la visión clara, amarillo para la satisfactoria y naranja hasta el límite de visibilidad. Se aplica el color rojo para un ángulo más allá del límite de visibilidad. La indicación de estos ángulos en el diagrama permite al proyectista determinar si el tramo de camino hacia delante está en recta (o aproximadamente en recta) o en curva. Esto se determina observando en qué color, es decir bajo cuál ángulo de visión se ubica el punto de la línea de la DVF, de la DVS o de la DVD. Esta información posee la utilidad que se comenta en el punto siguiente.

Evaluación de la distancia de visibilidad disponible, de frenado y de sobrepaso

En este apartado se utilizan distintos ejemplos para mostrar la utilización del diagrama de visibilidad. Supóngase en este caso el ejemplo presentado en la Figura N° 6 en donde se desea realizar la evaluación de la visibilidad para la progresiva 2080. A lo largo de la línea vertical que marca el cursor del Mouse, en los puntos ① ② y ③ se leen los siguientes valores sobre las ordenadas:

- ① DVF = 160 m según el proyecto y ángulo visual menor a 5° (zona verde).
- ② DVS = 680 m según el proyecto y ángulo visual menor a 5° (zona verde).
- ③ DVD = 860 m según lo que indica el diagrama y ángulo visual menor a 5° (zona verde).

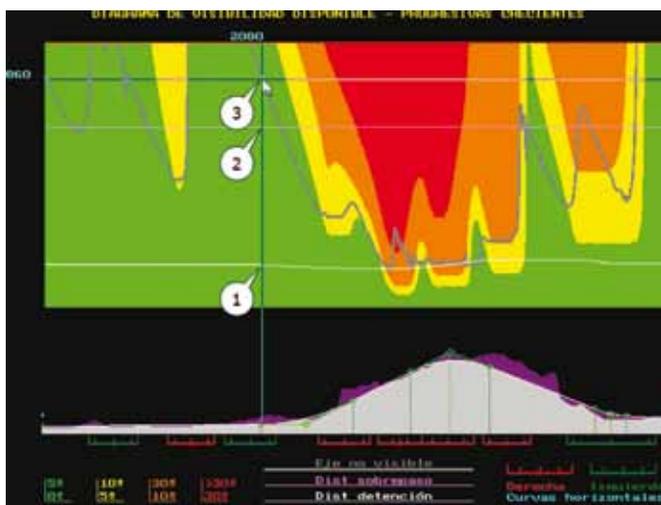


Figura N° 6: Diagrama de visibilidad prog. 2080.

De acuerdo a estos datos se puede concluir para esa progresiva que:
a) Un conductor dispone de una visibilidad DVD de 860 m. Como está dentro de una zona verde ($< 5^\circ$), el tramo de camino está en recta, o aproximadamente en recta.

b) Como la DVF es menor a la DVD » Un conductor dispone en ese punto de la distancia de visibilidad mínima requerida para detener su vehículo cuando circula a la velocidad directriz (se satisface la condición de mínima seguridad). Al estar en la zona verde, esta visual se produce en un tramo de camino recto o casi recto ($< 5^\circ$).

c) Como la DVS es menor a la DVD » Un conductor dispone en ese punto de la distancia de visibilidad requerida para sobrepasar. Al estar en la zona verde esta visual se produce en un tramo de camino recto o casi recto ($< 5^\circ$), es decir si el tramo fuese definitivamente recto un conductor podría sobrepasar si tuviera que hacerlo.

Determinar si el tramo de camino es recto o no se puede constatar observando la planimetría – altimetría ubicada en la parte inmediatamente debajo del diagrama de visibilidad. En la planimetría se observa que el vehículo está casi al final de la parte circular de una curva, luego viene la espira y posteriormente la parte recta. Pero también se puede ver que se está ingresando a una curva vertical cóncava. Para que el proyectista concluya finalmente sobre la visibilidad que el camino brinda el sistema propone la perspectiva de la Figura N° 7 para esa progresiva.

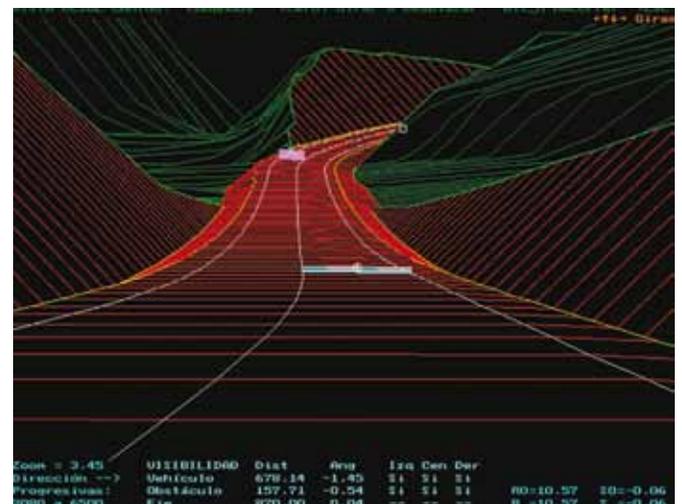


Figura N° 7: Perspectiva desde la prog. 2080.

En la perspectiva se indican los tres puntos de referencia que muestra el diagrama de visibilidad:

1. En la trocha derecha una barra horizontal de color celeste ubicada a la DVF;
2. En la trocha opuesta una cruz de San Andrés sobre un rectángulo rosado a la DVS; y
3. Sobre el eje un cuadrado de color blanco a la DVD donde desaparece el eje.

Tales distancias con sus ángulos respecto de la tangente al eje se indican también en la perspectiva, en las notaciones de la parte inferior bajo el título "Visibilidad" denominadas "obstáculo", "vehículo" y "eje", respectivamente. Además se puede observar que:

- El tramo es recto bajo una curva cóncava.
- El camino es completamente visible más allá de la distancia de sobrepaso.

- La visibilidad también abarca la DVF.
- El camino desaparece hacia la derecha.
- El corte en el terreno natural – contratural- otorga al conductor “guiado visual” en donde el eje ha dejado de ser visible.

Supóngase ahora el caso de la Figura N° 8 para la progresiva 1268, donde se leen sobre las ordenadas los siguientes valores:

- ① DVF = 160 m según el proyecto y ángulo visual menor a 5° (zona verde).
- ② DVS = 680 m según el proyecto y ángulo visual entre a 5° y 10° (zona amarilla).
- ③ DVD = 476 m según lo que indica el diagrama y ángulo visual de 5° (límite entre zona verde y zona amarilla).

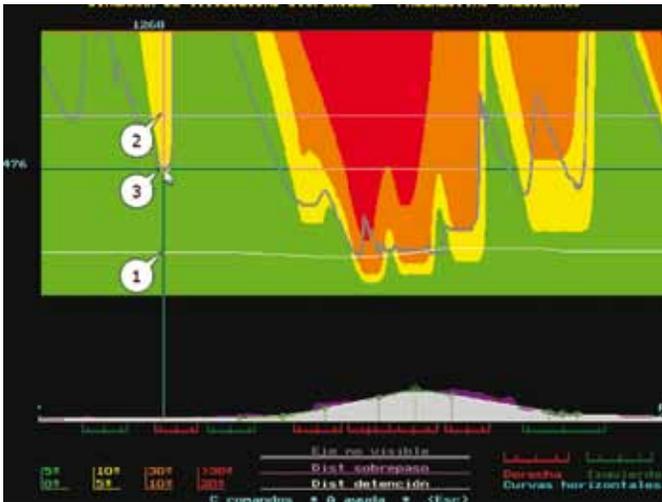


Figura N° 8: Diagrama de visibilidad prog. 1268.

- De acuerdo con esos valores se puede concluir para la prog. 1268 que:
- a) Un conductor dispone de una visibilidad DVD de 476 m. Esta visual está bajo un ángulo de 5°, límite entre la zona verde y la amarilla. El tramo está en una curva.
 - b) Como la DVF es menor a la DVD » Un conductor dispone de la distancia de visibilidad mínima para detener su vehículo cuando circula a la velocidad directriz. Al estar en la zona verde esta visual se produce en un tramo recto o casi recto (< 5°).
 - c) Como la DVS es mayor a la DVD » Un conductor no tiene disponible una distancia de visibilidad como para sobrepasar. Si se observa la planimetría se aprecia que el vehículo ingresa a una curva a la derecha.

La perspectiva en esa progresiva se muestra en la Figura N° 9 en donde se aprecian los tres puntos de referencia y además:

- El tramo es curvo, no se puede sobrepasar.
- El eje del camino desaparece antes de la distancia de sobrepaso.
- Hay visibilidad para el frenado.
- El camino desaparece hacia la derecha, aunque luego reaparecer.
- Hay pérdida del trazado pero también existe guiado visual que ayuda a interpretar cómo discurre el camino.

Véase el caso La Figura N° 10 presenta el caso de la progresiva 5135, donde se leen los valores:

- ① DVF = 160 m según el proyecto y ángulo menor a 5° (zona verde).
- ② DVS = 680 m según el proyecto y ángulo entre a 10° y 30° (zona naranja).
- ③ DVD = 756 m y ángulo entre a 10° y 30° (zona naranja).

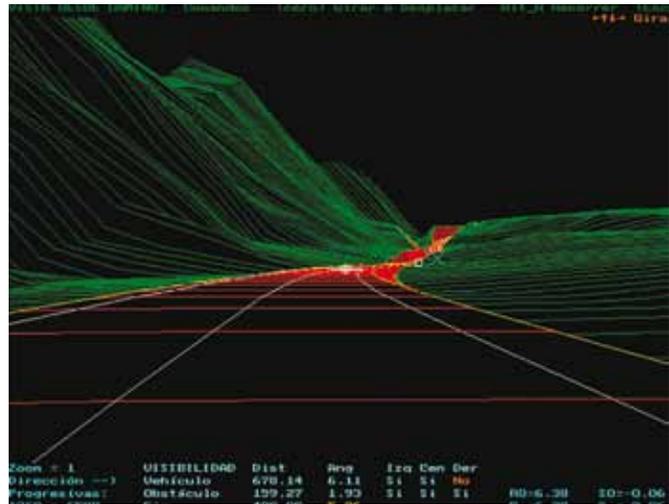


Figura N° 9: Perspectiva desde la prog. 1260.

De acuerdo a esto se puede concluir para esa sección que:

- a) Un conductor dispone de una visibilidad DVD de 756 m. Esta visual está bajo un ángulo mayor a 10° (zona naranja). El tramo está en una curva pronunciada.

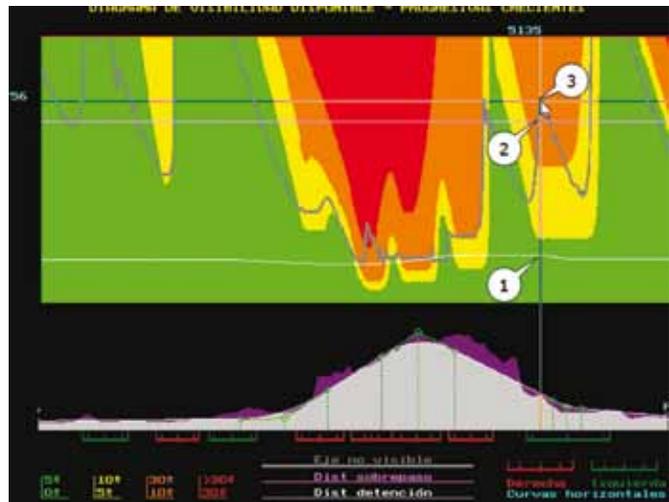


Figura N° 10: Diagrama de visibilidad prog. 5135.

- b) Como la DVF es menor a la DVD » Un conductor dispone de la distancia de visibilidad requerida para detener su vehículo cuando circula a la velocidad directriz. Como además está en la zona verde está en un tramo recto o casi recto (< 5°).
- c) Como la DVS es menor a la DVD » Un conductor posee disponible una distancia de visibilidad mayor a la requerida para sobrepasar. Pero en este caso se encuentra en la zona naranja, es decir en curva pronunciada, por lo tanto un conductor no podría sobrepasar. La planimetría indica que el vehículo se encuentra ingresando a una curva horizontal a la izquierda.

La perspectiva en esa progresiva se muestra en la Figura N° 11, en donde:

- El tramo es curvo pronunciado a la izquierda.
- El camino desaparece hacia la izquierda.
- El eje del camino desaparece después de la distancia de sobrepaso.
- Hay visibilidad hasta la distancia de frenado.

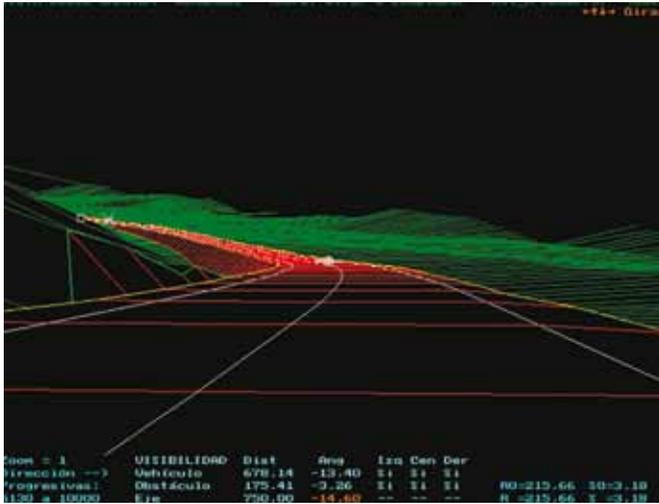


Figura N° 11: Perspectiva desde la prog. 5130.

Evaluación de la distancia disponible con visibilidad de sobrepaso

Según se ha visto, en el diagrama de visibilidad se puede evaluar para cada progresiva la distancia de visibilidad disponible, de frenado y de sobrepaso y en forma aproximada el ángulo de la visual respecto del eje del camino hacia donde se cada una de estas se producen. También es posible determinar dónde se produce una pérdida del trazado y cómo discurre el camino hacia delante, si hay elementos de guiado visual.

Desde el diagrama de visibilidad igualmente es posible calcular a lo largo de qué longitud se tiene disponible la distancia de visibilidad de sobrepaso. Obsérvese el diagrama de la Figura N° 12: en ella se observan seis lugares posibles para sobrepasar pues la DVD es mayor que la DVS. No obstante hay que verificar si esa longitud es en recta. La Tabla N° 1 indica el detalle de cálculo para cada uno de los casos enumerados en la figura N° 12.

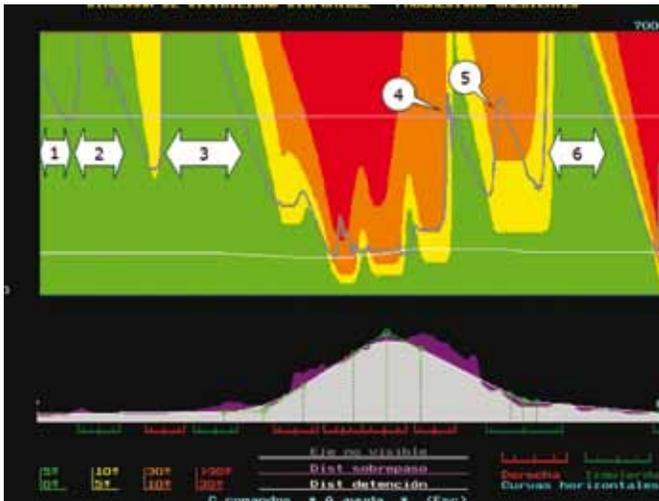


Figura N° 12: Diagrama de visibilidad tramo prog. 0,00 – 7.000,00.

Lugar	Prog. Inicial	Prog. Final	Zona	Longitud con sobrepaso disponible	Tramo
1	0	268	Verde	268 m	Verificar si es recto
2	373	980	Verde	607 m	Verificar si es recto
3	1353	2252	Verde	899 m	Verificar si es recto
4	4550	4590	Amarilla	40 m	Curvo
5	5110	5215	Naranja	105 m	Curvo
6	5647	6340	Verde	693 m	Verificar si es recto

Tabla N° 1: Determinación de la longitud con sobrepaso posible.

La longitud disponible para sobrepasar se determina por diferencia, entre las progresivas inicial y final, determinadas en el gráfico de visibilidad, para los lugares en donde la DVD sea mayor que la DVS. Para decidir si es posible sobrepasar en esa longitud es necesario verificar que el tramo esté en recta.

CONCLUSIONES

La visualización tridimensional del proyecto.

El sistema EICG06 aquí comentado posee, como se ha expresado, un módulo especial que proporciona las vistas en perspectiva del proyecto, desde la posición del conductor (o desde cualquier otro punto del espacio), para cualquier progresiva del alineamiento.

Esta prestación fue durante muchos años una capacidad largamente esperada por los tratadistas de diseño geométrico de caminos, ya que se adjudicaba a la dificultad de imaginar o dibujar artesanalmente las perspectivas del proyecto elaborado la escasa atención que recibían aspectos importantes del diseño como la apariencia y continuidad visual del alineamiento, la coordinación planialtimétrica y la consistencia o coherencia del trazado.

La mera inspección visual de las perspectivas del proyecto elaborado que posibilita este módulo de vistas del proyecto, es ya una herramienta formidable para pulir y mejorar los diseños en los aspectos mencionados. El proyectista puede por esta vía anticiparse a las sensaciones visuales que el camino terminado le provocará al conductor cuando efectivamente lo recorra; el proyectista experimenta anticipadamente y en "carne propia" cualquier configuración geométrica que será fuente de pobre apariencia, incertidumbre, equívocos o excesiva carga mental en el proceso real de conducción.

La determinación de las distancias de visibilidad.

El proceso de identificación de los tramos de un proyecto que ofrecen suficiente distancia para el sobrepaso, por ejemplo, requiere que se analicen separadamente la planta y la altimetría, y luego se combinen para seleccionar los sectores que garantizan esa distancia tanto en planta como en alzado. En el módulo que se acaba de presentar, esa determinación se hace simultáneamente, porque se apoya en la capacidad del sistema de representar el diseño en forma espacial, y en la consideración conjunta de la planimetría, la rasante y la configuración de los sectores contiguos a la calzada que pueden afectar la visibilidad, como los contrataludes de desmonte.

La posibilidad de examinar las distancias de visibilidad que informa el sistema está asegurada por la inmediata observación de la vista tridimensional del proyecto desde la progresiva analizada, lo que enriquece la evaluación que desea hacer el proyectista.

Por otro lado, la capacidad del sistema de informarle en todo momento al proyectista – mediante una convención de colores – la magnitud del ángulo bajo el cual deja de ser visible el eje del camino para una progresiva dada, es un elemento útil para juzgar, en forma indirecta, la carga mental que solicitará al conductor en su proceso de conducción. Un camino con elevada sinuosidad, en donde el conductor debe girar frecuentemente su cabeza – no ya sus ojos – para identificar el punto donde se pierde el trazado, es un camino que obliga prestar una atención muy importante

a quien lo recorre. Por el contrario, cuando el eje del camino deja de ser visible para ángulos pequeños, el conductor tomará nota de esos cambios sin mayor esfuerzo, ya que sus ojos se moverán dentro de un estrecho como visual de “visión descansada”. Ese camino seguramente proporcionará abundantes distancias de sobrepaso, ya que las curvaturas del mismo serán suficientemente generosas.

TAREAS FUTURAS

La herramienta que aquí se ha presentado es susceptible de aprovechamientos ulteriores que se encuentran en vías de desarrollo. Así como en la literatura técnica existen índices que califican la calidad de un diseño geométrico según sea la variación de cambio de dirección o curvatura ($^{\circ}/\text{km}$) acumulada para una dada longitud de camino, o que evalúan la consistencia de su diseño según la magnitud de las variaciones de velocidad de operación a lo largo del mismo, de modo similar se está buscando encontrar la forma de utilizar la distancia de visibilidad disponible (DVD) para calificar la bondad de un trazado. Se parte de una equivalencia esencial: los tramos rectilíneos o suavemente curvos de un trazado alientan la adopción de velocidades de operación elevadas, que pueden superar largamente la velocidad de diseño del camino. La intercalación - sin mayores transiciones - de curvas muy restrictivas obliga al conductor a ajustar fuertemente su velocidad de recorrido, contrariando sensiblemente sus expectativas. De la misma manera, si un trazado ofrece distancias de visibilidad disponibles (DVD) generosas, el ingreso - sin mayores transiciones - a un sector contiguo que exhiba DVD apenas superiores a las de frenado (DVF) obligará a cambios repentinos y por lo tanto potencialmente peligrosos tanto de la velocidad de operación como de la carga mental ocupada en el proceso de conducción. Se está procurando encontrar índices o calificadores que cumplan - para la distancia de visibilidad disponible - roles similares a los utilizados en el análisis de los perfiles de velocidad de operación. ♦

BIBLIOGRAFÍA

Altamira, A. L. y Marcet, J. E. Aplicabilidad del sistema EICG05 a la evaluación de la consistencia y la coordinación planialtimétrica del diseño geométrico de caminos rurales. Informe Final. 2008. Proyectos de Investigación y Creación 21V 556. Programación 2006-2007. Universidad Nacional de San Juan. Argentina.

Altamira, A. L., Graffigna, A. B., Marcet, J. E. Herramienta para la Evaluación del Diseño Geométrico de Caminos Rurales. “I Congreso Ibero-Americano de Seguridad Vial”. 28 al 30 de mayo de 2008. San José. Costa Rica.

Altamira, A. L., Marcet, J. E., Graffigna, A. B. Evaluación de la Consistencia del Diseño Geométrico de Caminos. Seminario 2009 de la Ingeniería Civil. 20 al 24 de abril de 2009. Dpto. de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de San Juan.

Echaveguren Navarro, T. y Saez Cardenas, J. 2001. Indicadores de consistencia en el diseño geométrico de carreteras. Xº Congreso de Ingeniería de Transportes. Octubre de 2001. Concepción. Chile pp 315 - 327.

Fitzpatrick, K., Elefteriadou, L., Harwood, D. W., Collins, J. M., McFadden, J., Anderson, I. B., Krammes, R. A., Irizarry, N., Parma, K. D., Bauer, K. M. y Passetti, K. Speed Prediction For Two-Lane Rural Highways. Department of Transportation. Federal Highway Administration. FHWA-RD-99-171. 2000. Washington D.C., USA.

Krammes, R. A., Brackett, R. Q., Shafer, M. A., Ottesen, J. L., Anderson, I. B., Fink, K. L., Collins, K. M., Pendleton, O. J., y Messer, C. J. Horizontal Alignment Design Consistency for Rural Two-Lane Highways. Publicación N° FHWA - RD - 94 - 034. January 1995.

Messer, C. J., Mounce, J. M. y Brackett. Highway Geometric Design Consistency Related to Driver Expectancy. Reports N° FHWA/RD-81/035/036/037. Washington, DC: Federal Highway Administration. 1981.

Rulhe, F. O. G. 1967. Normas de Diseño Geométrico de Caminos Rurales. Dirección Nacional de Vialidad, Dirección General de Estudios y Proyectos, Trazado y Obras Básicas.

Zapata Iturra, J. 2005. Proposición de un criterio de consistencia basado en la visibilidad. Informe de memoria de título para optar al título de Ingeniero Civil, Departamento de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción. Concepción, Chile. 163 pp.



CHEDIACK

UNA PRESENCIA PERMANENTE EN LA CONSTRUCCIÓN
Y CONSERVACIÓN DE LOS CAMINOS ARGENTINOS



La Línea más completa de productos para SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

MATERIALES TERMOPLÁSTICOS (Aplicación en caliente)
PINTURA ACRÍLICA PARA REFLECTORIZAR (Aplicación en frío)
MATERIAL TERMOPLÁSTICO PREFORMADO PARA SEÑALIZACIÓN



INFORMACIÓN Y ASESORAMIENTO

CRISTACOL S.A. | Callao 1430 (B1768AGL) Ciudad Madero
Provincia de Buenos Aires | República Argentina
Te.: +54 11 4442-1423 / 1424 Fax: +54 11 4442-1158
Email: sales@cristacol.com.ar | www.cristacol.com.ar



Dirección de Vialidad Provincia de Buenos Aires

vialidad@vialidad.gba.gov.ar

www.vialidad.gba.gov.ar

0800-222-3822 (DVBA)



Desde siempre,
al servicio de los Habitantes y la Producción

Hoy



CONTROLES Y TOLERANCIAS PARA BASES DE ESTABILIZADO RECICLADAS

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA DVBA

Artículo publicado en el Periódico El Constructor.

Continuamos analizando la base de estabilizado granular con material reciclado, de acuerdo con las condiciones licitatorias del ente vial bonaerense, y que hemos venido desarrollando en las ediciones de noviembre y diciembre de 2011.

Para el control de la densidad en obra se moldearán previamente en laboratorio probetas de estabilizado con incorporación del porcentaje de ligante especificado. En este ensayo de densidad se utilizan los moldes y la energía de compactación, correspondiente a Proctor Modificado (Aasho T 180). Se debe trabajar por puntos separados, estacionándose las mezclas, previamente a su compactación en el molde, un lapso de tiempo igual al transcurrido en el camino entre la adición del ligante y la finalización de la compactación.

De este ensayo se determina el PUVS máximo y la humedad óptima. En obras se exigirá como mínimo un 98% del PUVS máximo obtenido en laboratorio.

Se efectuarán determinaciones de densidad de la capa compactada y perfilada a razón de un mínimo de 3 por cada 100 metros lineales y alternativamente en el centro, borde izquierdo y borde derecho del ancho del tramo, definiéndose cada tramo como la longitud de base constituida en forma continua dentro del plazo máximo de tiempo establecido. Dichas determinaciones se realizarán dentro de las 24 horas de finalizadas las operaciones de compactación y perfilado en el correspondiente tramo.

Los tramos de cien metros de longitud que no cumplan con el porcentaje mínimo promedio del 100% del PUVS máximo serán aceptados con descuentos hasta un valor promedio mínimo del 96 por ciento. El descuento (D) se efectuará en los tramos que correspondan sobre las cantidades medidas para el presente ítem. A tal efecto se aplica la siguiente expresión:

- $D = 0,20 \times P$, siendo P el precio unitario del contrato
Se admitirá en una probeta individual un PUVS mínimo del 94% del PUVS máximo obtenido en laboratorio, siempre que se verifiquen en el tramo los valores promedios de densidad

precedentemente establecidos. De no cumplirse los requisitos de densidad exigidos, el contratista deberá reconstruir el tramo sin percibir pago adicional alguno.

ESPESOR

Se controla juntamente con la determinación de densidades y a razón de un mínimo de tres verificaciones cada cien metros lineales, alternativamente en el centro, borde izquierdo y borde derecho del ancho del tramo.

El tramo de 100 metros se considerará aceptable cuando el espesor promedio tenga una variación que no exceda el 10% respecto del espesor de proyecto y las mediciones individuales no difieran en más o en menos del 20% respecto del espesor teórico de proyecto.

Todo tramo con espesor en defecto, que no cumpla con los requerimientos exigidos, será reconstruido totalmente o podrá ser compensado el espesor con el de las capas superiores, a criterio de la DVBA, no percibiendo el contratista pago adicional alguno. No se reconocerá sobreprecio en los tramos con espesores promedios mayores que los de proyecto, aceptándose siempre que cumplan con las condiciones de calidad especificados y que la cota final resultante del pavimento no afecte las condiciones de drenaje previstas para la obra. Caso contrario deben reconstruirse en todo el espesor, por cuenta y riesgo del contratista.

HOMOGENEIDAD

Se realizará un control de resistencia como método para medir indirectamente la homogeneidad de la mezcla. Para ello debe obtenerse previamente la resistencia a compresión confinada de la mezcla prevista, con el porcentaje de ligante de proyecto, moldeando estáticamente en laboratorio probetas cilíndricas de 10 cm de diámetro por 12 cm de altura al 98% de PUVS máximo y 100% de humedad óptima obtenida según lo descripto.

La mezcla de los agregados RAP, agregado pétreo virgen, suelo y ligante, con el contenido óptimo de humedad será tamizado por la criba de 3/4. Las probetas se moldearán con el material que pasa la criba 3/4 descartándose el retenido. El moldeo de las probetas con esta mezcla de

laboratorio se realiza previo estacionamiento del material durante un lapso de tiempo igual al transcurrido entre la adición del ligante en el camino y el moldeo de las probetas con material mezclado in situ tal, como se indica en los párrafos siguientes. Las probetas se ensayarán a compresión simple luego de 7 días de curado húmedo y una hora de inmersión en agua, a una velocidad de formación de 0,5 mm/minuto.

Para la mezcla moldeada con material mezclado in situ en igualdad de condiciones que la anterior, con material ya procesado y previo su compactación en obra, a igual tiempo y procedimiento de curado, se exigirá una resistencia mínima del 80% de la lograda con la mezcla de laboratorio.

El número de probetas será como mínimo de tres por cada cien metros lineales, extraídas alternativamente en el centro, borde izquierdo y bordo derecho del ancho de calzada. De no cumplirse el requerimiento de resistencia (homogeneidad) exigida, el contratista deberá reconstruir el tramo sin percibir pago adicional alguno.

GRANULOMETRÍA

Se realizará un control granulométrico juntamente con el de resistencia. Para ello deberá obtenerse previamente la granulometría de la mezcla prevista, con el porcentaje de ligante de proyecto. La granulometría de esta mezcla de laboratorio se realizará previo estacionamiento del material durante un lapso de tiempo igual al transcurrido entre la adición del ligante en el camino y la realización del ensayo granulométrico con el material mezclado in situ.

La granulometría del este último estará en igualdad de condiciones que la anterior con material ya procesado y previo a su compactación en obra, debiendo cumplir con la granulometría de la mezcla de laboratorio con las tolerancias que se indican en el cuadro 1, manteniéndose siempre dentro de los límites indicados.

De no cumplirse con lo establecido, el contratista podrá corregir la granulometría siempre que no se sobrepase el límite de seis horas indicado entre la adición de ligante y la finalización de la compactación. De no poder corregir la mezcla en el plazo antes estipulado deberá reconstruir el tramo sin percibir pago adicional alguno.

FORMA DE MEDICIÓN

La unidad de medida de este ítem es el metro cuadrado de base de estabilizado granular con material reciclado del pavimento existente (RAP), suelo seleccionado, ligante hidráulico y/o material pétreo virgen, colocado y compacta en el camino, incluyendo trituración de capa asfáltica, la incorporación de suelo seleccionado, el material pétreo virgen y el ligante hasta lograr la granulometría requerida, provisión, carga, descarga y transporte de todos los materiales; mezclado de material granular, suelo seleccionado y ligante en las dosificaciones establecidas, distribución de la mezcla, transporte, provisión y aplicación de agua para riego, riego imprimación con emulsión bituminosa (incluyendo la provisión de materiales) y compactación; mano de obra; transporte interno, conservación hasta la ejecución de la capa superior y toda la tarea adicional necesaria de acuerdo con las especificaciones.

SISTEMAS DE CONTRATACIÓN

Las obras que licita la provincia de Buenos Aires se registrarán por algunos de los sistemas que a continuación se definen, o su combinación:

TAMIZ DE APERTURA CUADRADA	TOLERANCIA
3/4 "	+/- 15%
3/8 "	+/- 15%
Nº 4	+/- 15%
Nº 10	+/- 10%
Nº 40	+/- 10%
Nº 200	+/- 7%

Relación de finos:

Pasa tamiz 74 µm (Nº 200)

= 0,45 a 0,75

Pasa tamiz 420 µm (Nº 40)

Cuadro 1. Tolerancia de la granulometría de la mezcla de laboratorio

- Precios unitarios: se aplicarán los del oferente a las cantidades a ejecutar por cada ítem, según cómputo de repartición contenido en el pliego correspondiente, debiendo cotizarse la totalidad de los ítems. Se expresarán en letras y números teniendo validez, en caso de discordancia, los expresados en letras.
- Ajuste alzado: el proponente ofertará un monto total que surgirá de sus propios cómputos y análogos de precios por el que deberá realizar la obra conforme a la documentación del pliego y

de manera que cumpla los fines para los cuales ha sido prevista, reconociéndose solamente los reajustes por variaciones de precios, cualquiera sea la cantidad de obra ejecutada realmente. En caso de discordancia entre el monto total y el valor resultante de aplicar el porcentaje de aumento o disminución cotizado respecto al presupuesto oficial, prevalece el primero de ellos.

- A costo y costas: el oferente deberá establecer los porcentajes a aplicar en carácter de: gastos generales, gastos financieros y beneficios. ♦



SISTEMAS DE DEFENSAS METÁLICAS

Compuestas por defensas(*), postes, alas terminales y accesorios según normas y planos tipo de la DVN.

*con certificación conjunta de IRAM INTI.



CAÑOS CORRUGADOS HEL-COR HC68

Los caños de acero cuarrugado galvanizado HC68 con una cobertura de 610gr/m2 de zinc en ambas caras y costura helicoidal continua tipo "Lockseam", según normas y planos de tipo DNV.



Los productos de Staco Argentina tienen el respaldo internacional de Armco Staco líder en producto viales



No me mates

RESPETÁ LAS VELOCIDADES MÁXIMAS.

El 50% de las familias que mueren en siniestros viales se debe a conductores que exceden las velocidades máximas.



Agencia Nacional de Seguridad Vial
MINISTERIO DEL INTERIOR

ARGENTINA
UN PAIS CON BUENA GENTE



Presidencia de la Nación

DIRECCIÓN PROVINCIAL DE VIALIDAD



...POR EL BUEN CAMINO



Sede Central: Río Grande - Tierra del Fuego

Pedro Giacchino N° 6915 Ex-Campamento YPF

Mail: dpv0003@infovia.com.ar

T.E. 02964-443034/035/039