

HACIENDO LO QUE HAY QUE HACER.

# Estamos transformando 2.800 km de rutas en autopistas.



📍 *Au RN 8 Pilar-Pergamino, Provincia de Buenos Aires.*

VIALIDAD  
NACIONAL



Ministerio de Transporte  
Presidencia de la Nación



#### **JUNTA EJECUTIVA**

Presidente: **Ing. GUILLERMO CABANA**

Vicepresidente 1º: **Ing. NICOLÁS M. BERRETTA**

Vicepresidente 2º: **Lic. MIGUEL ÁNGEL SALVIA**

Vicepresidente 3º: **Ing. JORGE W. ORDOÑEZ**

Secretario: **Sr. M. ENRIQUE ROMERO**

Prosecretario: **Ing. ROBERTO LOREDO**

Tesorero: **Sr. NÉSTOR FITTIPALDI**

Protesorero: **Ing. MIGUEL MARCONI**

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

Director de Actividades Técnicas: **Ing. JAVIER BENATUIL**

Director de Capacitación: **Ing. NORBERTO CERUTTI**

Director de Difusión: **Ing. JORGE SANTOS**

Director Ejecutivo: **Ing. ANÍBAL AGOSTINELLI**

Director de RRH y Comunicaciones: **Lic. FEDERICO ANDREON**

# STAFF



#### **CARRETERAS**

Año LXI - Número 227  
Octubre de 2017

Director Editor Responsable:  
**ING. GUILLERMO CABANA**

Diseño y Diagramación:  
**ILITIA GRUPO CREATIVO**  
ilitia.com.ar

Impresión:  
**GALT S.A.**  
www.galtprinting.com  
Ayolas 494 (C1159AAB)  
C.A.B.A. - Argentina

[info@aacarreteras.org.ar](mailto:info@aacarreteras.org.ar)  
[www.aacarreteras.org.ar](http://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**  
Dirección, redacción y administración:  
Paseo Colón 823, 6º y 7º Piso (1063)  
Buenos Aires, Argentina.  
Tel./fax: 4362-0898 / 1957



#### **INSTITUCIONAL**

**Aniversario de la AAC**

**pág. 10**



#### **ENTREVISTA**

**Guillermo Dietrich**

**pág. 14**

# ÍNDICE



Editorial	04	TRABAJOS TÉCNICOS	
Próximos Eventos	08	.....	
Aniversario de la AAC	10	01. Plan Estratégico de Movilidad para el Gran Rosario	63
Entrevista Guillermo Dietrich	14	02. Validación de un Modelo Micromecánico de Estimación del Módulo Dinámico de Mezclas Asfálticas	70
• Autopistas en ejecución en todo el país	18	03. Evolución de Criterios de Factibilidad Económica de Obras Viales	78
Jornadas de Actualización Técnica en Puentes	20	04. Determinación de 'Puntos Negros' de Siniestralidad en las Autopistas de la Ciudad de Buenos Aires	92
Ciclo de Conferencias AIPCR/PIARC - AAC	25	.....	
Movilidad Urbana: Tres proyectos eliminan barreras en CABA	29	DIVULGACIÓN	
Caminos Escolares Seguros	34	.....	
La ANSV Brinda Educación Vial en las Escuelas	36	05. Carreteras adaptadas a la población que envejece	100
FADEEAC Presentó su Propuesta Técnica Vehicular	38	.....	
La AUC celebró su 30° Aniversario	42		
Conferencia "Big Data para la Movilidad"	45		
La Red Transafricana de Carreteras	47		
Breves	56		



NACIONAL

*Ciclo de Conferencias AIPCR/PIARC-AAC*

*pág. 25*



CARRETERAS EN EL MUNDO

*La Red Transafricana de Carreteras*

*pág. 47*



*Ing. Guillermo Cabana*  
Presidente de la Asociación  
Argentina de Carreteras

*Editorial*

## Inversión y Planificación PARA LOS CAMINOS DE NUESTRO PAÍS

*Cuando llegue esta revista a sus manos ya habrá pasado un nuevo Día del Camino. Una vez más habremos celebrado esa fecha tan cercana a todos nosotros.*

**R**ecordamos tiempos en los que no había mucho que festejar; épocas en las que la actividad vial se había reducido a un mínimo inaceptable; años en los que -siguiendo recetas económicas- la variable de ajuste fue la obra pública, ignorando el poder multiplicador de la inversión en transporte y las necesidades básicas de un país, que para crecer necesita producir pero también ser eficiente en la logística y el transporte, parte fundamental de la ecuación de rentabilidad de cualquier empresa. Tema tan evidente y tan difícil de hacer comprender a algunos políticos y economistas.

**La inversión en caminos es eso, inversión.** No es gasto, es inversión. Y una inversión altamente rentable.

Inversión que, al dar mejor transitabilidad, reduce costos de transporte. Y al reducir costos de transporte, suma hectáreas para actividades productivas.

Hoy asistimos esperanzados al despe-

gue de un plan vial ambicioso, que además tiende a mejorar las condiciones de seguridad de nuestras rutas.

No nos engañemos. Tenemos mucho que mejorar.

Hemos hecho mucho, es cierto, pero aún falta mucho más por hacer para atender a las necesidades actuales y sobre todo a las futuras, ya que en materia de transporte el óptimo es como el horizonte, un lugar inalcanzable.

Falta mucho por hacer, verdad, pero estamos por el buen camino.

Debemos trabajar arduamente para mejorar nuestra planificación, tarea indelegable del Estado. Tarea que nunca debió haber abandonado.

Debemos trabajar mucho para mejorar nuestros proyectos; como todos bien sabemos, son el mejor método para que una obra se ejecute en tiempo y forma. Para ello debemos apelar razonable-



mente a todas las fuerzas: la de los profesionales de nuestras reparticiones públicas y la de las firmas consultoras con años de experiencia en la generación de propuestas. Es necesario el compromiso del sector público y del sector privado en pos de mejores obras cada día.

Al fundarse esta asociación, nuestra red caminera era de menos de 3.000 kilómetros pavimentados. La década del '60 la vio crecer en forma vertiginosa y luego ese crecimiento se sostuvo, hasta totalizar hoy más de 80.000 kilómetros de caminos pavimentados, de los cuales unos 2.800 son caminos con más de dos carriles de circulación.

Vamos por la buena senda. Pero debemos redoblar esfuerzos y apelar a todos los recursos posibles para poder brindar un servicio eficiente en la totalidad de las redes, incluyendo los caminos rurales, que hoy son los más necesitados de atención. Venimos bregando por esa atención desde hace muchos años, y hemos logrado que hoy estos caminos rurales sean motivo de consideración por parte de autori-

dades provinciales y nacionales, que han llegado a comprender que el tema del transporte es un tema global, que va desde la tranquera del campo más alejado hasta el puerto o la fábrica.

El sistema de transporte como un todo requiere de planificación adecuada, de forma tal que los recursos -muchas veces escasos- sean aplicados racionalmente donde sea necesario, para mejorar la competitividad de nuestra economía.

Y estamos trabajando en eso, con las autoridades del **Ministerio de Transporte de la Nación**, buscando cuál es la mejor forma de encarar el problema de esos caminos de bajo volumen de tránsito, pero de alta incidencia en el costo de transporte.

Por otra parte, y en el sector de más alto tránsito de la red, estamos asistiendo a una nueva generación de contratos de concesiones. Amparadas en la nueva **Ley de Participación Público-Privada**, las nuevas concesiones son una esperanza para una readequación importante de nuestra red caminera.

*La inversión en caminos es eso, inversión.*

*No es gasto, es inversión.*

*Y una inversión altamente rentable.*



Vamos por el buen camino.  
Pero debemos redoblar  
esfuerzos y apelar a todos  
los recursos posibles para  
poder brindar un servicio  
eficiente en la totalidad  
de las redes...

Desde hace años insistimos en que los contratos de control por resultados en manos de un operador privado son un medio idóneo para atender la red vial en condiciones satisfactorias. Y creemos que esta es una buena iniciativa, que sumada a los sistemas **C.Re.Ma.** para otros segmentos de la red vial, dará una adecuada respuesta a las necesidades de los usuarios de los caminos de nuestro país.

Planificación, proyectos adecuados y control eficiente hacen a una buena obra terminada en tiempo y forma. Y esto requiere de la acción coordinada de todos.

Invito a los funcionarios de las reparticiones oficiales, a los profesionales de la actividad pública, a quienes forman parte de las firmas consultoras y de las empresas constructoras, a trabajar

mancomunadamente con responsabilidad y pasión por esta tarea común.

*Para que el año próximo tengamos muchas más obras para celebrar y muchos más premios para reconocer el esfuerzo de todos.*

*Son todos hechos auspiciosos, que nos llenan de esperanza y nos impulsan a seguir trabajando cada día **Por Más y Mejores Caminos.***

**Ing. Guillermo Cabana**

*Presidente de la Asociación  
Argentina de Carreteras*



Ser consecuentes con nuestra historia.  
Transitar el mejor camino, para construir  
el mejor futuro. Este es nuestro desafío.

Oficinas Buenos Aires  
Florida 547 piso 16 cp1005-Argentina  
Te.54 11 5238 3100 / 5411 4322 6088

Sede Central Corrientes  
Córdoba 300 cp 3400-Argentina  
Te. 54 3794 478100



**JCR S.A.**  
[www.jcrsa.com.ar](http://www.jcrsa.com.ar)



**CHEDIACK**

*Una presencia permanente en la construcción y  
mantenimiento de las rutas argentinas*



# Próximos Eventos

## 24º CONGRESO MUNDIAL SOBRE SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE

29 de octubre al 2 de noviembre  
Montreal, Canadá  
[www.itsworldcongress2017.org](http://www.itsworldcongress2017.org)



Es organizado por ITS América en conjunto con ITS Canadá y co-organizado por ITS Europa e ITS Asia-Pacífico. Este evento reunirá a líderes mundiales en transporte inteligente para mostrar y evaluar los últimos conceptos innovadores, prototipos activos y sistemas. Ofrecerá, además, conocer tecnologías de vanguardia y programas educativos presentados por expertos en transporte inteligente de todo el mundo. Los documentos abordarán temas técnicos, así como los aspectos institucionales, empresariales y económicos de los sistemas inteligentes de transporte y apoyo. El programa educativo también contará con documentos científicos completos, centrados en la investigación y la beca, así como sesiones de interés especial. Un punto culminante del evento será el Pabellón de Ciudades Inteligentes. Como sección designada del salón de exposiciones, el Pabellón destacará ciudades inteligentes de todo el mundo, para continuar con la discusión y el debate sobre cómo las políticas pueden marcar el futuro de la movilidad integrada, cómo el transporte se está moviendo al centro de la "Internet de las Cosas" y cómo las soluciones tecnológicas están cambiando las ciudades.

### DIRIGIDO A:

Académicos, investigadores, empresarios, inversionistas, profesionales y técnicos relacionados con el desarrollo de sistemas ITS.

## XIX CONGRESO NACIONAL DE CARRETERAS Y DESARROLLO VIAL

2 y 3 de noviembre de 2017  
Lima, Perú  
[asociacionperuanadecarreteras.com](http://asociacionperuanadecarreteras.com)

La Asociación Peruana de Carreteras organiza la 19ª edición del Congreso Nacional de Carreteras y Desarrollo Vial del Perú, con el objetivo de contribuir al intercambio de experiencias y conocimientos en el marco de una integración multidisciplinaria que favorezca la investigación e innovación en tecnología, para un mejor desarrollo de la infraestructura vial.

El congreso se desarrollará durante los días 2 y 3 de noviembre de 2017 en Plaza del Bosque Hotel, en la ciudad de Lima, capital de Perú.

Dentro del evento se desarrollarán conferencias y exposiciones que siguen las líneas de investigación en carreteras, ferrovías, aeropuertos y puertos. El temario incluirá estudios, diseño y construcción, supervisión y concesiones, entre otros.

### DIRIGIDO A:

Funcionarios públicos nacionales, regionales y municipales, autoridades de transporte público, empresas de construcción e ingeniería, concesionarias de carretera, distribuidores, agentes y comerciantes de equipo de tránsito y estacionamiento, operadores de transporte público y privado.



## SIMPOSIO DE LA RED ACADÉMICA DE SEGURIDAD VIAL

7 de noviembre de 2017  
Ciudad Autónoma de Bs.As., Argentina  
[www.seguridadvial.gob.ar](http://www.seguridadvial.gob.ar)



El 7 de noviembre se llevará a cabo el Simposio de la Red Académica de la Agencia Nacional de Seguridad Vial, que tiene como objetivo fomentar el contacto entre todos los actores involucrados a nivel nacional e internacional e impulsar la investigación en seguridad vial como una temática importante a tratar.

Dentro del mismo se desarrollarán conferencias a cargo de referentes internacionales que siguen líneas de investigación en Seguridad Vial y la presentación de las investigaciones ganadoras del Concurso de Desarrollo en Seguridad Vial.

### DIRIGIDO A:

Todos los investigadores o grupos de investigación, especialistas, profesionales y agentes del estado de diversas disciplinas que trabajan la problemática de inseguridad vial en el país que busquen o generen el aporte científico y teórico que se necesita para abordar esta temática.

## Conozca y participe de los próximos eventos nacionales e internacionales

### ENCUENTRO NACIONAL DEL OBSERVATORIO VIAL (ENOV)

8 y 10 de noviembre  
Ciudad Autónoma de Bs.As., Argentina  
[www.seguridadvial.gov.ar](http://www.seguridadvial.gov.ar)

Los días 8 y 9 de noviembre se llevará a cabo el Encuentro Nacional del Observatorio Vial (ENOV) que es el organismo dentro de la Agencia Nacional de Seguridad Vial dedicado a analizar e investigar los actos y hechos vinculados con el entramado vial, su entorno, estructura y los usuarios de las vías públicas. Dentro del encuentro se expondrán los logros y desafíos del Observatorio como ente generador de información principal en materia de Seguridad Vial. En este escenario se incluirán conferencias especiales de invitados internacionales, con espacio al debate y preguntas que llevarán a conocer el trabajo del Observatorio Vial.

El programa técnico del segundo día tiene como objetivo el desafío de la comunicación en la Seguridad Vial a través de diferentes metodologías de recolección de datos y procesamientos para la base de una buena información. Por otro lado se llevarán a cabo talleres que generen la comunicación de los actores presentes como un trabajo dinámico en diversos roles de trabajo.

#### DIRIGIDO A:

*Funcionarios públicos, agentes del estado, autoridades del transporte, salud, infraestructura y seguridad, investigadores, técnicos y profesionales en la seguridad vial.*



### XI CONGRESO DE LA VIALIDAD URUGUAYA

8 al 10 de noviembre  
Montevideo, Uruguay  
[www.auc.com.uy](http://www.auc.com.uy)



La Asociación Uruguaya de Caminos invita a todas aquellas personas vinculadas con el sector vial y transporte a participar del 11º Congreso de la Vialidad Uruguaya, con el objetivo de intercambiar información y experiencias acerca de nuevas tecnologías y técnicas de trabajo a nivel nacional y regional, promover el desarrollo de nuevos procedimientos y divulgar los trabajos técnicos presentados en el congreso.

Como ya es tradicional, el congreso se llevará a cabo en la Sala de Conferencias del Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU), un lugar excelente para la organización de este tipo de eventos.

El programa técnico incluirá conferencias especiales y la presentación de los trabajos e investigaciones aceptadas por el Comité de Asuntos Técnicos bajo cinco ejes temáticos: Transporte, Movilidad, Logística e ITS; Pavimentos y Proyectos Viales; Estructuras; Gestión y Mantenimiento Vial; Seguridad Vial.

#### DIRIGIDO A:

*Autoridades, profesionales, técnicos y expertos de los ámbitos público y privado relacionados con el quehacer vial. Funcionarios públicos, consultores, contratistas, supervisores de obras, proveedores de materiales, equipos y maquinarias, académicos e investigadores.*

### XIX CONGRESO ÍBEROLATINOAMERICANO DEL ASFALTO - CILA 2017

27 al 30 de noviembre de 2017  
Medellín, Colombia  
[www.cila2017.com](http://www.cila2017.com)

La celebración del CILA se ha convertido para la ingeniería de vías de los países ibero-latinoamericanos en un encuentro necesario para el intercambio de experiencias, en especial para dar a conocer los adelantos tecnológicos que permitan mejorar sus propiedades y su aplicación en la construcción de obras con nuevos materiales, nuevos procesos y mostrar diversas tecnologías que puedan contribuir al desarrollo del sector para hacerlo más productivo y competitivo.

Las vías para transporte terrestre son decisivas en el desarrollo de las regiones y en Iberoamérica, en particular en Latinoamérica, esta necesidad es muy sentida, dado que, en promedio, más del 50% de su infraestructura vial -en especial la de bajo tránsito- se encuentra sin pavimentar y en mal estado.

En su versión XIX, Colombia ha sido seleccionada como el país sede para el Congreso Ibero-latinoamericano del Asfalto y Medellín, la ciudad más innovadora del mundo en el año 2013, está preparada para servir de anfitriona.

En este escenario, los expertos invitados darán a conocer las nuevas técnicas que se vienen desarrollando para optimizar el uso del ligante asfáltico y demás materiales, con el fin de contribuir al mejoramiento de la infraestructura vial.

#### DIRIGIDO A:

*Técnicos y profesionales de la industria del asfalto, empresas constructoras, reparticiones viales, proveedores de equipos, investigadores y laboratoristas de la comunidad académica y de grupos de investigación.*



## Aniversario de la Asociación Argentina de Carreteras

# 65° AÑOS TRABAJANDO POR MÁS Y MEJORES CAMINOS

La Asociación Argentina de Carreteras cumplió el 21 de julio sus primeros 65 años de vida y lo celebró con la realización de un cóctel en su Salón Auditorio.

El encuentro por el 65º aniversario se llevó a cabo el pasado miércoles 2 de agosto y contó con la participación de **Guillermo Dietrich**, ministro de Transporte de la Nación; **Gustavo Weiss**, presidente de la Cámara Argentina de la Construcción; **Daniel Indart**, presidente de Federación Argentina de Entidades Empresarias del Autotransporte de Cargas (FADEEAC); **Alfredo Severi**, presidente de la Cámara Argentina de Consultoras de Ingeniería (CADECI), y otras autoridades vinculadas al sector vial, además de socios, representantes de empresas asociadas y profesionales relacionados con la actividad vial y del transporte.

La noche tuvo como eje recorrer estos **65 años de historia de la entidad**, recordar el espíritu de su fundación y pensar, a través de esos ideales, la proyección de la asociación hacia el futuro.

La bienvenida estuvo a cargo de **Guillermo Cabana**, presidente de la Asociación Argentina de Carreteras, quien agradeció a todos los presentes y aseguró: *“hoy es un día muy especial para nosotros, por eso no voy a hablar de todo lo que hemos hecho en estos 65 años. Hoy, la idea es dedicarle este encuentro a la reflexión y al recuerdo de nuestros fundadores y de ese modo renovar nuestro compromiso con la sociedad”*.

En ese sentido, Cabana reflexionó: *“al igual que creyeron los fundadores de esta entidad, creo que tenemos una misión por cumplir. Una misión que hoy requiere, como hace 65 años, el compromiso y trabajo conjunto del sector público y el privado”*. E invitó a todos los presentes a *“asumir ese compromiso y renovar los esfuerzos, para que todos juntos seamos capaces de darle a nuestra patria y a nuestros compatriotas los caminos que merecen y requieren”*.

Cabana recordó a algunos de los ex-presidentes y autoridades de la entidad en su historia y concluyó: *“juntos, y con el espíritu de nuestra fundación, los invito una vez más a trabajar por más y mejores caminos”*.

Luego de las palabras del presidente de la **Asociación Argentina de Carreteras**, se proyectó un video sobre los avances en la construcción de la autopista sobre la Ruta Nacional N°8, en el tramo Pilar-Pergamino, realizado por el Ministerio de Transporte de la Nación.

Tras ello, el ministro **Dietrich** se dirigió a todos los presentes y aseguró que el sector vial está *“frente a un tremendo desafío, que es la esperanza de toda esa gente que tantas veces se ilusionó y desilusionó por las promesas de obras*



*no concretadas, y que ahora está viendo algo distinto”*. Y agregó: *“de la misma forma en que ese grupo de personas que fundó esta asociación hace 65 años lo hizo pensando en pavimentar nuestro país, ahora nos toca a todos nosotros el enorme desafío de hacer miles de kilómetros de autopistas en todo nuestro territorio, duplicando las existentes”*. En ese sentido, el ministro destacó que *“hoy hay casi 1300 kilómetros de autopistas en construcción y otros más de 1000 kilómetros de rutas en pavimentación. Y lo vemos en los números récord de asfalto vial y en el 20% de crecimiento del cemento con respecto a 2016”*.

**Dietrich** agradeció el esfuerzo que todo el sector vial está realizando no solo en las obras que hay en marcha, sino también en las inversiones en equipamientos, maquinarias y nuevos puestos de trabajo que demuestran *“que confían en el camino que emprendió el gobierno”*. Y concluyó: *“sigamos trabajando juntos por este desafío fundamental para el crecimiento de los argentinos y pensemos, cada vez que hacemos algo, en la ilusión y la realidad de la gente”*.



Este **65º aniversario** contó, además, con la realización de un homenaje especial a **Hugo Badariotti**, quien fuera vicepresidente segundo de la entidad hasta su fallecimiento, ocurrido el año pasado. Como una forma de agradecimiento a la invaluable tarea por él realizada para el desarrollo y crecimiento de la **AAC**, se bautizó el **Salón Auditorio** con su nombre y se descubrió una placa conmemorativa, ante la presencia de sus familiares y amigos más cercanos.

*En el marco de este evento se proyectó un video que recorre los 65 años de historia de la entidad a través de fotos de sus expresidentes y de las 226 tapas de la revista Carreteras.*



Dada la importancia de la fecha, la **Cámara Argentina de la Construcción** y la **Cámara Argentina de Consultoras de Ingeniería (CADECI)** entregaron sendas placas conmemorativas a la **Asociación Argentina de Carreteras** por sus **65 años de historia**.

Luego, como se realiza tradicionalmente, se hizo la entrega de la distinción a aquellos socios que cumplieron **30 años en apoyo de la institución**. En esta oportunidad, fue distinguida la Cámara Argentina de Empresas Viales, que estuvo representada por su presidente, Rodolfo Perales.

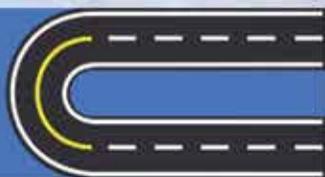


Además, en línea con la idea del encuentro de rescatar la rica historia de la asociación en estos 65 años, se reconoció la trayectoria de los expresidentes de la AAC **Néstor Alesso** y **Rafael Balcells**, con la entrega de un diploma y un presente a sus hijos, Néstor Alesso (h), José María Balcells y Ana Balcells, especialmente invitados para la ocasión.

Como cierre de la noche, **Guillermo Cabana** encabezó el brindis junto a los presentes, invitándolos a todos a seguir trabajando para fortalecer el crecimiento de la **Asociación Argentina de Carreteras**, y para lograr que más y mejores caminos para nuestro país sea una realidad. •



*La noche tuvo como eje recorrer estos 65 años de historia de la entidad, recordar el espíritu de su fundación y pensar, a través de esos ideales, la proyección de la asociación hacia el futuro.*



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

**50 años**  
haciendo caminos más seguros



**SEÑALIZACION VERTICAL**

Fabricante Homologado de Señales **3M**  
Delineadores Deletables  
Señales Turísticas  
Hitos de Arista

**DEMARCACION HORIZONTAL**

Spray / Línea Vibrante  
Línea para Lluvia  
Bandas Óptico Sonoras  
Preformadas  
Tachas Reflectivas

**CONSERVACION VIAL**

Microaglomerado en Frio  
Material para Bacheo en Frio  
Defensas Metálicas Certificadas  
Amortiguadores de Impacto  
Terminales Deletables

Mendoza 1674 / Avellaneda / Te.: 011-4135-7200 / [ventas@cleanosol.com.ar](mailto:ventas@cleanosol.com.ar)

una compañía de **ENNIS-FLINT**



TECNOLOGÍA PARA  
**SEÑALIZACIÓN  
HORIZONTAL**



**ENNIS-FLINT**



**Termovial**



**Lumicot**



**LumiFlex**



**Primex**



**Dirección:**  
Callao 1430 - Villa Madero  
(B1768AGL) Bs. As. Argentina.

**Correo electrónico:**  
[ventas@crystalcol.com.ar](mailto:ventas@crystalcol.com.ar)  
[sales@crystalcol.com.ar](mailto:sales@crystalcol.com.ar)

**Teléfonos:**  
Tel: (54) (11) 4442-1423  
Fax: (54) (11) 4442-1158

# “La Puesta en Marcha del Plan Vial Federal YA ESTÁ TRANSFORMANDO LA INFRAESTRUCTURA EN TODO EL PAÍS”



*Guillermo Dietrich, ministro de Transporte de la Nación, cuenta en esta entrevista con la Revista Carreteras todas las actividades que están llevando adelante desde su cartera y los planes a futuro para el sector del transporte en la Argentina.*

**Revista Carreteras: ¿Qué balance hace de este tiempo que lleva de gestión como ministro?**

**Guillermo Dietrich:** Desde que asumimos, impulsamos un cambio de rumbo en el país y un año y medio después estamos demostrando que es real y concreto. Luchamos contra la cartelización en la obra pública, fomentamos las inversiones extranjeras y, sobre todo, cumplimos.

Estamos haciendo las obras que la gente necesita para tener una mejor calidad de vida. Hoy se ven las máquinas en las rutas que antes eran "de la muerte" y ahora se están convirtiendo en rutas de la esperanza. Los vecinos del conurbano bonaerense ven que después de años de abandono hoy salen de su casa y la calle que siempre fue de tierra está siendo pavimentada.

El Plan Nacional de Transporte está en plena ejecución. Las empresas, nacionales e internacionales, volvieron a participar de la obra pública porque ven que los cambios que implementamos son reales, cumplimos con lo que prometemos y poco a

poco la Argentina está volviendo a generar la confianza perdida luego de años de corrupción.

**R.C.: El transporte público de pasajeros mejoró sustancialmente en las regiones urbanas con los sistemas de priorización (tipo Metrobus) y la implementación de la SUBE. ¿Planean seguir extendiendo estos sistemas a todo el país?**

**Dietrich:** Una de las apuestas de este gobierno es al transporte público porque es el más democrático que existe. Estamos llevando soluciones de movilidad como la implementación de Metrobus a cada vez más ciudades del país, para que viajar en colectivo sea cada vez más rápido, cómodo y seguro. En lo que va de la gestión ya inauguramos tres nuevos corredores, en Santa Fe, Rosario y La Matanza. Estamos construyendo el segundo Metrobus del conurbano bonaerense, en la Ruta Provincial 8, que impactará en los municipios de Tres de Febrero y San Martín, y el primer Metrobus patagónico en la ciudad de Neuquén. Tenemos también proyectos para Morón, Mar del Plata, Corrientes, Quilmes, Lanús, Córdoba.

En el área metropolitana de Buenos Aires además de Metrobus estamos mejorando infraestructura básica, pavimentando calles que son de tierra por las que circulan los colectivos y haciendo reformas integrales -ampliación de calzada, bacheos, obras hidráulicas, nueva señalización, nuevos refugios- en siete corredores principales: Ruta 8 -atravesando los partidos de Pilar, José C. Paz, Malvinas Argentinas y San Miguel-, Camino Gral Belgrano y Av. Calchaquí -en Quilmes-, Ruta 234 -en Pilar-, Av. Remedios de Escalada y Calle Tte. Juan D. Perón -en Lanús- y en Av. Rivadavia, atravesando los partidos de La Matanza, Morón y Tres de Febrero.

SUBE es otro ejemplo de cómo estamos mejorando el transporte público. Ya sumamos 20 localidades nuevas donde funciona el sistema, acercando sus ventajas cada vez a más argentinos. No se trata de modernizar y facilitar el pago, sino de llevar el beneficio de la Tarifa Social Federal que permite acceder al descuento del 55 % del valor del boleto para aquellas personas que más lo necesitan: jubilados, pensionados, excombatientes de la Guerra de Malvinas, personal de trabajo doméstico, beneficiarios de la Asignación Universal por Hijo, Asignación por Embarazo, Progresar, Argentina Trabaja y Ellas Hacen, Monotributo Social y Pensiones No Contributivas.

**R.C.:** ¿Cómo es el estado de avance del plan vial en el que están trabajando a través de Vialidad Nacional? ¿Qué obras se finalizarán durante este año y cuál es el plan de acción para Vialidad Nacional en los próximos dos años?

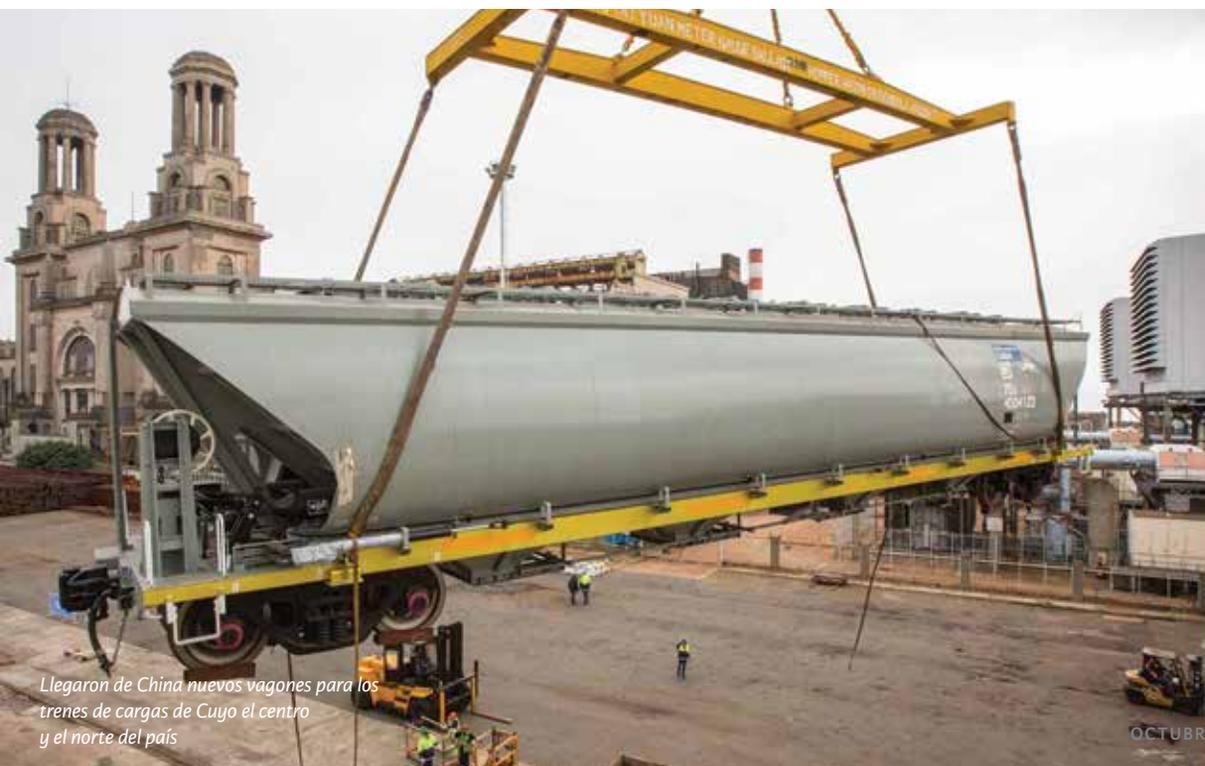
**Dietrich:** De los 2.800 km de autopistas previstos dentro del Plan Vial Federal para 2019, 1.200 ya se encuentran en ejecución y 200 ya los hemos finalizado. Además, hay 1.000 kilómetros de pavimentaciones y más de 10.000 kilómetros de

rehabilitaciones en ejecución en todo el país y para fin de año tendremos 15.000 km de rutas intervenidas, entre autopistas, pavimentaciones, repavimentaciones, rehabilitaciones, puentes y obras especiales.

Entre las autopistas que tenemos en ejecución, tenemos la AU 8 entre Pilar y Pergamino, el bypass a Luján sobre la RN5, la AU RN7 Luján – Junín, en Buenos Aires; dos tramos de la AU RN34 Rosario – Sunchales en Santa Fe; la AU RN11 en Formosa, la primera de la provincia; la AU RN 12 entre Posadas y Santa Ana en Misiones; la AU RN3 Comodoro Rivadavia – Caleta Olivia, en Chubut; por nombrar algunas. Estamos modernizando la infraestructura vial en todo el país, lo que genera trabajo, seguridad vial y desarrollo económico en todas las regiones.

En materia vial, la puesta en marcha del Plan Vial Federal ya está transformando la infraestructura en todo el país. Se están repavimentando rutas abandonadas hace años, construyendo autopistas donde el caudal del tránsito desde hace años demandaba hacerlas, mejorando cruces, puentes, rehabilitando rutas; estamos haciendo las obras que se necesitan para modernizar la estructura carretera de todo el país.

*"Una de las apuestas de este gobierno es al transporte público porque es el más democrático que existe"*



Llegaron de China nuevos vagones para los trenes de cargas de Cuyo el centro y el norte del país



Cano, Dietrich y Lemos recibieron en el puerto nuevos vagones para el tren de cargas



## PLAN VIAL FEDERAL 2016 - 2019 OBRAS EN EJECUCIÓN Y OBRAS TERMINADAS



**R.C.:** A principios de este año se prorrogaron las concesiones viales por un año ¿Cuál es la política en materia de concesiones y peajes para el futuro?

**Dietrich:** Estamos trabajando en un nuevo sistema de concesiones viales que se licitará a través del recurso de Participación Público Privada (PPP) en la segunda mitad de este año. A partir del nuevo sistema, 6.900 km de corredores serán intervenidos con obras de mejoras, ya sea repavimentaciones, ensanches, 1.300 km de autopistas y 3.000 km de rutas seguras -ensanches de calzada, pavimentación de banquetas, obras de seguridad en cruces -. La inversión en los primeros cuatro años será de aproximadamente \$ 140.000.000.000, en gran proporción de parte de privados.

La aplicación del mecanismo de licitación por PPP en los corredores viales sentará un precedente para futuras obras de interés nacional como es la mejora de la infraestructura vial del país. Son obras que mejoran la calidad de vida de todos los argentinos y llevan desarrollo económico a todo el país.

**R.C.:** ¿Qué avances se han obtenido en este tiempo en el sector ferroviario y aerocomercial? ¿Qué planes tienen en relación con las obras necesarias para transformar la matriz de transporte del país, mayoritariamente carretero, en los próximos años?

**Dietrich:** La red ferroviaria argentina ha sufrido décadas de abandono. Por eso pusimos en marcha la mayor inversión en infraestructura ferroviaria del último siglo para los trenes del área metropolitana de Buenos Aires: 14.000 millones de dólares en los próximos seis años.

El plan incluye la electrificación de líneas férreas, la instalación de frenos automáticos en todos los trenes, la modernización integral de sistemas eléctricos, vías y señalamiento, la compra de material rodante, tres nuevos viaductos, pasos bajo nivel y el soterramiento del tren Sarmiento, que une Buenos Aires con la zona oeste de la ciudad.

Todas estas obras se desarrollan con vistas a la ejecución de la Red de Expresos Regionales (RER), que a través de 20 kilómetros de túneles y nuevas estaciones subterráneas en la Ciudad de Buenos Aires permitirá que más de 800 kilómetros de vías estén interconectadas entre sí. Las obras beneficiarán a más de 10 millones de personas, para pasar de 1,1 millones de pasajeros diarios a 4 millones.

También estamos reactivando los trenes de carga, para que el tren vuelva a hacer una opción de transporte para los productores del interior del país, bajando los costos logísticos y potenciando las economías regionales. Ya empezamos con la rehabilitación integral de 1.600 kilómetros de vías en el Belgrano Cargas, que une las provincias del noroeste con los puertos de exportación de la zona central; y tenemos proyectado reactivar otros 1.500 kilómetros en el San Martín Cargas

(desde Mendoza a Buenos Aires), el tren Urquiza, que llega hasta el noreste del país, y el tren Roca, a Vaca Muerta. Para los próximos 10 años se prevé una inversión total de 15.000 millones de dólares.

**R.C.: El sector aerocomercial está teniendo muchos cambios y nuevos actores. ¿Se modificarán las tarifas mínimas o se desregulará directamente el cuadro de precios?**

**Dietrich:** Estamos llevando adelante una transformación del transporte aéreo gradual y con una mirada intermodal, sin descuidar al resto de los modos de transporte; queremos que todos crezcan. La banda mínima está congelada hace tres años y sin necesidad de modificarla los precios de los vuelos ya bajaron y van a seguir bajando. Hoy en la Argentina las tarifas de vuelos domésticos son comparables y competitivos con los países de la región.

**R.C.: Algunas consideraciones o temas que quiera agregar**

**Dietrich:** Desde todas las áreas del ministerio impulsamos nuevos métodos transparentes y accesibles en las licitaciones, lo que permitió romper con la cartelización, sumar más competencia. La obra pública en la Argentina dejó de ser sinónimo de corrupción.

Ahora tenemos pliegos gratuitos, a los que se puede acceder vía Internet de manera anónima y sistemas de consultas online, entre otros cambios. Gracias a estas medidas tuvimos importantes ahorros para el Estado dado que una mayor competencia entre las empresas derivó en ofertas por debajo de los presupuestos oficiales.

En el caso de Vialidad Nacional, hemos modificado las condiciones para que puedan participar empresas que no necesariamente estén radicadas en las provincias en las que se hace cada obra e implementamos un mayor control sobre la ejecución de las obras una vez adjudicadas. Muchas empresas que desde hacía años no participaban en el sector han vuelto a presentarse y ganar licitaciones. La gente hoy ve que las obras que se licitan, se hacen. Si la empresa se retrasa en los tiempos de ejecución se la multa, y el Estado cumple con los pagos de los certificados, algo que no sucedía en años anteriores.

Estos cambios generaron que comenzaran a participar también empresas extranjeras. Hay obras que estamos llevando adelante, incluso, con préstamos internacionales. Por ejemplo se lanzó la licitación para la construcción de la variante a Palmira, sobre la RN7 en Mendoza, obra que forma parte del nuevo Sistema del Cristo Redentor que une Argentina y Chile y para el cual Argentina recibió un préstamo del BID.

*"La aplicación del mecanismo de licitación por PPP en los corredores viales sentará un precedente para futuras obras".*

Vista aérea  
Puente La Noria



# Autopistas en Ejecución EN TODO EL PAÍS

## REGIÓN CENTRO

Actualmente, en la provincia de Buenos Aires hay 349 kilómetros de autopistas en marcha. Las obras comprenden la **RN8 entre Pilar-Pergamino**, la **RN7 Luján-Junín**, el **bypass Luján de la RN5**, la **autopista Camino del Buen Ayre**, el **viaducto al Puente La Noria** y la **prolongación de la autopista Buenos Aires-La Plata**. En total, representan una inversión de más de **\$ 41.000 millones**.

En la provincia de Córdoba avanza la construcción del último tramo de la autopista **RN36 Córdoba-Río Cuarto**, la **circunvalación de Córdoba** y la **autopista RN38 de las Sierras**. En conjunto, las obras demandan una **inversión de más de \$ 15.200 millones** y hoy están en marcha más de 150 kilómetros. En Santa Fe, por su parte, se están construyendo 99 kilómetros de autopista correspondientes a la ampliación de la **avenida circunvalación de Rosario** y **dos secciones de la autopista RN34 Rosario-Sunchales**. La **inversión en ambos proyectos es similar a la de Córdoba: \$ 15.100 millones**.

En Entre Ríos se encuentran tres obras en ejecución: **dos tramos correspondientes a la autopista sobre la RN18** -uno en Paraná y otro en Concordia- y otro en la **RN-A007**, a la altura del acceso norte a Paraná. Las obras totalizan 140 kilómetros y una **inversión nacional de \$ 4.074 millones**.



AU RN36  
Provincia de Córdoba

## REGIÓN SUR

En la Patagonia son varias las obras activas. En total son 252 kilómetros que están siendo transformados en autopista, como la **RN3 Comodoro Rivadavia-Caleta Olivia**, entre Chubut y Santa Cruz, o la **autopista Puerto Madryn-Trelew**, también sobre suelo chubutense. En Río Negro avanzan **dos tramos de la autopista RN22 Chichinales-Cipolletti** y en Neuquén la **Ruta del Petróleo entre Centenario y Añelo (RP7 y RP51)**, la **autopista RN22 Plottier-Arroyito** y el **tercer puente entre Cipolletti** y la capital neuquina. Obras que se ejecutan por casi **\$ 12.000 millones**.



RN 3  
Pcia. de Santa Cruz y Chubut



RN 3  
Pcia. de Santa Cruz y Chubut



Rotonda Montecarlo  
Provincia de Misiones RN 12

### REGIÓN NORTE

En la región norte, donde existe la mayor demanda de infraestructura, se están transformando en autopista 145 kilómetros en las provincias de Chaco, Formosa, Misiones, Jujuy, Salta y Tucumán. Proyectos en marcha que demandan, en conjunto, una inversión de más de \$ 10.000 millones.

Entre ellas se destaca la autopista **RN11 Formosa-Tatané**, la primera autopista en la historia de la provincia. También, en Chaco evoluciona a buen ritmo la autopista **RN16 Puerto Tyrol-Makallé**, mientras que en Misiones avanzan los trabajos entre Posadas y Santa Ana sobre la **RN12**. En Salta, está próxima a completarse la autopista **RN50 Pichanal-Orán** y lo mismo sucede en Jujuy con la **autopista RP1 Jujuy-Palpalá** y el nuevo puente sobre el Río Grande.

### REGIÓN CUYO

En la región de Cuyo se está ampliando un tramo de ocho kilómetros de la **RN40**, que se desarrolla dentro de la ciudad de Mendoza, y 25 kilómetros de los accesos norte y sur de la capital de San Juan. En total son 33 kilómetros en marcha por \$ 1.770 millones de inversión. •



RN 11  
Provincia de Formosa

# Jornadas de Actualización TÉCNICA EN PUENTES EN LA AAC

La Asociación Argentina de Carreteras, en conjunto con el INTI-CIRSOC (Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles), organizó las Jornadas de Actualización Técnica en Puentes, que se llevaron a cabo el 11 y 12 de julio en el Salón Auditorio "Hugo Badariotti" de la AAC.



**D**urante los dos días cerca de 80 personas colmaron la capacidad del salón y participaron activamente de las conferencias brindadas por varios de los especialistas que trabajaron en la redacción de este nuevo reglamento. El público estuvo conformado por profesionales y técnicos de Vialidad Nacional y vialidades provinciales, consultores e ingenieros independientes y de empresas constructoras, así como también estudiantes de ingeniería.

Estas jornadas formaron parte de la etapa de discusión pública de los nuevos Reglamentos de Puentes CIRSOC Serie 800, que fue abierta luego de la presentación de los proyectos de normativas realizada en el XVII Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito que la Asociación Argentina de Carreteras organizó en octubre del año pasado en Rosario.

#### Los proyectos que están en esa etapa son:

- Proyecto de Reglamento CIRSOC 801- 2017-Reglamento Argentino para el Diseño de Puentes Carreteros - Proyecto General y Análisis Estructural.
- Proyecto de Reglamento CIRSOC 802- 2017-Reglamento Argentino para el Diseño de Puentes Carreteros - Puentes de Hormigón.
- Proyecto de Reglamento CIRSOC 804- 2017-Reglamento Argentino para el Diseño de Puentes Carreteros - Defensas y Barandas.

Para el desarrollo de estos nuevos reglamentos, el INTI-CIRSOC tomó como base la edición 2012 del documento

"AASHTO LRFD Bridge Design Specifications", de la American National Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).



El texto de estos proyectos

de normas puede consultarse en:

[www.inti.gob.ar/cirsoc/proyectos.htm](http://www.inti.gob.ar/cirsoc/proyectos.htm)



## DÍA 1 – MARTES 11 DE JULIO

La primera jornada comenzó con las palabras de **Guillermo Cabana**, presidente de la Asociación Argentina de Carreteras, quien dio la bienvenida a todos los presentes y destacó la concreción de estas conferencias: *“Queremos más y mejores obras. Por eso hoy generamos estas jornadas de discusión del nuevo reglamento CIRSOC para puentes”*.

A continuación, se realizó una presentación general sobre el **CIRSOC** y las normas de seguridad en Argentina, a cargo de **Marta Parmigiani**, directora técnica del INTI-CIRSOC; **Tomás del Carril**, representante de la Asociación de Ingenieros Estructurales (AIE); **Gustavo Soprano**, en representación del Consejo Vial Federal; y **Roberto Carretero** y **Máximo Fioravanti**, representantes de la Academia Nacional de Ingeniería.

Luego fue el especialista **Victorio Hernández Balat**, profesor titular en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata y asesor de redacción del nuevo reglamento, quien presentó junto a **Tomás del Carril** la **“Filosofía, Estructura y Formato General de la Serie 800 de Reglamentos CIRSOC”**, que brinda un panorama del marco general donde está inserto este proyecto de nuevo reglamento.

Tras ellos fue el turno de **Raúl Bertero**, profesor titular de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires, quien expuso acerca de los **“Criterios de Seguridad”** del nuevo reglamento. La mañana se cerró con la presentación de **Juan Francisco Bissio**, representante del Instituto de Construcciones



y Estructuras de la Academia Nacional de Ingeniería y asesor de redacción del nuevo reglamento, quien se explayó sobre la **“Aplicación de los Criterios de Seguridad a Puentes – Calibración”**.

Por la tarde de este primer día, **Victorio Hernández Balat** junto a **Javier Fazio**, representante de la Asociación de Ingenieros Estructurales (AIE) ante INTI-CIRSOC, presentaron los temas **“Estados Límite”** y **“Cargas y Combinaciones de Cargas”**, y luego fue el turno de **Tomás del Carril** y **Rogelio Percivatti**, representante de la Asociación de Ingenieros Estructurales (AIE) ante INTI-CIRSOC, quienes disertaron sobre los temas contenidos en el Capítulo 4 del nuevo reglamento, que incluye **“Análisis y Evaluación Estructural – Métodos de Cálculo y Métodos Aproximados”**.

La última presentación de la tarde trató sobre **“Modelos Puntal – Tensor”** y estuvo a cargo de **Juan Francisco Bissio**.

El cierre de la jornada tuvo un intenso debate e intercambio de consultas y puntos de vista sobre diversos aspectos de los temas presentados, con una gran participación del público presente.



**Guillermo Cabana: “Queremos más y mejores obras. Por eso hoy generamos estas jornadas de discusión del nuevo reglamento CIRSOC para puentes”.**



## **DÍA 2 – MIÉRCOLES 12 DE JULIO**

El segundo día de las **Jornadas de Actualización Técnica en Puentes** empezó con la presentación de **“Esfuerzos Normales en Hormigón Estructural y Consideración de Efectos de Segundo Orden”**, a cargo de **Victorio Hernández Balat**.

La mañana continuó con la disertación de **Raúl Bertero** sobre **“Introducción a la Teoría del Campo de Compresión Modificada: Diseño al Corte, Diseño a la Torsión”**, y luego regresó **Victorio Hernández Balat** para desarrollar parte del Capítulo 5 del nuevo proyecto de reglamento, con la presentación del tema **“Transferencia de Corte en las Interfases: Corte por Fricción”**.

La segunda parte de la mañana comenzó con la presentación de **Rogelio Percivatti** sobre otro segmento del Capítulo 5 referente a **“Puentes de Hormigón: Pretensado, Límites de Tensión y Pérdidas”**.

A continuación, **Gustavo Darín**, representante de la Asociación de Ingenieros Estructurales (AIE), desarrolló el tema **“Estructuras de Acero”**, que se encuentra planteado en el Capítulo 6 del nuevo reglamento. Esta exposición fue complementada por la disertación de **Martín Polimeni**, representante de la Asociación de Ingenieros Estructurales (AIE) ante INTI-CIRSOC, quien presentó: **“Estado Límite de Fractura y Fatiga en Puentes Metálicos y Mixtos”**.

Tras el almuerzo, **Daniel Ortega**, responsable del Área Estructuras de Hormigón del INTI-CIRSOC, desarrolló junto a **Tomás del**



**Carril** parte del Capítulo 14 del proyecto de Reglamento Argentino de Puentes Carreteros CIRSOC 804, dedicado al tema de **“Juntas y Apoyos”**.

A continuación, **Tomás del Carril** realizó una introducción y dio paso a **Diego Cernuschi**, representante de la Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires ante INTI-CIRSOC, quien presentó el tema **“Defensas y Barandas”**, desarrollado en el Capítulo 13 del CIRSOC 804.

Las últimas presentaciones de las jornadas estuvieron a cargo de **Juan Francisco Bissio**, quien disertó sobre **“Criterios de Seguridad en Fundaciones”**, y **Victorio Hernández Balat**, quien expuso lo contenido del Capítulo 11 acerca de **“Muros, Estribos y Pilas”**.

El cierre de las jornadas contó nuevamente con un espacio para las consultas y opiniones que resultó muy interesante y con una activa participación del público presente. Para las conclusiones finales estuvieron presentes todos los disertantes de las jornadas y las autoridades de la **Asociación Argentina de Carreteras**.

La etapa de discusión pública del Proyecto para el nuevo Reglamento Argentino para el Diseño de Puentes Carreteros CIRSOC Serie 800 se cerró el 31 de agosto de 2017 y actualmente se encuentra en proceso de revisión a partir de las observaciones, comentarios y sugerencias recibidas, como etapa previa a la redacción final que será enviada para su aprobación y publicación. •

*Con estas jornadas, la Asociación Argentina de Carreteras buscó generar un ámbito ideal para que los distintos organismos y profesionales relacionados con este tema se puedan interiorizar acerca del avance y detalle técnico de esta nueva propuesta de normativa, al mismo tiempo que puedan debatir sobre los temas planteados.*



Las presentaciones realizadas durante las dos jornadas están disponibles en la página web de la Asociación Argentina de Carreteras: [www.aacarreteras.org.ar](http://www.aacarreteras.org.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**



# Ciclo de Conferencias

Comité Nacional AIPCR/PIARC - Asociación Argentina de Carreteras



En su continuo afán por fomentar y facilitar la discusión y el intercambio de conocimientos sobre las carreteras y el transporte, la Asociación Argentina de Carreteras está organizando el **Ciclo de Conferencias del Comité Nacional AIPCR/PIARC–AAC**, para que los representantes argentinos ante los Comités Técnicos de la Asociación Mundial de la Carretera presenten los avances y tareas que realizan en su ámbito.

Todas las conferencias del ciclo se llevaron a cabo en el **Salón “Hugo Badariotti”**, en el sexto piso de la sede de la Asociación Argentina de Carreteras, y contaron con una nutrida participación de público, que incluyó a profesionales y técnicos de empresas, consultoras y universidades, además de funcionarios nacionales, provinciales y de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

## • JORNADA 1 ESTRATEGIAS PARA LA MEJORA DE LA MOVILIDAD EN REGIONES URBANAS

La primera conferencia del ciclo, realizada el 17 de agosto, estuvo a cargo de **Oscar Fariña**, representante argentino y secretario de habla hispana del Comité Técnico B.3 - Mejora de la Movilidad en Áreas Urbanas-, quien presentó el tema “Estrategias para la mejora de la movilidad en regiones urbanas”.

Durante su presentación, **Fariña** expuso y analizó el informe técnico realizado por el comité como cierre del período 2012 – 2015, en el que se evaluaron diversos estudios sobre movilidad urbana en ciudades de mediano y gran tamaño en diferentes partes del mundo respecto de tres aspectos fundamentales:

- Comparación de estrategias en cuanto a la planificación de la movilidad urbana sustentable.
- El diseño de las infraestructuras del transporte para la multimodalidad en áreas urbanas.
- La promoción del desplazamiento de las personas tanto a pie como en bicicleta.

**Fariña** realizó una síntesis del documento presentando las tendencias observadas en movilidad sustentable, las políticas

de implementación de sistemas de orientación del tránsito (TOD) y los principales casos de estudio analizados en el informe, entre ellos el Metrobus de la Avda. 9 de Julio y el recientemente inaugurado Metrobus de La Matanza. Destacó que no se plantea la habitual solución de desalentar el uso del automóvil sino la manera de integrarlo a un sistema planificado del transporte para optimizar el desplazamiento de las personas según los medios disponibles, promoviendo los intercambios virtuosos y eficientes entre los medios de transporte a fin de mejorar el desplazamiento de los pasajeros en las regiones urbanas y periurbanas.



## • JORNADA 2

### PLANIFICACIÓN URBANA Y TRÁNSITO. ANÁLISIS DE EMPRENDIMIENTOS EN EL AMBA

La segunda jornada se realizó el 24 de agosto y también estuvo a cargo de **Oscar Fariña**, quien trató el tema: “**Planificación Urbana y Tránsito. Análisis de Emprendimientos en el Área Metropolitana de Buenos Aires**”.

En esta conferencia, **Fariña** desarrolló la temática de la circulación vehicular y la movilidad sustentable, repasando los diversos planes de circulación que se fueron implementando en la Ciudad de Buenos Aires y en el conurbano.

Además, presentó un análisis de soluciones para el reordenamiento de la circulación vehicular y del estacionamiento que incluyó diversas aplicaciones como isletas, ensanche de aceras, demarcaciones con delineadores rebatibles, y también aspectos importantes a tener en cuenta para optimizar el funcionamiento de los semáforos y la señalización luminosa.

La presentación finalizó con un análisis del sistema de autopistas urbanas de Buenos Aires, su desarrollo, crecimiento y potencial a futuro.

Las dos primeras jornadas contaron con una introducción a cargo de **Miguel Ángel Salvia**, vicepresidente de la **Asociación Mundial de la Carretera**, quien realizó una breve presentación acerca del funcionamiento y las principales actividades y productos de la AIPCR-PIARC.

*Las jornadas contaron con una nutrida participación de público, que incluyó a profesionales y técnicos de empresas, consultoras y universidades, además de funcionarios nacionales y provinciales.*



### • JORNADA 3

## MANUAL PIARC DE OPERACIÓN DE CARRETERAS E ITS

El jueves 14 de septiembre se desarrolló la tercera presentación del **Ciclo de Conferencias del Comité Nacional AIPCR/PIARC-AAC**, a cargo de **Daniel Russomanno**, representante argentino y secretario de habla hispana del **Comité Técnico B.1 “Explotación de la Red Vial/Sistemas de Transporte Inteligente”**.

A modo de bienvenida, **Haydée Lordi**, secretaria técnica del Comité Nacional Argentino de la PIARC, abrió la jornada y brindó un panorama sobre cómo funciona la AIPCR-PIARC y el repaso de sus principales actividades.

A continuación, **Daniel Russomanno** realizó una presentación dividida en tres secciones: Significado y Beneficios de la Tecnología ITS; Actividades del Comité Técnico 2.1 PIARC ciclo 2012-2015; y Manual PIARC de Operación de Carreteras e ITS. En la primera parte desarrolló la evolución del transporte y la información al usuario en el mundo y la forma en que la tecnología ITS modificó y generó esa evolución. Planteó cómo los Sistemas Inteligentes de Transporte ayudan a brindar mayor seguridad, protección y mejoras en la movilidad, el control de tránsito y la aplicación de la ley.

También expuso sobre la infraestructura necesaria para los sistemas ITS, mostró ejemplos de implementaciones ITS en diversos países y remarcó la importancia de incluir ITS en la planificación de las obras desde su inicio. Luego, expuso las actividades del Comité Técnico 2.1 PIARC durante el ciclo 2012-2015, organizadas en base a tres tópicos:

- Gestión de redes de carreteras para mejora de la movilidad.
- Uso de ITS, incluyendo la consideración de la planificación económica para futuras mejoras y modernizaciones.
- Sistemas cooperativos vehículo – autopista.



**Russomanno** explicó que el comité realizó tres reportes técnicos de acuerdo con los tres tópicos asignados y que para esos reportes se analizaron más de 50 casos de estudio. Se presentaron, entonces, algunos de los más relevantes y se desatacaron las lecciones aprendidas y las recomendaciones de cada reporte en cuanto a la mirada hacia el futuro.

Por último, **Russomanno** presentó y explicó el **Manual PIARC de Operación de Carreteras e ITS**, desarrollado por ese comité y recientemente traducido por completo al español. Este manual, que fue lanzado en 2015 en Seúl (Corea del Sur) en ocasión del **XXV Congreso Mundial de la Carretera**, está disponible online de manera gratuita en [www.rno-its.piarc.org/es](http://www.rno-its.piarc.org/es).

Todas las conferencias de este ciclo contaron con un público que participó de manera activa con consultas, ideas y propuestas sobre los temas tratados, para enriquecer así el desarrollo de cada jornada.

*El Ciclo de Conferencias del Comité Nacional AIPCR/PIARC-AAC continuará durante los meses de octubre y noviembre con las presentaciones de:*

- **Silvia Sudol**, representante argentina ante el **Comité Técnico B.4 “Transporte de mercancías”**;
- **Diego Calo**, representante argentino ante el **Comité Técnico D.2 “Pavimentos de Carreteras”**;
- **Haydée Lordi**, representante argentina y secretaria de habla hispana del **Comité Técnico A.2 “Desarrollo Económico y Social del Sistema del Transporte por Carretera”**; y
- **Juan Emilio Rodríguez Perrotat**, representante argentino y secretario de habla hispana del **Comité Técnico C.1 “Políticas Nacionales y Programas de Seguridad Vial”**.

Toda la información acerca de este ciclo de conferencias, así como los documentos técnicos y presentaciones realizadas, está disponible en la web de la **Asociación Argentina de Carreteras**: [www.aacarreteras.org.ar](http://www.aacarreteras.org.ar).

La Asociación Mundial de la Carretera (AIPCR-PIARC) es un foro internacional líder y la primera fuente de información, análisis y discusión de toda la gama de asuntos relativos a las carreteras y el transporte en el mundo. Y la Asociación Argentina de Carreteras, como Comité Nacional Argentino de la AIPCR-PIARC, presenta este ciclo de conferencias como otro modo de contribuir a la actualización y formación de todos los profesionales y técnicos del sector vial argentino.

# INGENIERIA VIAL Y DE TRANSPORTE



Diagonal 74 N° 483 - (B1902DMS) La Plata - ARGENTINA  
Teléfonos: 54 221 424 5176 - Fax: 54 221 483 8028  
E-Mail: info@gagotonin.com.ar - www.gagotonin.com.ar

- Estudios y Proyectos de Obras.
- Dirección Técnica, Supervisión, Inspección y Auditorías de Obras.
- Gestión de la Conservación en Redes Terciarias de Caminos de Tierra.

## TelePASE

Adhiera su flota en un sencillo trámite

Por las **Carreteras Argentinas...**



- ✓ Fácil
- ✓ Dinámico
- ✓ Sencillo
- ✓ Seguro



Información on-line desde la web.

[www.telepeajeplus.com](http://www.telepeajeplus.com)

o al 0810-888-8577

Y ahora

**Telepeaje Plus Prepago\***

\* Valido solo para cuentas con vehículos livianos y vigente para el uso en la RED Telepeaje Plus.

## Movilidad Urbana: **TRES PROYECTOS ELIMINAN BARRERAS EN LA CIUDAD DE BUENOS AIRES**



*Son obras para elevar en viaducto parte de los recorridos de los ramales de los trenes Mitre, San Martín y Belgrano Sur. De ese modo, se eliminarán 27 pasos a nivel en barrios como Palermo, Belgrano, La Paternal y Barracas, además de abrir calles que hoy están cortadas por el paso del ferrocarril.*

El pasado martes 5 de septiembre el presidente de la Nación, **Mauricio Macri**; el Ministro de Transporte, **Guillermo Dietrich**; el Jefe de Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, **Horacio Rodríguez Larreta**; y el Ministro de Desarrollo Urbano y Transporte de la Ciudad de Buenos Aires, **Franco Moccia**, dieron comienzo a la obra para elevar en viaducto parte del Ferrocarril Mitre, ramal Tigre.

Con esa puesta en marcha, se están desarrollando hoy, de manera simultánea, en la Ciudad de Buenos Aires, tres proyectos que permitirán eliminar **27 pasos a nivel en las líneas Mitre, San Martín y Belgrano Sur**. Actualmente hay 472 pasos a nivel en el área metropolitana, que además de partir en dos a muchos barrios, generan inseguridad vial y peligros para los peatones que deben atravesarlos a diario.

**Desde 2008 ya se construyeron 27 pasos bajo nivel.** Y actualmente la ciudad está avanzando en la ejecución de otros dos: uno en la avenida Nazca y las vías del Ferrocarril San Martín, y otro en avenida Balbín y las vías de la línea Mitre (ramal B. Mitre). Con esta serie de obras, que se suman al soterra-

miento del Ferrocarril Sarmiento, se eliminarán 74 barreras de la ciudad.

La eliminación de las barreras mejora la fluidez del tránsito y disminuye la polución y los ruidos, una manera de mejorar la relación con el medioambiente, así como también las condiciones de seguridad tanto de los automóviles como de los peatones, al disminuir el riesgo de accidentes peatonales o de colisión sobre las vías.

Todas estas iniciativas forman parte del **Plan Integral de Obras para la Red Metropolitana de Trenes** que está ejecutando Ministerio de Transporte de la Nación con una inversión de **14.000 millones de dólares**. Este plan mejorará la infraestructura de todo el sistema y hará posible la interconectividad de todas las líneas mediante la **Red de Expresos Regionales (RER)**, la electrificación de todas las líneas y 120 nuevos pasos bajo nivel, la renovación de vías, sistemas eléctricos y estaciones, más el 100% de la flota completamente renovada y frenado automático en todas las líneas.



## Viaducto del Ferrocarril Mitre, ramal Tigre

Los trabajos sobre el **Ferrocarril Mitre** tendrán una extensión de 3,9 kilómetros, entre Palermo y Núñez. El tren, que ya corre elevado desde Retiro hasta detrás del Hipódromo, continuará así desde la avenida Dorrego hasta la avenida Congreso, en donde ya se hizo un paso bajo nivel.

De esta manera, desaparecerán las ocho barreras existentes en ese tramo y se abrirán otras cuatro calles que hoy están cortadas por el paso del tren. Los ocho pasos a nivel que se van a eliminar son: Olleros, La Pampa, Sucre, Juramento, Mendoza, Olazábal, Blanco Encalada y Monroe. Mientras que las calles Echeverría, Roosevelt, Virrey del Pino y José Hernández van a dejar de estar cortadas por las vías.

Además de la eliminación de los pasos ferroviarios, las obras incluyen la renovación total de las estaciones Lisandro de la Torre y Belgrano C., que serán ubicadas en altura. Debajo del viaducto, se generarán nuevos espacios públicos verdes, zonas de servicios y áreas de esparcimiento en las zonas de Palermo, Belgrano y Núñez.

**La inversión prevista es de 2.600 millones de pesos** y el objetivo es terminar la obra -que en principio se financiará con fondos propios- en marzo de 2019.

Los beneficiados por este viaducto serán los 120.000 pasajeros que utilizan el tren Mitre todos los días; podrán llegar más rápido a destino y, al eliminarse los cruces ferroviarios, mejorarán las frecuencias. Además, los 250.000 usuarios de colectivos y los 260.000 automovilistas que cruzan los pasos a nivel de la zona a diario ahorrarán entre 15 y 20 minutos de viaje.





## Viaducto Ferrocarril Belgrano Sur

El esquema se replicará en la traza del **Belgrano Sur**, que correrá elevado durante 5,6 kilómetros, desde la avenida Tilcara hasta Constitución. En la línea, que transporta a 50.000 pasajeros por día desde González Catán, en La Matanza, ya comenzó el primer tramo de la obra, que tendrá un viaducto de 3,2 kilómetros y, como gran novedad, la elevación de la estación Sáenz.

Además, el 30 de agosto pasado se lanzó la licitación para el segundo tramo de viaducto, de 2,4 kilómetros, para extender la traza hasta Constitución, ya que ahora termina en la estación Buenos Aires, detrás de la cancha de Huracán. El proyecto tendrá un costo de 2.385 millones de pesos, que se financian en parte con préstamos del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la Corporación Andina de Fomento (CAF).

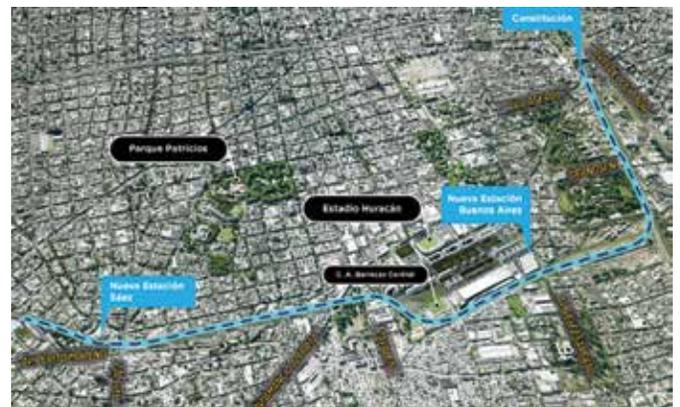
La inversión total prevista para el viaducto completo, que estará listo en 2019, es del orden de los 1.425 millones de pesos.

El viaducto **Belgrano Sur** permitirá eliminar ocho barreras (Av. Sáenz, Einstein, Cachi, Taborda, Amancio Alcorta, Pepirí, Monteagudo, Zavaleta). Además, se abrirán siete nuevos cruces seguros (Corrales, Tabaré, Ramírez, Fournier, Ochoa, Atuel, Iguazú), lo que mejorará la circulación y seguridad vial y el entorno urbano de tres barrios porteños: Pompeya, Barracas y Constitución.

**440.000 beneficiarios:** 50.000 pasajeros diarios de tren podrán viajar mejor y llegar hasta Constitución; 370.000 pasajeros de colectivo y 50.000 automovilistas que cruzan los pasos a nivel de la zona todos los días se ahorrarán hasta 20 minutos de demoras.

Además de la estación elevada de Sáenz y el viaducto, el Ministerio de Transporte está renovando 22 estaciones por un total de 800 millones de pesos en sus dos ramales, con cabeceras en González Catán y Marinos del Crucero General Belgrano. Gracias a esta obra se generaron 2.300 puestos de trabajo (690 puestos de empleo directo y 1.380 puestos de empleo indirecto).

Los trabajos incluyen: elevación y prolongación de andenes, nuevos accesos para personas con movilidad reducida, nuevas boleterías y sanitarios, refugios para resguardarse del clima, bancos, nueva iluminación LED, nuevos sistemas de audio, y obras de mejoras edilicias en general (pintura, arreglo de mampostería y techos en edificios de estaciones, renovación de ascensores en algunas estaciones). Otras inversiones incluyen la renovación de vías y barreras automáticas, por más de 400 millones de pesos.



Viaducto Belgrano Sur

# Viaducto Ferrocarril San Martín

A mediados de junio comenzaron las obras del viaducto que correrá a través de cinco kilómetros de la actual traza del **Ferrocarril San Martín**, que conectará Retiro con la estación Paternal de forma elevada, entre Honduras y avenida Garmendia.

Al elevar las vías del tren se eliminarán 11 barreras correspondientes a los cruces con las avenidas Córdoba y Corrientes, y las calles Jorge Newbery, Garmendia, Honduras, Gorriti, Cabrera, Niceto Vega, Loyola, Ramírez de Velasco y Girardot. Por otra parte, se generarán nueve cruces seguros adicionales para el tránsito, en las calles Castillo, Aguirre, Vera, Villarroel, Iturri, Caldas y Montenegro, y otros dos para la circulación exclusivamente peatonal en las calles Concepción Arenal y Leiva.

El ramal es utilizado por 170.000 pasajeros por día, pero además se verán beneficiados 250.000 usuarios de colectivos y 260.000 automovilistas, quienes se ahorrarán entre 15 y 20 minutos de tiempo de viaje. Además, se generarán nuevos espacios verdes en toda la traza, zonas de servicios y áreas de esparcimiento que fomentarán la integración de los barrios de Palermo, Villa Crespo y Paternal.

El proyecto, que demandará 25 meses de ejecución y **3.900 millones de pesos de inversión**, está a cargo del Ministerio de Desarrollo Urbano y Transporte porteño, a través de AUSA SA.



# Red de Expresos Regionales

## Proyecto RER

Esta megaobra de ingeniería comprende la creación de un sistema que va a interconectar toda la red metropolitana de trenes a través de 20 nuevos kilómetros de túneles y estaciones subterráneas, para beneficiar a más de 10 millones de personas en la **Región Metropolitana de Buenos Aires**, quienes viajarán de manera más cómoda y segura.

**RER enlazará las líneas que vienen desde el sur** (Roca y Belgrano Sur), **desde el norte** (San Martín y Mitre en sus tres ramales de Tigre, Suárez y Mitre, y Belgrano Norte), y **desde el oeste** (Sarmiento), generando un gran nodo de conectividad regional bajo el Obelisco. La obra se dividirá en tres etapas y tendrá un plazo de ejecución total de entre seis y ocho años.

La red de túneles bajo las calles de la Ciudad de Buenos Aires permitirá conectar 800 kilómetros de vías de trenes entre las que históricamente no existe conexión directa. Una vez finalizada la red se lograrán ahorros significativos en tiempos de viaje, de entre 30 y 40 minutos en promedio, y hasta una hora y media, entre los puntos más distantes de la RER.

A fines de mayo se realizó el llamado a licitación para hacer una nueva estación bajo tierra en Constitución. Al mismo tiempo, se inició el proceso para licitar la construcción del túnel bajo la avenida 9 de Julio y la estación central, que estará por debajo del Obelisco.

La **estación Constitución subterránea estará a 14,5 metros bajo tierra** y se ubicará frente al histórico, edificio, en avenida Hornos, entre Juan de Garay y Caseros, donde ahora hay una terminal de colectivos. La obra comenzará antes de fin de año y costará 283 millones de dólares. Se prevé que esté terminada en 2020.

La nueva estación contará con una superficie de 8.800 metros cuadrados y su cubierta será vidriada, para que ingrese luz natural. Además, tendrá paneles fotovoltaicos para favorecer



el ahorro de energía. Al mismo tiempo, se mejorará todo el entorno del bajo autopista de la avenida 9 de Julio, con más espacios verdes y veredas y mobiliario urbano renovados. La estación actual seguirá operando con los servicios de trenes que no sean RER.

Esta primera fase del RER funcionará a partir de 2023 y vinculará a las líneas Roca, San Martín y Mitre, que juntas transportan a un millón de pasajeros por día. Las demás líneas se irán conectando en forma progresiva.

Antes de llegar a Constitución, el tren va a descender y se detendrá en la estación subterránea. Desde allí seguirá hacia Retiro a través del túnel bajo la avenida 9 de Julio. La única parada intermedia será en la estación bajo tierra que se hará a la altura del Obelisco. En la zona de la Facultad de Derecho, el tren volverá a salir a la superficie para llegar hasta las estaciones La Paternal de la línea San Martín, Colegiales del ramal a José León Suárez del Mitre, o Núñez del ramal a Tigre. Desde esos puntos, sin cambiar de andén, se podrá combinar con los trenes que llegan a Pilar, Tigre, Olivos o José León Suárez.

## OBJETIVOS:

- Mejorar la calidad de vida de los 14 millones de habitantes del Área Metropolitana de Buenos Aires.
- Recuperar el nivel de excelencia que históricamente tuvo el ferrocarril en el Área Metropolitana.
- Generar un cambio en los patrones de movilidad de la población en general, mejorando la calidad del servicio de transporte público.
- Mejorar la conectividad en toda la Región Metropolitana (viajes hacia la ciudad, dentro de la ciudad y entre distintos municipios del conurbano bonaerense).
- Potenciar los 800 kilómetros de trenes del Área Metropolitana de Buenos Aires.
- Mejorar la conectividad del ferrocarril con los demás modos de transporte, potenciando la red de subtes y de metrobuses.

# Caminos Escolares SEGUROS

*El desarrollo de caminos escolares, para dotar de circuitos destinados a la circulación segura de los alumnos de establecimientos educativos, ha denotado en muchos casos algunas debilidades, al no considerarse el conjunto de mejoras básicas que pueden implementarse para lograr la segregación adecuada de los tránsitos vulnerables y la transferencia necesaria a los usuarios.*

Situaciones como la carencia de veredas -que obliga a los transeúntes a desplazarse por las calzadas-, la falta de señalamiento y demarcación adecuada incluso para los reductores de velocidad y contracarriles que sorprenden, las intervenciones físicas que no integran a quienes no cuentan con las capacidades motrices o visuales plenas, y, por sobre todo, la falta de capacitación transformadora destinada a docentes, directivos y personal comunal de control de tránsito para lograr la formación y cambio de actitudes de las comunidades educativas atentan contra el éxito de estas experiencias.

Estas circunstancias motivaron a los miembros de la **Comisión de Seguridad Vial de la Asociación Argentina de Carreteras** y a representantes ante las **Comisiones de la ANSV** a presentar ante la **Dirección Nacional del Observatorio Vial** una propuesta destinada a regular

la operatividad de los citados caminos escolares, con la propuesta de cumplimiento del decálogo adjunto, destinado a la concreción de **“Caminos Escolares Seguros”**.

La realización preliminar y posterior de revisiones o inspecciones de seguridad vial será fundamental como instrumento para verificar el buen funcionamiento del corredor, así como la factibilidad de intervenir adecuadamente a los fines de mejorar las condiciones de la movilidad y llevar a cabo evaluaciones para hacer los pertinentes ajustes necesarios.

Este es simplemente un ejemplo de la necesidad de implementar auditorías e inspecciones de seguridad vial para las etapas de planificación, diseño, operatividad y conservación de vías, así como para el insumo de planes estratégicos, para lo cual la **Asociación Argentina de Carreteras** -a través de la **Comisión de**

**Seguridad Vial**- está en condiciones de operar conjuntamente con diversas reparticiones e instituciones, o bien capacitar y actualizar técnicamente a los profesionales que cuenten con la formación preliminar y el interés en desarrollar este tipo de prácticas.

*Comisión de Seguridad Vial  
de la Asociación Argentina de Carreteras*





Veredas amplias, con sombra e iluminación para transitar mejor...



Los alumnos "marcando y dejando huellas" con tiza, para indicar por dónde se debe transitar.

## DECÁLOGO PARA DESARROLLAR CAMINOS ESCOLARES SEGUROS

**1.** Previo a la implementación de una red de "Caminos Escolares", deberá efectuarse un relevamiento de la situación, encarándose una evaluación diagnóstica mediante una inspección de seguridad vial que a modo de insumo permita priorizar comparativamente el desarrollo de itinerarios, teniendo en cuenta los potenciales conflictos viales, la concurrencia accidentalógica, los TCA y los IP, llevando a cabo las intervenciones adecuadas tras establecer en una matriz DAFO las alternativas que se presenten.

**2.** Será imprescindible antes y después de la ejecución de las obras, establecer contacto con los directivos y el cuerpo docente de los establecimientos educativos que estén integrados al itinerario, a los fines de que transfieran la forma adecuada de movilizarse con seguridad en los nuevos caminos a ejecutar. Se reunirá a los padres y se les hará una transferencia en ese sentido y, por último, se transferirá a los alumnos las virtudes de trasladarse en un medio que los proteja, con el apoyo de medios audiovisuales que muestren las ventajas que brindan estos nuevos caminos seguros y la responsabilidad de respetar las normas y cuidar el ambiente.

**3.** En zonas urbanas, deberán estar materializados a través de veredas de no menos de 1,50 m de ancho libre, con continuidad del solado, sin desniveles abruptos hasta filo de cordón o rampa coincidente con los respectivos cruces. Se podrán generar las denominadas "orejas" o "expansiones de esquinas" para reducir la exposición de los peatones ante el pasaje vehicular. Se eliminarán las obstrucciones de los conos de visibilidad, con el saneamiento, en caso de ser necesario, de la forestación y parquización existente y del mobiliario urbano que entorpezca la

visión de los transeúntes. Se instalará un sistema de baldosas orientadoras táctiles para usuarios con dificultades visuales.

**4.** En los cruces de esquinas emplazados cerca de las puertas de los establecimientos educativos, a no menos de un metro del filo de cordón, se ejecutarán las correspondientes sendas peatonales blancas reglamentarias, sobre área de fondo color rojo. Se incorporará, cuando corresponda, las líneas de detención a no menos de un metro de filo de la senda. El ancho de dichas sendas responderá a la densidad peatonal que posean según la implantación.

**5.** En función de la cantidad de alumnos que se movilicen en bicicleta, se emplazará una ciclovía -preferentemente segregada en horizontal y de ser factible en vertical- que permita el desplazamiento seguro de los ciclistas. La misma contará con aplicación de área color verde y se demarcará tal como lo establece el Anexo "L" de la Ley 24.449 y el Manual de Señalamiento Horizontal de la DNV.

**6.** En correspondencia con los accesos de las escuelas, se prohibirá el estacionamiento y detención de los vehículos automotores, incluidos los transportes de escolares, con el objeto de que puedan estacionar los vehículos de bomberos o sanitarios en caso de emergencia. Tampoco se podrán ejecutar dársenas que reduzcan la sección de la vereda existente y perturbar la consecuente concentración de personas y el simultáneo pasaje de peatones.

**7.** Para evitar el cruce peatonal en correspondencia con las salidas de los establecimientos educativos que no tienen el egreso en las esquinas, se podrá aplicar una reja de

un metro de altura a 0,30 m del filo de cordón, con el objetivo de inducir a la población educativa hasta la senda peatonal ubicada en la esquina próxima y evitar el estacionamiento sobre el frente de dichas escuelas.

**8.** En zonas suburbanas o en travesías urbanas se ejecutarán las circulaciones peatonales alejadas de las calles de tierra o carreteras, pudiéndose ejecutar de cemento rodillado o con material asfáltico, para mantener continuidad con los paradores de transporte público de pasajeros, las pasarelas peatonales y el resto de la red de veredas.

**9.** La ejecución de reductores de velocidad deberá tratarse mediante recursos no traumáticos, tal como las "mesetas peatonales" (las que se podrán emplazar en correspondencia con las sendas peatonales), a los efectos de evitar males mayores, como la caída de cargas, desestabilización de motociclistas, efectos similares a los sísmicos con relación a las edificaciones frentistas, contradicción con la presencia de equipos semaforicos, etc. Asimismo, se les incorporará la demarcación y señalización establecida por la DNV.

**10.** Periódicamente se evaluará el funcionamiento y, de ser preciso, se desarrollarán intervenciones que mejoren los índices de seguridad y serviciabilidad de los corredores ejecutados. Para ello se podrá contar con personal municipal o policial que opere mediante su presencia y labor para fortalecer la correcta circulación y estacionamiento, así como la detención de los vehículos pasantes ante el oportuno cruce de los educandos. •

# La Agencia Nacional de Seguridad Vial BRINDA EDUCACIÓN VIAL EN LAS ESCUELAS

Con el propósito de promover una nueva cultura vial, la Agencia Nacional de Seguridad Vial (ANSV), a través del Centro de Formación, viene desarrollando una serie de acciones formativas orientadas a impulsar la educación vial en las aulas de todas las instituciones educativas del país.



En los últimos años, numerosas escuelas incorporaron diversas metodologías para trabajar en la circulación en el tránsito, conforme lo indica la ley y los **Núcleos de Aprendizaje Prioritarios (NAP)** consensuados entre las provincias. No obstante, la ANSV considera necesario fortalecer dichas acciones a través de propuestas de capacitación que posibiliten construir criterios generales acerca de lo que, en el marco de la escuela, tiene que constituir la educación vial.

**La escuela tiene un rol clave en la formación ciudadana.** Debe educar en conductas, conocimientos y valores que garanticen la formación de futuros ciudadanos más responsables, solidarios y conscientes del propio lugar y del de los otros. Entendemos que desde esta concepción es posible un cambio de cultura vial capaz de lograr una convivencia más tolerante y democrática.

En este marco, y desde hace tiempo, el **Centro de Formación de la ANSV** viene desarrollando una serie de estrategias de formación y capacitación en escuelas y municipios de todo el país, destinados a docentes y estudiantes de enseñanza primaria y secundaria. Solo en 2017 – de abril a junio– se llevaron a cabo 23 talleres presenciales para docentes, 81 charlas en escuelas secundarias y 60 jornadas de trabajo en escuelas primarias. Además, se dictó la primera edición del curso virtual para docentes, que contó con 2.500 inscriptos.

## ACCIONES EN NÚMEROS

### • 23 TALLERES

PRESENCIALES PARA DOCENTES: 1.336 PARTICIPANTES.

### • 81 CHARLAS

PARA ESCUELAS SECUNDARIAS: 12.938 ESTUDIANTES.

### • 60 JORNADAS

CON ESTUDIANTES DE ESCUELAS PRIMARIAS: 6.364 CHICOS.

### • 2.500 DOCENTES

PARTICIPARON DEL CURSO VIRTUAL DE EDUCACIÓN VIAL.



Más información:

[www.educacionvial.gov.ar](http://www.educacionvial.gov.ar)

## CHARLAS PARA ESCUELAS SECUNDARIAS

En cada encuentro se abordarán temas como la convivencia en el espacio público, los distintos roles en el tránsito, los elementos de cuidado para la circulación, los conceptos de accidente y siniestro vial, el rol del Estado y la responsabilidad ciudadana.

Destinatarios: alumnos de nivel secundario, de entre 15 a 18 años de edad, de los establecimientos educativos del país, tanto de gestión pública como privada.

### **OBJETIVOS:**

- Reflexionar acerca de la seguridad vial como problema cultural y pensar sus vínculos con los conceptos de espacio público y ciudadanía.
- Fortalecer espacios de información, reflexión y debate que permitan la formación autónoma, crítica y responsable del joven en su construcción de ciudadano asociado al tránsito.
- Lograr que los alumnos se reconozcan como ciudadanos y ejerzan la ciudadanía de forma activa y responsable.

## TALLERES PRESENCIALES PARA DOCENTES

Las instituciones educativas tienen un rol clave en la promoción del cambio cultural en las conductas, conocimientos y valores en materia de tránsito y seguridad vial. Por lo tanto, es fundamental trabajar junto a los docentes en la forma de abordar la enseñanza de la educación vial.

Destinatarios: docentes de todos los niveles educativos.

### **OBJETIVOS:**

- Promover el desarrollo de un tránsito responsable y seguro.
- Brindar a los docentes herramientas para la enseñanza de la educación vial en el ámbito de las instituciones escolares a los fines de propiciar una reflexión de la seguridad vial como problema ético y cultural.
- Ofrecer propuestas de trabajo que los docentes puedan replicar en sus contextos particulares.

## JORNADAS CON ALUMNOS

Destinatarios: alumnos del segundo ciclo de nivel primario, de todas las escuelas del país, del ámbito estatal y privado.

### **OBJETIVOS:**

- Promover el reconocimiento de la vía pública como espacio compartido con otras personas.
- Promover la reflexión sobre conceptos generales que hacen a la convivencia en el tránsito.
- Favorecer la revisión crítica sobre el modo de circulación de los ciudadanos y sobre sus actitudes en la vía pública en los diferentes roles de los sujetos, a los fines de promover y difundir buenas prácticas y hábitos seguros al transitar.
- Promover la apropiación de la norma que regula el tránsito, la movilidad y el conocimiento de los derechos y obligaciones de los ciudadanos.

## CURSO VIRTUAL PARA DOCENTES

La propuesta tiene como propósito que los participantes se apropien de la temática vial desde una perspectiva orientada a la formación ciudadana y logren comprender el estado de emergencia que presenta la problemática y la necesidad del compromiso de todos los actores de la sociedad para abordarla.

Destinatarios: docentes y directivos de todos los niveles educativos, bibliotecarios y profesionales de la educación interesados en la temática vial.



## FADEEAC Presentó su Propuesta TÉCNICA VEHICULAR PARA EL AUMENTO DE LA CARGA ÚTIL

*La iniciativa permite incrementar el límite de carga con una inversión razonable ya que contempla la adaptación de vehículos en circulación. Al mismo tiempo, contempla medidas acordes a la normativa vigente en materia de seguridad vial y es amigable con el medioambiente.*

El pasado 11 de julio, la **Federación Argentina de Entidades Empresarias del Autotransporte de Cargas (FADEEAC)** presentó en el Centro de Formación que posee en Escobar la “**Propuesta Técnica Vehicular**” para aumentar la carga útil de vehículos en circulación y así fomentar la competitividad del sector. De la mano de especialistas de la institución y empresas participantes, se pusieron en marcha los dos prototipos que demuestran que es posible circular con un total de hasta 55,5 toneladas.

La presentación del proyecto se inauguró con palabras del presidente de **FADEEAC, Daniel Indart**. Se encontraron, entre otras autoridades, **Guillermo Campa**, director de Transporte Automotor

de Cargas de la Nación, y el titular de Transporte de Cargas del gobierno bonaerense, **Jorge Scarpato**. Por la Federación participaron **Guillermo Werner**, secretario general; el protesorerero **Cristian Sanz**, el responsable de Relaciones Institucionales y Prensa, **Juan Aguilar**; y el prosecretario de ese departamento, **Juan Segovia**. También concurrieron **Hugo Bauza**, prosecretario de actas de FADEEAC, el vocal **Néstor Fittipaldi** y **Ángel Fuente**, en representación de la Fundación Profesional para el Transporte.

Según explicaron los especialistas del Departamento de Asuntos Técnicos e Infraestructura de **FADEEAC, Guido Heras** y **Daniel Clarke**, la iniciativa permite mejorar la potencia disponible en los

camiones e incorporar nuevas configuraciones con mayor capacidad de carga al aprovechar las combinaciones de vehículos motrices de ejes 6x2, 6x4 o 8x4. Al adaptar los vehículos existentes se permite potenciar la competitividad por poder transportar más carga -que en kilaje neto podría alcanzar las 40 toneladas- de manera de reducir el costo de inversión y el tiempo de implementación porque no demanda la compra de nuevos vehículos.

A su vez, los prototipos contemplan responder a la normativa vigente en seguridad vial y contribuir con la preservación del medioambiente porque fomentan la reducción del consumo de combustible. En términos del rendimiento, permiten



avanzar en una relación peso-potencia más elevada, hasta alcanzar los 6 cv por tonelada, capaz de ser cumplida por vehículos que hoy están en desempeño.

A uno de los prototipos con tractor de 4x2 con un semirremolque 2x1 se le puede agregar un eje o bien un remolque de 6x2, lo que permite potenciar la carga hasta 49,5 toneladas, con un kilaje neto de 31. En este dispositivo trabajó la empresa Lambert, cuyo representante, **Claudio Lambert**, destacó: *“Elevamos la capacidad de carga y disminuimos la tara en estimativamente un veinte por ciento. Estamos convencidos de que se mejora la seguridad del camión en la ruta”*.

La Propuesta Técnica Vehicular también prevé la puesta en marcha de un semirremolque 1+1+1 con una distancia de 1,40 metros entre cada eje, que permite llevar la potencia a 333 cv y suspensión neumática en el tándem trasero. Esta disposición permite llevar la carga a 55,5 toneladas. Al igual que el anterior prototipo, cuenta con suspensión neumática integral. En este modelo trabajó Helvética, en cuya representación **Javier Papa**, su gerente de planta, destacó que se *“va en línea con la mejora de la eficiencia logística que se está buscando”* en lo público y lo privado.



En ambas formaciones trabajó la firma Di Gilio en un sistema electrónico de frenos ABS EBS ESP que permite enviar una señal electrónica al tractor cuando se activan los frenos e incorpora la posibilidad de que los ejes se levanten de manera *“inteligente en función de la carga que llevan”*. Así lo explicó **Mariano Di Gilio**. A su turno, **Ignacio Boero**, de la compañía que lleva su apellido, indicó que persiguieron la meta de adaptar los vehículos de acuerdo con criterios internacionales, sobre todo para cargas peligrosas. Su desarrollo hace que *“la suspensión neumática funcione como barra estabilizadora”*, con una reducción de la tara.



En todos los casos, por lo largo del vehículo, se debe contar con una protección lateral para ciclistas y con un paragolpes con un diseño especial para que, ante un eventual siniestro con un rodado de menor porte, el auto no llegue a los ejes y lo afecte. Vale aclarar que esta iniciativa también cumple con otros objetivos de colaboración con el entorno: propone contar con tecnología menos contaminante y de mayor potencia, contribuye al cuidado del medioambiente al disminuir el consumo de combustible por tonelada transportada e implica mayor seguridad al implementar combinaciones con más estabilidad gracias a la mejor distribución entre vehículo motriz y remolcado.

Con estos aportes y su análisis técnico en pos del correcto funcionamiento, **FADEEAC** apuesta a fomentar el crecimiento del sector. Con ese criterio coincidió Campra, quien recalcó la importancia de desarrollar proyectos que obedezcan a **“potenciar la competitividad”** sin dejar de lado la seguridad vial. *“Es importante que no solo estemos hablando del aumento de la carga sino de la seguridad”*, resaltó, a modo de cierre, **Cristian Sanz**.

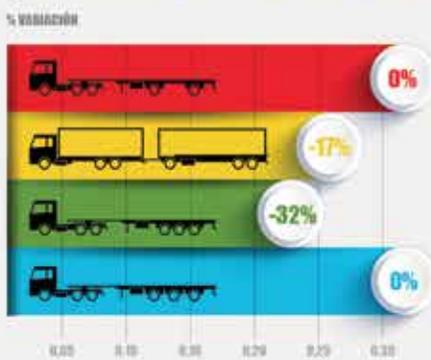
*La jornada finalizó con una muestra de cómo circulan los prototipos con carga para que los invitados pudieran ver en detalle su composición y avanzar en una iniciativa efectiva y estratégica. •*



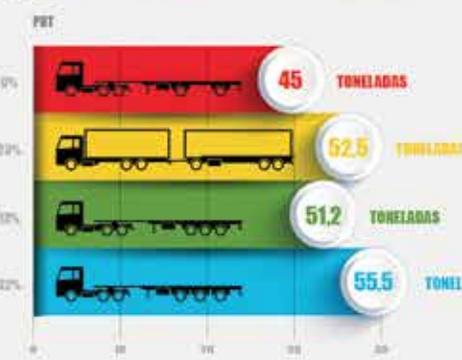
## ¿EN QUÉ CONSISTE?

- Levantar el límite de **45 toneladas** para combinaciones de vehículos.
- Aprovechar combinaciones con vehículos motrices con **configuraciones de ejes 6x2, 6x4 o 8x4**.
- Aprovechar el **5% de peso por eje permitido** para aquellos con suspensión neumática.
- Aprovechar **mejor la potencia** disponible en camiones diseñados para más de 45 tn.
- **Adaptar vehículos existentes para reducir el costo** de inversión y tiempo de implementación.
- **Incorporar nuevas configuraciones** con mayor capacidad de carga.
- Incentivar la incorporación de vehículos con **tecnología menos contaminante y de mayor potencia**.
- **Mejorar la seguridad** usando combinaciones **con mayor estabilidad** dinámica al tener una mejor distribución de peso entre vehículo motriz y remolcado.
- **Reducir la cantidad de combustible** consumido por tonelada transportada.

### ¿CÓMO SE COMPARA EL DESGASTE EN CIRCULACIÓN?



### ¿DE CUÁNTO ES EL AUMENTO DE PRODUCTIVIDAD?



Además, las configuraciones propuestas no aumentan la capacidad volumétrica de carga, no afectan la posibilidad de una sobrecarga mayor a la actual. Por lo tanto, equilibra e disminuye el desgaste producido por la sobrecarga de camiones que distorsionan el patrimonio.



YPF

# TU MEJOR COMPAÑÍA EN LOS CAMINOS DE TODO EL PAÍS

Brindamos un conjunto de soluciones destinadas a cubrir las necesidades de abastecimiento y administración de flotas. Con las exclusivas tarjetas de YPF ENRUTA, podrás acceder a un precio diferencial, la más grande cobertura en todo el país y contar con una amplia gama de productos y servicios sin necesidad de pagar en efectivo.  
**YPF ENRUTA. Una tarjeta, muchas soluciones.**

Para más información:  
0810-122-2020 | [consultasyer@ypf.com](mailto:consultasyer@ypf.com) | [ypf.com.ar](http://ypf.com.ar)

**YPF ENRUTA**

# La Asociación Uruguaya de Caminos CELEBRÓ SU 30° ANIVERSARIO



*El pasado viernes 7 de julio, la Asociación Uruguaya de Caminos (AUC) celebró su 30° aniversario con una cena en Chacra La Rinconada, en la ciudad de Montevideo.*

*La fiesta contó con casi 200 invitados, entre los que estuvieron socios de la entidad, funcionarios y representantes de empresas y del sector público uruguayo.*

**G**uillermo Cabana, presidente de la **Asociación Argentina de Carreteras**, estuvo presente en el evento, para reforzar los lazos que unen a ambas entidades en la búsqueda continua de la excelencia para los caminos de nuestra región.

Durante la velada, **Gisele Píngaro**, presidente de la Asociación Uruguaya de Caminos, realizó un repaso de lo realizado en los 30 años de existencia de la AUC, destacó la organización de más de 10 Congresos de Vialidad Uruguaya y promocionó el venidero 11° Congreso, que se desarrollará del 8 al 10 de noviembre de este año.

Entre los anuncios más importantes de la noche estuvieron la reedición actualizada del libro de la **“Situación de la Vialidad Uruguaya”**, la presentación de la renovada página web de la AUC y la emisión de un video institucional (que puede encontrarse en [www.auc.com.uy](http://www.auc.com.uy)).

Además, la AUC realizó un homenaje a los asociados con más de 25 años de afiliación y les entregó diplomas distintivos por ese reconocimiento.

La **Asociación Argentina de Carreteras**, a través de **Guillermo Cabana**, hizo entrega de una placa conmemorativa por esta

fecha tan especial de la entidad vecina. También entregó una distinción el Instituto del Cemento Portland Argentino, de manos de su director, Enrique Romero.

La cena se completó con un show de magia, ilusionismo y humor que dio paso a la música y el baile para dar cierre a una noche distendida y de camaradería.



La Asociación Uruguaya de Caminos fue fundada el 7 de julio de 1987 con la idea de relacionar a todos los agentes de la sociedad vinculados con el área vial y tener así un ámbito definido donde exponer, discutir y desarrollar los temas de interés común.

Su creación contó con el importante impulso inicial de la Dirección Nacional de Vialidad y el fundamental apoyo de 87 socios fundadores (tanto entidades oficiales como civiles, firmas comerciales y socios individuales).

Hoy en día la asociación cuenta con casi 400 miembros que representan ampliamente a todos los sectores de la sociedad y el ámbito comercial relacionados con el quehacer vial, tanto rural como urbano.

# Señalar



FABRICANTE  
**Certificado**  
de Señalización Vial

DISTRIBUIDOR  
**Autorizado**  
Láminas Reflectivas

Certificadas con Sello IRAM



Señalar SRL | Tel. 0341 457 457 7 | [carteles@senalar.com.ar](mailto:carteles@senalar.com.ar) | Brasil 151 - Rosario | [senalar.com.ar](http://senalar.com.ar)

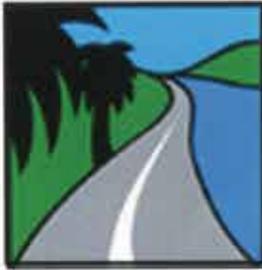


**CAMARA ARGENTINA  
DE CONSULTORAS  
DE INGENIERIA**

*50 AÑOS*

# CAMINOS DEL RÍO URUGUAY

S.A. DE CONSTRUCCIONES Y CONCESIONES VIALES



**Caminos del Río Uruguay**

## 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](http://www.caminosriouruguay.com.ar)

Tronador 4102 - C1430DMZ Capital - Teléfono: 4544-5302 (Líneas Rotativas)

## Staco Argentina



### MP100

La solución más rápida y económica para obras de infraestructura. En geometrías circulares y abovedadas.



### HEL-COR HC68

Conductos de acero galvanizado corrugado, según normas y planos tipo DNV.

### Tunnel Liner

Estructuras para ejecución de túneles sin interrupción de tránsito. En geometrías circulares y abovedadas.



### Sistemas de Defensas Metálicas

Compuestas por defensas, postes, alas terminales y accesorios según normas y planos tipo DNV.





# Conferencia Especial

## "BIG DATA PARA LA MOVILIDAD"

El pasado martes 18 de julio la Asociación Argentina de Carreteras organizó la conferencia especial "Big Data para la Movilidad", presentada por el especialista Bill Sowell, vicepresidente de Eberle Design, Inc. y presidente del Comité de Educación en ITS de la International Road Federation (IRF).

La disertación, que se llevó a cabo en el **Salón Auditorio de la Asociación Argentina de Carreteras**, fue de un gran nivel técnico y contó con la presencia de personal de vialidades y de áreas de tránsito y movilidad del Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, entre otros.

**Bill Sowell** expuso acerca de la **importancia de Big Data** y cómo se está convirtiendo en una de las herramientas fundamentales para que las ciudades puedan enfrentar el desafío de la gestión y planificación de la movilidad.

Destacó la gran cantidad de sensores que hoy en día están recolectando información sobre el tránsito continuamente y enfatizó que los datos son inservibles si no hay análisis y conocimientos derivados, por lo que la gestión de Big Data para la movilidad debe centrarse en las llamadas **"Cuatro V"**:

- **Volumen de datos:** ¿Cuántos datos de tránsito se necesitan para que sean útiles y para que permitan tomar decisiones?

- **Velocidad de datos:** ¿Mis datos tienen que ser reportados en tiempo real para ser útiles y permitir la toma de decisiones?
- **Variación de datos:** ¿Qué tipos de datos necesito para resolver mis problemas?
- **Valor de datos:** ¿Qué tipo de análisis de datos se necesita para suministrar información útil?

Sowell planteó la necesidad de una visión de futuro con el concepto de **"ciudad inteligente"** y mostró las diversas formas en que los ingenieros de tránsito y los gobiernos o agencias de movilidad y seguridad pueden implementar medidas, controles y procesos a través del uso y análisis de los datos disponibles.

El **Dr. Bill Sowell** ha trabajado en todo el mundo en el desarrollo de estándares y tecnología ITS por más de 30 años. Tiene tres doctorados y dos maestrías por la Universidad Estatal de California, la Universidad de California en Irvine, la Universidad del Sur de California y la Universidad de Oklahoma. Ha gestionado pequeñas y grandes empresas

relacionadas con los sistemas inteligentes de transporte en Estados Unidos, el Reino Unido, América Latina y Asia. Desempeñó un papel clave en el diseño y desarrollo del proyecto de ATVAM de Arabia, el Mohd. Bin Zayed City Project en Abu Dabi y la adopción del protocolo de comunicaciones abiertas de NTCIP en Chile, Brasil, China y Arabia Saudita. Ha sido miembro de la Junta de Directores de IRF, actualmente como presidente del Comité de Educación ITS de IRF.

También preside el Comité Técnico de Medidas de Rendimiento de la Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos (NEMA) y ha vivido y trabajado en los Emiratos Árabes Unidos y Arabia Saudita por más de 25 años, promoviendo soluciones ITS seguras y eficientes.

*La presentación que realizó en esta conferencia está disponible en nuestra web: [www.aacarreteras.org.ar](http://www.aacarreteras.org.ar).*

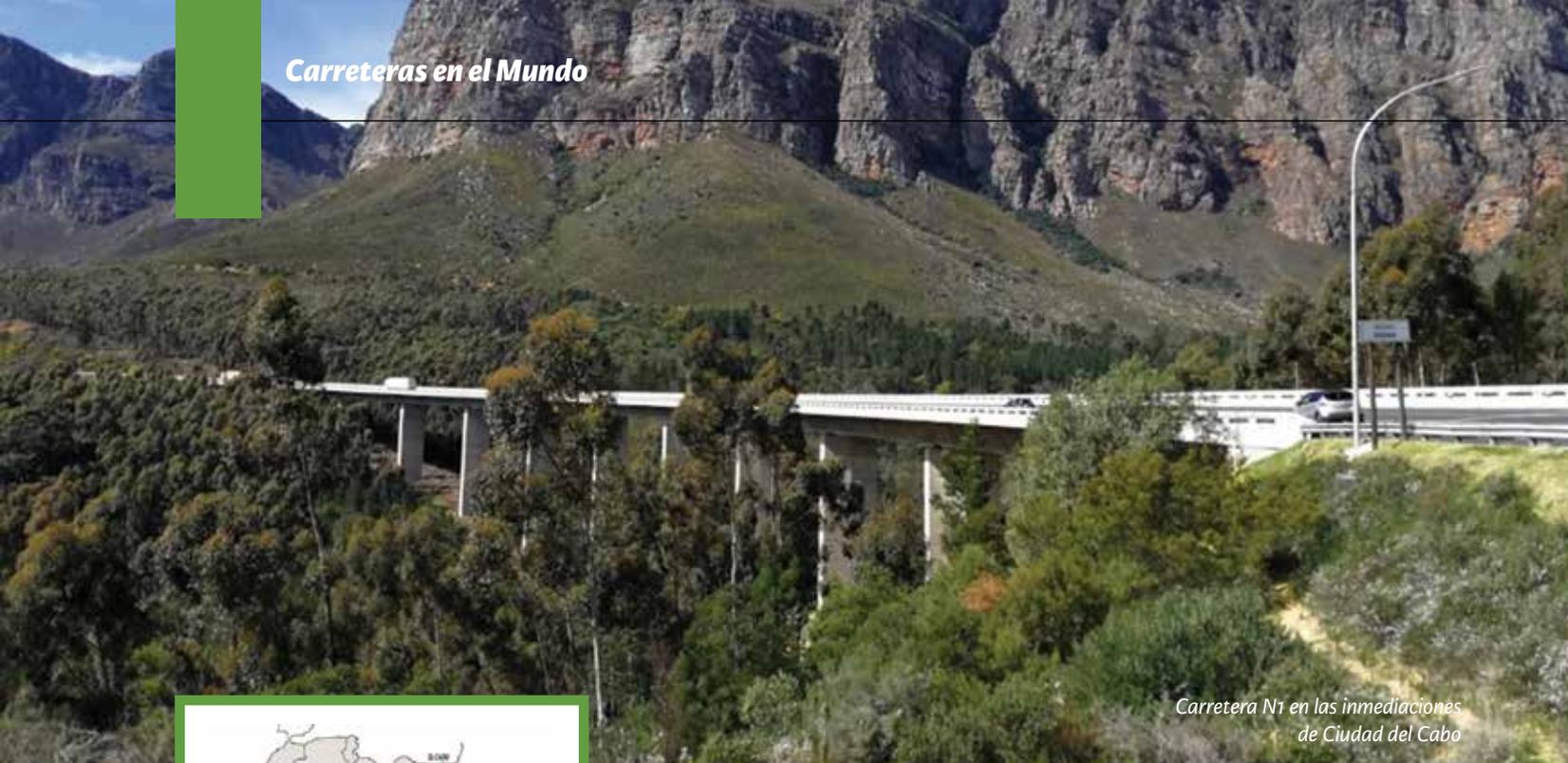




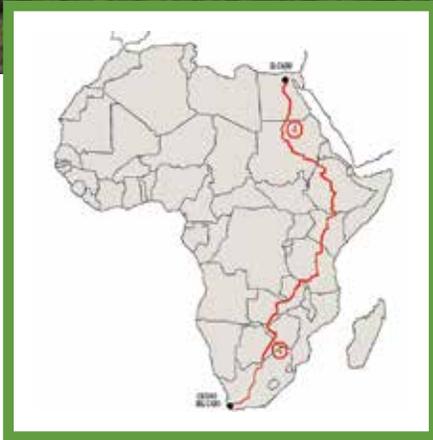
CONSTRUIMOS FUTURO

[www.contreras.com.ar](http://www.contreras.com.ar)





Carretera N1 en las inmediaciones de Ciudad del Cabo



## La Red Transafricana de Carreteras

# CARRETERA EL CAIRO - CIUDAD DEL CABO

(Primera Parte)

Estudiamos en esta oportunidad el programa para establecer una red continental de autopistas que atraviesen los numerosos países africanos, para vincular las principales ciudades en base a la infraestructura vial existente, sin que dicha red necesariamente cruce la capital de cada Estado. La información que se aporta es en base al documento publicado por la Comisión Económica para África de las Naciones Unidas, conjuntamente con el Banco de Desarrollo Africano y el Fondo para el Desarrollo Africano: **“Review of the implementation status of the Trans African Highways and the missing links”**.



por el Ing. Oscar Fariña

Dada la complejidad de esta propuesta y los diversos y numerosos documentos consultados, se desarrollará el análisis de los caminos en varias ediciones de esta revista. En este caso, trataremos el tramo sur de la denominada **TAH4**, que vincula **Ciudad del Cabo (Sudáfrica)** con **El Cairo (Egipto)**.

## CONSIDERACIONES INICIALES DE LA RED DE CARRETERAS EN EL CONTINENTE AFRICANO

La densidad de caminos en el continente africano es de unos 5 km/100 km<sup>2</sup>, lo que es muy bajo comparado con otras regiones del mundo, tal el caso de América Latina, con un promedio de 12 km/100 km<sup>2</sup> y Asia, 18 km/100 km<sup>2</sup>. Además de la diferencia del grado de desarrollo, hay que tener en cuenta el tamaño de la geografía y las largas distancias entre centros poblados. Debe destacarse que durante años se han registrado bajos niveles de inversión en infraestructura en general y descuido en la operación y mantenimiento de los ferrocarriles, lo que ha provocado que más del 80% del transporte tanto de carga como de pasajeros se desarrolle por carreteras. Las redes existentes fueron establecidas originalmente en función de los intereses de las potencias coloniales para la exportación e importación de los países industrializados del mundo. Esto implicó que los caminos se proyectaran dentro de los territorios ocupados en dirección longitudinal hacia los puertos marítimos.

Por todo ello, una de las acciones iniciales más exitosas en el proceso de la independencia de las colonias fue precisamente la de vinculación entre las flamantes naciones y la construcción, en el año 1970, del Sistema de Autopistas Transafricana (TAH). Se constituyó una política de Estado para la integración y la cooperación en el continente. Cabe aclarar que la acepción de autopista es empleada en los documentos como sinónimo de carretera, sin que ello implique que la infraestructura del camino en todos los casos se corresponda con el tradicional concepto vial.

El Sistema de Autopistas Transafricanas (TAH) consiste en nueve corredores principales, con una longitud total de 59.100 kilómetros. En la década de 1970 se decidió desarrollar una red de caminos transitables permanentes que, en principio, conectarán a las ciudades capitales, contribuyendo a la integración política, social y económica de los países, para facilitar el transporte en general entre las principales áreas de producción y consumo.

No obstante ello, las políticas implementadas en numerosos países se basaron en utilizar los recursos financieros disponibles fundamentalmente para mejorar los caminos de acceso a centros poblados y de producción internos, postergando o descuidando las vías internacionales de comunicación entre las localidades urbanas. Este orden de prioridades -que resulta de por sí lógico habida cuenta del enorme déficit de infraestructura vial del continente- ha dado lugar a que prácticamente un cuarto del total de la red programada no haya sido desarrollada.

En la **Figura N° 1** puede verse la red programada en su totalidad y las conexiones faltantes (se representan en líneas discontinuas), que se refieren particularmente a caminos no pavimentados y, en algunos casos, a huellas no habilitadas

para la circulación vehicular. Inicialmente los nueve corredores viales principales fueron los siguientes:

- Carretera N° 1:** El Cairo (Egipto) - Dakar (Senegal)
- Carretera N° 2:** Argel (Argelia) – Lagos (Senegal)
- Carretera N° 3:** Trípoli (Libia) – Windhoek (Namibia)
- Carretera N° 4:** El Cairo (Egipto) – Gaborone (Botsuana)
- Carretera N° 5:** Dakar (Senegal) – N’Djamena (Chad)
- Carretera N° 6:** N’Djamena (Chad) –Djibouti (Djibouti)
- Carretera N° 7:** Dakar (Senegal) –Lagos (Nigeria)
- Carretera N° 8:** Lagos (Nigeria) – Mombasa (Kenia)
- Carretera N° 9:** Beira (Mozambique) - Lobito (Angola)

La red tenía una extensión de 54.120 kilómetros, a los que hay que descontarle una superposición de los caminos en determinados tramos por 1.670 kilómetros, por lo que se reduce a un total de 52.450 kilómetros.

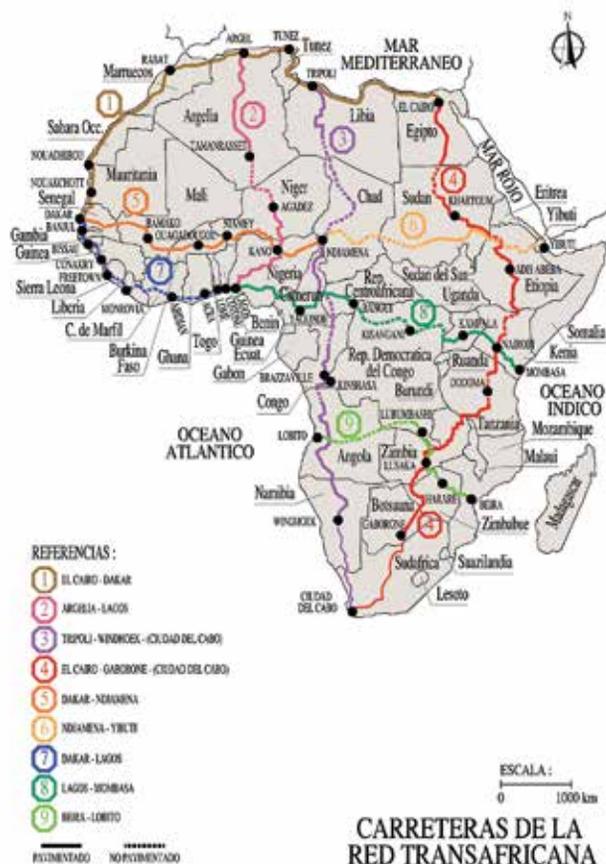


Figura N° 1: - Red Transafricana de Carreteras

En el año 1971 se estableció el Trans-African Highway Bureau para el gerenciamiento de la Red de Carreteras, el que dejó de funcionar en la década siguiente, sin haber sido rehabilitado por razones de diversa índole. Son numerosas las cuestiones que se plantean en la organización de este tipo de emprendimientos, no obstante lo cual, a través del tiempo, se fue avanzando en varios aspectos a fin de establecer criterios en cuanto a normas de diseño vial en general, dado que el proyecto, desarrollo y mantenimiento de los caminos son prerrogativas de los Estados nacionales.

En la actualidad se sigue discutiendo evaluar la construcción de los tramos faltantes de la red, ya sea aquellos que son de vinculación geográfica directa o los que no existen y resulta necesario proyectar.

Por último, al momento de diseñarse el sistema no se incluyó a la República Sudafricana por la política del Apartheid. Con su eliminación, se ha considerado ampliar el esquema de la Carretera N° TAH3 Trípoli (Libia) a Windhoek (Namibia), con prolongación hasta Ciudad del Cabo, como así también de la Carretera N° TAH4 El Cairo (Egipto) a Gaborone (Botsuana), para seguir también hasta Ciudad del Cabo.

### CARRETERA EL CAIRO - CIUDAD DEL CABO



Figura N° 3: Carretera Transafricana TAH4

RED DE CARRETERAS TRANSAFRICANAS			
Información Vial por país			
Autopista N°	Ciudades Cabeceras	Long.total Tramo	Países que atraviesa
TAH1	El Cairo (Egipto) - Dakar (Senegal)	8.640	Egipto, Libia, Túnez, Argelia, Marruecos, Mauritania y Senegal.
TAH2	Argel (Argelia) - Lagos (Nigeria)	4.500	Argelia, Niger y Nigeria
TAH3	Trípoli (Libia) - Windhoek (Namibia). No incluye conexión con Ciudad del Cabo	9.610	Libia y Chad
TAH4	El Cairo (Egipto) - Garbarone (Botsuana). No incluye conexión con Ciudad del Cabo	8.860	Egipto, Sudan, Etiopía, Kenia, Tanzania, Zambia, Zimbabue y Botsuana.
TAH5	Dakar (Senegal) - Ndjadema (Chad)	4.500	Senegal, Malí, Burkina Faso, Niger, Nigeria y Chad.
TAH6	Ndjadema (Chad) - Djibuti (Djibuti)	4.220	Chad, Sudán, Etiopía y Djibuti.
TAH7	Dakar (Senegal) - Lagos (Nigeria)	4.010	Senegal, Gambia, Guinea, Sierra Leona, Liberia, Costa de Marfil, Ghana, Togo, Guinea Ecuatorial, y Nigeria
TAH8	Lagos (Nigeria) - Mombasa (Kenia)	6.260	Lagos, Camerún, República Centroafricana, República Democrática del Congo, Uganda y Kenia
TAH9	Beira (Mozambique) - Lobito (Angola)	3.520	Mozambique, Zimbabue, Zambia, República Democrática del Congo y Angola
Longitud Total		52.450	
Superposición de tramos		52.450	
Longitud NetaTotal		52.450	

Figura N° 2: Nómina de Corredores Viales

Es interesante plantear la importancia que tuvo esta iniciativa del ferrocarril: si bien no alcanzó a completarse, tuvo una participación importante en el sistema de transporte y es un antecedente del trazado de la actual red de caminos. Los intereses británicos tenían que salvar obstáculos geográficos y climáticos, así como negociar con los intereses propios de los otros tres imperios coloniales rivales (el francés, el portugués y el alemán). En la actualidad son numerosos los tramos construidos de las vías férreas tanto en operación como fuera de servicio, aun cuando no exista uniformidad en el ancho de la trocha de las vías.

En la Figura N° 4 se detalla el desarrollo de la Carretera TAH 4, con los países y las principales ciudades que atraviesa, la longitud del camino por tramo y la extensión de las calzadas pavimentadas. La división en secciones geográficas se corresponde con la infraestructura vial disponible respecto del estado de los pavimentos, los estándares de calidad vial, los volúmenes de tránsito y el movimiento de la circulación de cargas. Se observa que del total de los 10.330 kilómetros de este Corredor Norte Sur, 8.573 disponen de pavimentos con circulación permanente, es decir un 83 %, y sólo el 17 % restante (clasificados como enlaces faltantes) son de ripio o tierra.

Carretera Transafricana TH 4 (y continuación en Sudáfrica)					
Información Vial por país					
Tramo por País N°	País	Long. total por tramo (Km)	Sección	Long. tramos Pavimentados	Localidades que atraviesa
TAH1	Egipto	1.140	NORTE	1.135	El Cairo, Aswan, Arkeen (frontera con Sudán)
TAH2	Sudán	1.321		808	Wadi Haifa (frontera con Egipto), Jartum
TAH3	Etiopía	1.692		1.507	Adis Abeba, Moyale (frontera con Kenia).
TAH4	Kenia	938	CENTRAL	419	Marsabit, Nairobi, Namanga (frontera con Tanzania).
TAH5	Tanzania	1.216		681	Arusha, Dodoma, Iringa, Mbeya.
TAH6	Zambia	1.496		1.496	Nakonde, Mpika, Serenje, Lusaka, Livingstone.
TAH7	Zimbabue	538	SUR	538	Victoria Falls, Bulawayo, Plumtree.
TAH8	Botsuana (hasta Gaborone TAH 4)	520		520	Francistown, Paapye, Mahalapye, Gaborone.
	Botsuana (h/ frontera Sudafrica Mofikeng)	151		151	Gaborone, Lobatse, Mafikeng
TAH9	Beira (Mozambique) , Lobito (Angola)	1.318		1.318	Mafikeng, Kimberley, Britstown, Victoria West, Beaufort West, Worcester, Ciudad del Cabo.
TOTAL		10.330		8.573	

Figura N° 4: Información Vial de la Carretera TAH4

### SECCIÓN NORTE DE LA TAH 4

Si se realiza un análisis por sectores, en el identificado como Norte se observa que en Egipto la carretera forma parte de una extensa red nacional bien mantenida y con altos niveles de tránsito, especialmente en los alrededores de El Cairo. La TAH4 mantiene buenas condiciones de transitabilidad hasta prácticamente la frontera con Sudán. En este país el camino se extiende a lo largo del valle del Nilo, con una infraestructura muy pobre y una limitada población y escasas actividades económicas. Solo en las inmediaciones de Jartum se dispone de caminos asfaltados en buen estado. La vinculación con Etiopía ha sido rehabilitada pero registra bajos niveles de tránsito.

El camino entre la frontera hasta la capital, Addis Abeba, y su continuación para llegar a Kenia también ha sido pavimentado y forma parte de los esfuerzos de las autoridades para mejorar la infraestructura vial en región oeste del país.

### SECCIÓN CENTRAL DE LA TAH 4

En Kenia, el camino a partir de la frontera norte dispone de una estructura básica de terreno natural con niveles de tránsito muy bajos, los que se elevan recién en las inmediaciones de la ciudad capital de Nairobi, donde se dispone de una carretera asfaltada. A partir de allí, hasta Arusha, la carretera dispone de una infraestructura asfáltica. Debe destacarse que en esta región se encuentra el Monte Kilimanjaro, que, por sus características y por ser la montaña más alta del continente, resulta un punto muy atractivo para el turismo internacional y el deporte de aventura.

Luego el camino es de pobres características hasta la localidad de Iringa, a partir de la cual se registra un incremento del tránsito y un mejoramiento de la infraestructura. Esto se

mantiene también al cruzar la frontera, como una principal vía de comunicación a través de Zambia.

### SECCIÓN SUR DE LA TAH 4

Esta sección comprende dos países, Zimbabue y Botsuana, y continúa en Sudáfrica. En Zimbabue el camino está limitado a un corto tramo de aproximadamente 500 kilómetros, entre Victoria Falls y Bulawayo - Plumtree. Dispone de un adecuado pavimento, mayoritariamente transitado por turismo. En cambio, en Botsuana el corredor de 720 kilómetros coincide con una importante vinculación norte-sur, que se desarrolla en forma paralela a la línea de frontera este de su territorio.

En esta edición analizaremos precisamente esta Sección Sur, mientras que las restantes secciones se estudiarán en la próxima publicación de CARRETERAS.

### EVALUACIÓN DE LOS CAMINOS DEL CORREDOR EN LA SECCIÓN SUR

#### La Carretera TAH4 en Zimbabue y Botsuana

El tramo se inicia en la frontera entre Zimbabue y Zambia, donde se encuentran las impresionantes Cataratas Victoria, en el cañón del Río Zambesi. La Carretera TAH4 pasa a lo largo de un puente de acero de 198 metros de longitud, de uso ferroviario y vial, que prácticamente constituye el único enlace entre ambos países y que fuera ideado por el ya mencionado magnate Cecil Rhodes.



Figura N° 5: Plano de Botsuana y Zimbabue

A partir de allí, el camino está totalmente pavimentado y a lo largo de 538 kilómetros pasa por Bulawayo, que es la segunda ciudad en importancia después de la capital, Harare, y alcanza

Plumtree en la frontera con Botsuana. En la nomenclatura vial de Zimbabue la Carretera TAH 4, en el tramo Victoria Falls – Bulawayo, se identifica como A8 y entre esta y Plumtree, como A7. En lo referido a los volúmenes de tránsito registrados, se constatan valores del orden de los 2.400 vehículos por día en la A8 y de 1.500 vehículos por día en la A7, con un 16% -19% de vehículos de carga.

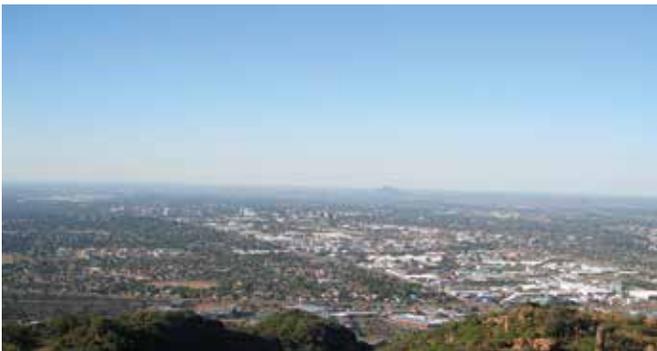


Figuras N° 6: Puente de la Carretera TAH 4 sobre el Río Zambesi

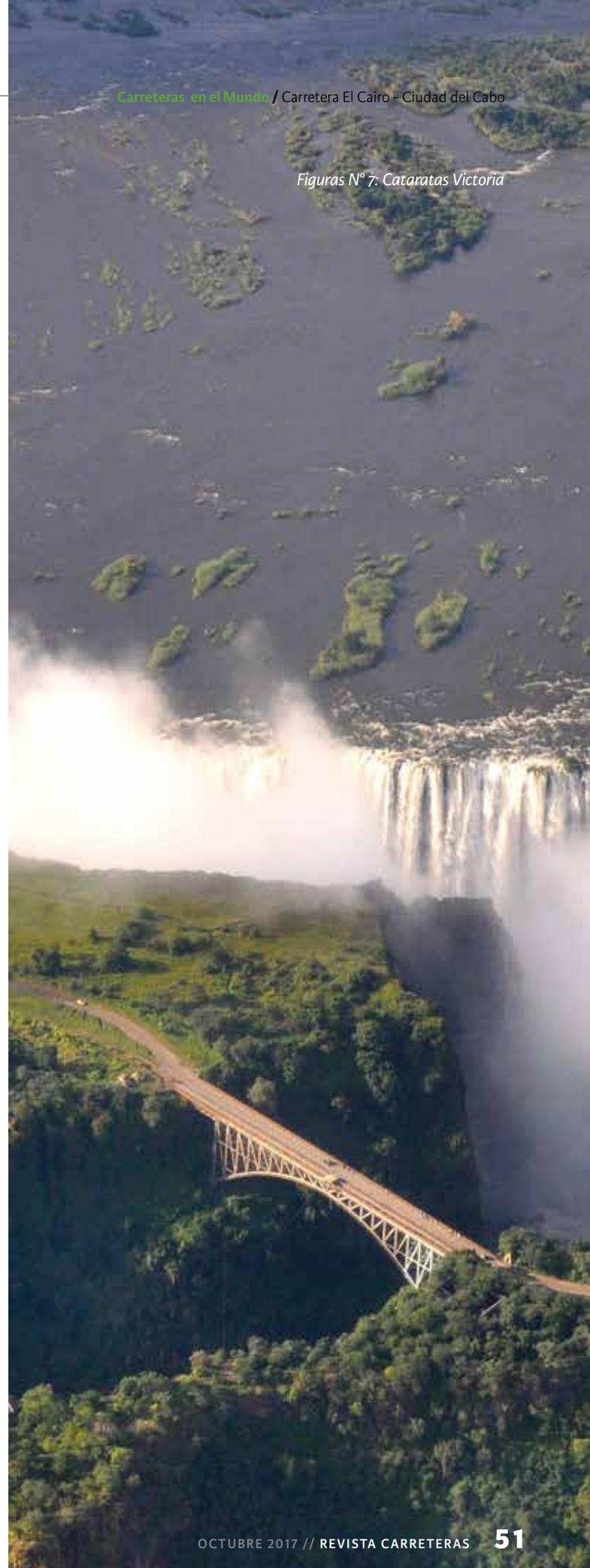
Desde la frontera, el camino en Botsuana recorre unos 643 kilómetros, con una infraestructura pavimentada hasta en el límite con Sudáfrica, pasando por Gaborone, que es la ciudad capital. La misma fue fundada en el año 1890 y está distanciada de Pretoria por solo 358 kilómetros. A partir de la frontera norte el volumen de tránsito disminuye a 500 vehículos por día, mientras que en la conexión con Sudáfrica se comprueban unos 1.100 vehículos por día, con un alto porcentaje de camiones (entre 30% y 40%).



Figuras N° 8: Ayuntamiento de ciudad de Bulawayo Zimbabue



Figuras N° 9: Ciudad de Gaborone, capital de Botsuana



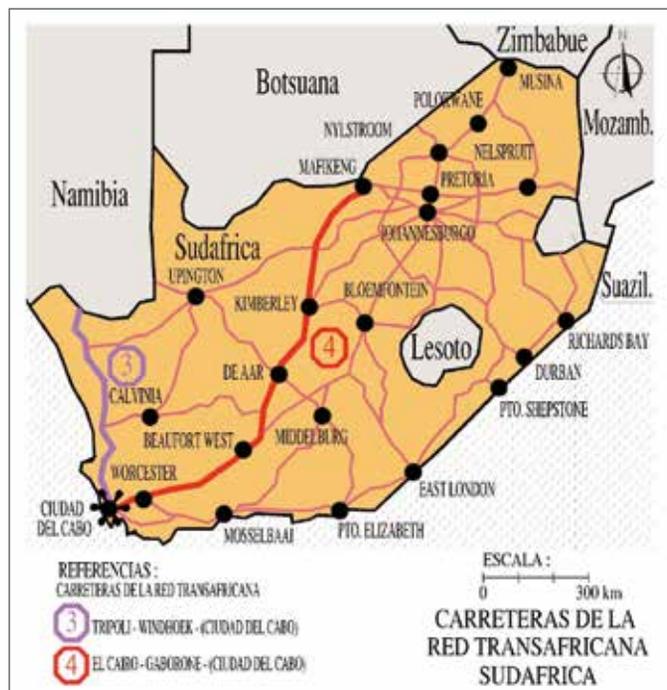
Figuras N° 7: Cataratas Victoria



Figura N° 11: Kimberley y el Gran Hoyo

## LA CARRETERA EN SUDÁFRICA

En Sudáfrica la conexión vial a partir de la frontera con Botswana tiene una extensión directa hasta Ciudad del Cabo: unos 1.300 kilómetros a través de la Carretera N18 (Mafikeng – Kimberley), la N12 (Kimberley – Cruce en el paraje Tres Hermanas – Beaufort) y, finalmente, la N1, hasta alcanzar el punto final del recorrido.



Figuras N° 10: Carretera Prolongación TAH 4 en Sudáfrica

Una vía alternativa desde Gaborone, que atraviesa las principales ciudades como Pretoria (capital ejecutiva), Johannesburgo, Bloemfontein (capital judicial) y Ciudad del Cabo (capital legislativa), representa unos 400 kilómetros más de recorrido.



Figuras N° 12: Carretera en la zona norte de Sudáfrica

En lo referido al camino directo, en el tramo de la N18, este se desarrolla atravesando diversas localidades como Mafikeng (ver Figura 30 con la carreta circulando por izquierda), Vryburg y Kimberley.

Como nota de color de la localidad de Kimberley se destaca que en la misma operó una famosa mina de diamantes que dejó de funcionar en 1914, pero que realizó una perforación que se puede observar una vista aérea de la Figura N° 11, conocida como Big Hole, que llegó a tener una profundidad de más 1.000 metros (la profundidad del nivel del agua actual es de 174 metros). Tal como se registran en las crónicas de esta explotación, a lo largo de toda su historia se extrajeron del lugar alrededor del equivalente a 2.700 kilos (14 millones de quilates) de estas piedras preciosas.

A partir de Kimberley, la carretera -ahora en la denominación local como N12- se extiende sobre una planicie semidesértica que cruza pequeñas localidades como Hopetown y Britstown,



Figura N° 13: Formación 3 Hermanas

hasta encontrarse con la Ruta N1, que vincula Pretoria con Ciudad del Cabo. Este punto de encuentro es denominado Tres Hermanas, a propósito de la formación geológica de las inmediaciones.



Figura N° 14: Vista Carretera N12

El tramo final del recorrido pasa por algunas poblaciones, como Beaufort West, donde se encuentra la casa museo que perteneciera al famoso cardiocirujano Cristian Barnard, que hiciera el primer trasplante de corazón en el Hospital Groote-Schuur, de Ciudad del Cabo.



Figura N° 15: Casa museo de Cristian Barnard

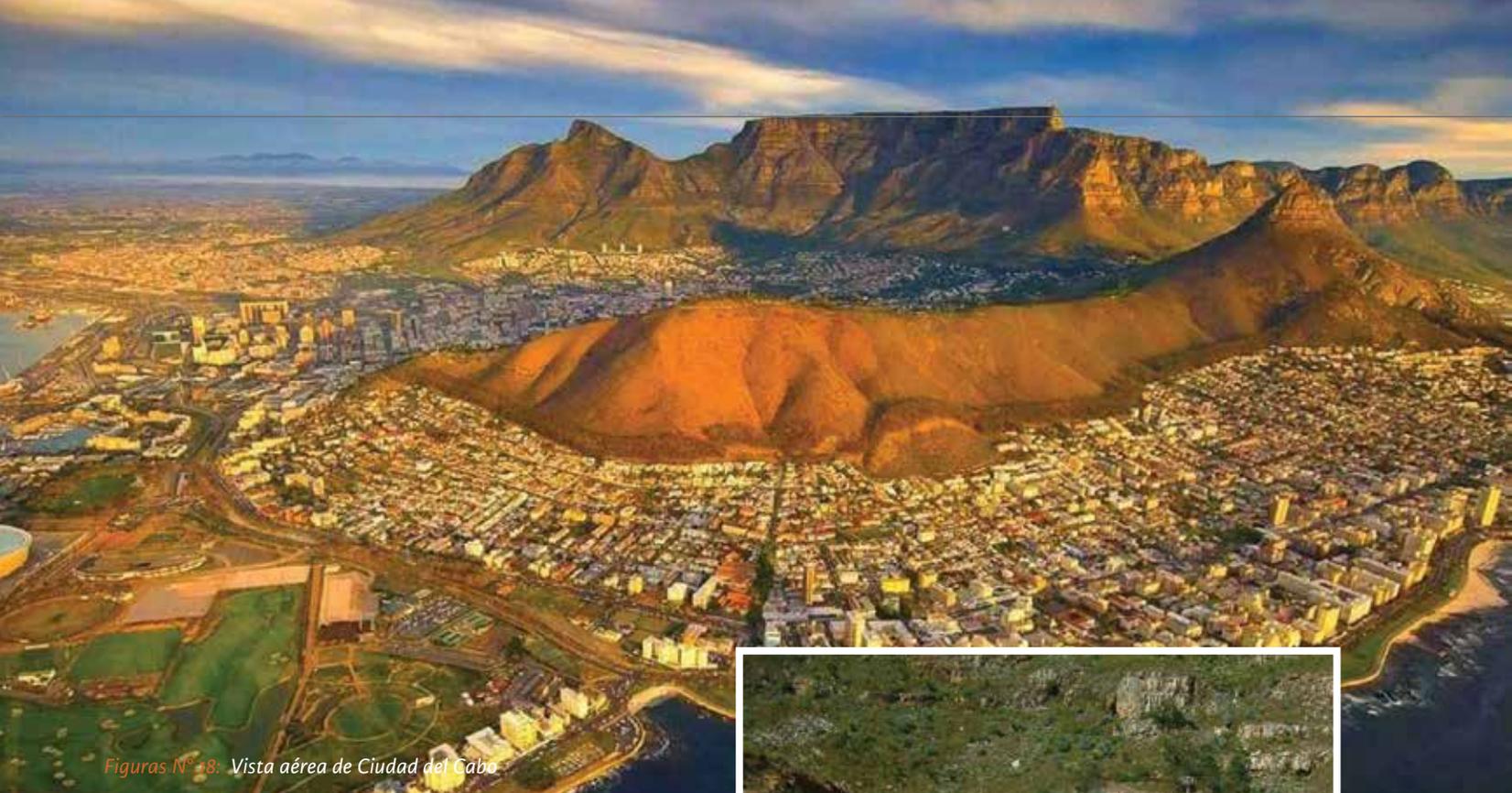


Figuras N° 16 y N°17: Rinocerontes y leonas en la Reserva Aquila Game

El camino al acercarse al área montañosa que bordea la zona costera atlántica, en las inmediaciones de la localidad de Worcester, se topa con la reserva Aquila Game, tal como ilustran las Figuras N° 16 y N° 17.



**"El Sistema de Autopistas Transafricanas (TAH) consiste en nueve corredores principales, con una longitud total de 59.100 kilómetros".**



*Figuras N° 18: Vista aérea de Ciudad del Cabo*

Los accesos a Ciudad del Cabo deben atravesar la zona montañosa de las inmediaciones. Las carreteras tienen una disposición moderna de autopistas, tal como puede verse en la **Figura N° 19** de la N1.

Ciudad del Cabo está emplazada en un lugar geográfico emblemático: el punto de encuentro entre los Océanos Atlántico e Índico. Y puede interpretarse con el comienzo o el final de los caminos que unen a los hombres que habitan este grandioso continente. •



*En esta edición se ha analizado solo un tramo de la Carretera Transafricana TAH4. Su estudio será completado en el próximo número de esta revista, como un pequeño aporte a la problemática compleja de la vialidad en África.*



*Figura N° 19: Carretera N1 en las inmediaciones de Ciudad del Cabo*

## NOTAS DEL AUTOR:

- Como es habitual en los documentos de estas crónicas, los nombres de las localidades y puntos geográficos están presentados con su denominación en el idioma original del país o, en su defecto, con la traducción en el equivalente en los caracteres de nuestro idioma.
- Parte del material de las figuras que acompañan el artículo pertenece a fuentes propias y otra parte proviene del archivo de Google Earth.



# LOS PRIMEROS 3 KM DE TU VIAJE LOS HACEMOS JUNTOS

**Se utilizó Shell Cariphalte para pavimentar la pista N°2 de Ezeiza**

Shell Cariphalte es un asfalto modificado con polímeros especialmente formulado para proporcionar una mejor adhesión entre los agregados del ligante, aun frente a la acción del agua. Shell Cariphalte es elegido en todo el mundo para la construcción de autopistas, aeropuertos e incluso circuitos de Fórmula 1.

Nuestro Know-How, capacidad de suministro, estándares de servicio y reputación convierten a Shell Bitumen en un socio ideal.

**Shell Bitumen**



# Breves

## JORNADA

### "VISIÓN CERO: APORTES DE LAS CIENCIAS DEL COMPORTAMIENTO AL DISEÑO DE POLÍTICAS PÚBLICAS EN SEGURIDAD VIAL".

La Red Académica de Seguridad Vial, que depende de la Agencia Nacional de Seguridad Vial, realizó el pasado 17 de julio la jornada "Aportes de las Ciencias del Comportamiento al Diseño de Políticas Públicas en Seguridad Vial".

El evento, que se llevó a cabo en la sede de la **Federación Argentina de Entidades Empresarias del Autotransporte de Cargas (FADEEAC)**, contó con más de 50 invitados de toda la red académica de la seguridad vial, entre los que participaron **Mario Leiderman** y **Eduardo Lavecchia**, representantes de la Comisión de Seguridad Vial de la Asociación Argentina de Carreteras.

La actividad se enmarcó en el contexto de la iniciativa de un grupo de trabajo interdisciplinario del que participan investigadores de la **Universidad Pompeu Fabra** (Barcelona, España), de la **Universidad Nacional del Sur** (Bahía Blanca, Argentina), de la **Red Académica del Observatorio Vial Nacional (ANSV)** y funcionarios de la **Dirección Nacional de Tránsito y del Ministerio de Justicia y Derechos Humanos**, entre otros especialistas. Dicho grupo aspira a constituir un proyecto de cooperación para el desarrollo de herramientas que apunten a mejorar las políticas públicas vinculadas a la seguridad vial.

La parte central del evento fue la exposición de la especialista española **Sonia Ramos**, profesora de la Universidad Pompeu Fabra (Barcelona), quien presentó "**Accidentes Cero: Incidencia en derecho de daños de políticas regulatorias de eliminación de accidentes de circulación mortales y muy graves**". Mostró en perspectiva comparada el trayecto de las políticas públicas españolas y suecas en materia de seguridad vial sobre el enfoque de la Visión Cero. Tras un receso, se realizó una mesa de debate de la que participaron **Sonia Ramos**, **Hugo Acciarri** (Universidad Nacional del Sur), **Analía Moreda** (Observatorio Vial de la ANSV) y **Jose Nesis** (médico especialista en Psiquiatría y Psicología del Ministerio de Justicia de la Nación).

El intercambio fue sumamente interesante, ya que puso en diálogo a abogados, médicos, accidentólogos e ingenieros que brindaron su perspectiva sobre los distintos problemas que presenta el trabajo en seguridad vial en nuestro país. Mediante la intervención de los expertos presentes se buscó la forma

de conciliar la experiencia española presentada por Sonia Ramos con la realidad de nuestro país.

Este encuentro tuvo como objetivo la puesta en común de las inquietudes de diversos actores vinculados con la temática con la intención diseñar una agenda de temas de interés compartidos en este campo y de definir posibles ejes de trabajo.



Las conclusiones del debate serán el punto de partida de la agenda de trabajo de un workshop que se llevará a cabo el 9 de octubre en la ciudad de Barcelona, España, en el que participarán, además, representantes de la *Swedish Transport Administration* y miembros del *Behavioral Insights Team* (Reino Unido).



**HACIA  
VISIÓN CERO**  
CERO VÍCTIMAS DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO



Edición del Libro

## “UN CUENTO PARA TRANSITAR”



En 2016 se desarrolló la segunda edición del concurso “**Un cuento para transitar**”, organizado por la **Agencia Nacional de Seguridad Vial**, del Ministerio de Transporte de la Nación. Con las producciones finalistas se editó el libro “**Un cuento para transitar**”, con quince relatos e ilustraciones realizados por chicos y chicas de nuestro país.

El material permite el abordaje educativo de temas de educación vial como nociones de espacio público, derechos y obligaciones al circular, y los distintos roles que asumimos al transitar (peatón, pasajero de transporte público, conductor, ciclista, motociclista, etc.).

También el respeto por uno mismo y por los demás, es decir, una perspectiva de convivencia en el espacio público y del cuidado y la prevención, lo que lo convierte en un excelente material educativo para trabajar en las escuelas temas de educación vial.

Los cuentos e ilustraciones que forman parte de este material fueron desarrollados por estudiantes de las siguientes escuelas:



- Escuela de Educación Especial N° 506
- Escuela Primaria N° 42 Chaco
- Escuela Hospitalaria N° 7038 Dr. Andrés Cornejo
- Escuela N° 157 Domingo F. Sarmiento
- Escuela N° 4034 Santa Lucía
- EEP N° 1029 Dr. Félix Omar Ané
- Escuela San Martín de San Agustín
- Escuela Primaria Jornada Completa N° 34 Pedro Lucero
- Escuela Nuestra Señora del Carmen
- Escuela N° 1280 Soldado de Malvinas
- Escuela Fray Honorato Pistoia N° 4044
- Centro Educativo 8171 Fe y Alegría
- Escuela San Pío X
- Escuela Ernesto Bavio
- Escuela de Educación Primaria N°701

El libro puede descargarse de manera gratuita desde la página  
[www.educacionvial.gov.ar/novedades/un-cuento-para-transitar-material-educativo](http://www.educacionvial.gov.ar/novedades/un-cuento-para-transitar-material-educativo)

## VEHÍCULOS CONECTADOS Y AUTÓNOMOS TEMA CENTRAL DE LA ÚLTIMA EDICIÓN DE LA REVISTA DE LA AIPCR/PIARC

Este número de la revista *Routes/Roads* está dedicado en exclusividad a la temática de vehículos autónomos y ofrece una visión general de estas tecnologías que van a continuar transformando profundamente el sistema de transporte.

El tema ha sido elaborado por **Jacques Ehrlich** (Francia), Presidente del Comité Técnico B.1 sobre “Explotación de la Red Vial / Sistemas Inteligentes de Transporte” y da una serie de visiones diferentes sobre este tema de actualidad que la AIPCR/PIARC ha decidido estudiar, ya que las autoridades responsables de la red viaria y los operadores de la red están siendo cada vez más conscientes de la responsabilidad que tienen de poner en práctica estas nuevas tecnologías.

Con ese objetivo, el número 373 de la revista *Routes/Roads* incluye los artículos de:

- **John Miles y Richard Harris:** fundamentos del vehículo conectado basado en el trabajo previamente realizado por el grupo de estudio conjunto PIARC-FISITA1
- **Martin Böhm:** plataforma C-Roads, una iniciativa europea que permitirá avanzar de forma armonizada en todos los aspectos necesarios para la implementación de esta tecnología
- **Dieter Hintenaus y Marko Jandrisits:** presentan el corredor experimental que va de Róterdam a Viena pasando por Holanda, Alemania y Austria.
- **Sylvain Belloche y Ludovic Simon:** se centran en el impacto que el despliegue de estos sistemas tendrá en la gestión de las redes y en la evolución del papel de los operadores.

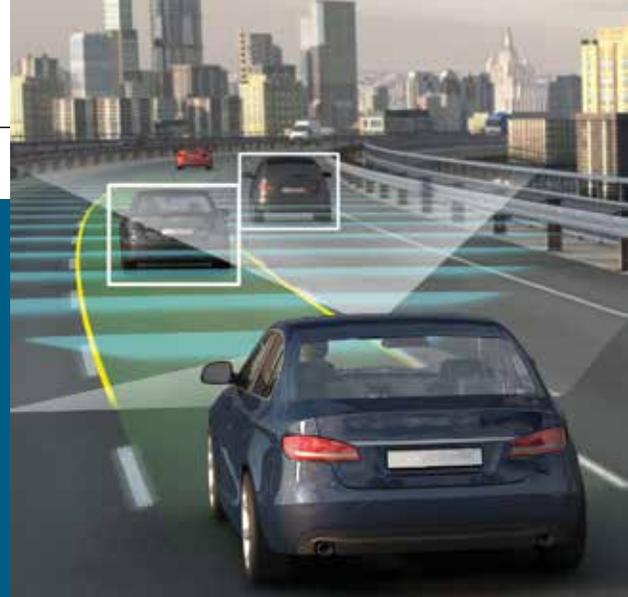
- **Pedro Tomás Martínez, Jaime Moreno García-Cano, Juan José Ballesteros, Ana Isabel Blanco Bergareche:** realizan un recorrido por los distintos niveles de automatización y las ventajas previstas en términos de seguridad, subrayando el vínculo existente entre automatización y conectividad.

- **Jacques Ehrlich:** se centra principalmente en la previsible evolución de la infraestructura y propone el concepto de infraestructura con alto nivel de calidad de servicio.

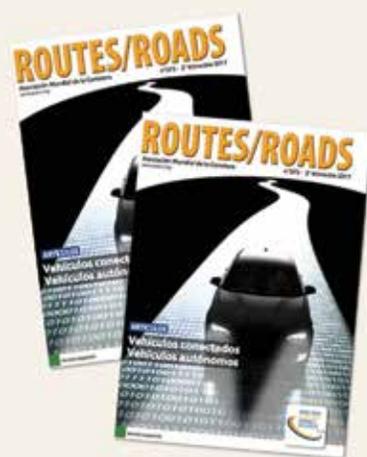
- **Michèle Guilbot:** especialista en cuestiones jurídicas aplicadas a la movilidad, demuestra que el marco jurídico actual responde en gran parte a la mayoría de las situaciones planteadas para estas nuevas tecnologías.

- **Hiroshi Makano:** trata sobre la próxima generación de dispositivos de conducción semiautomática.

Las diferentes partes implicadas tendrán que asumir una serie de desafíos en el futuro y este nuevo número de *Routes / Roads* es prueba de la voluntad de la AIPCR/PIARC de aportar una contribución significativa al tema de los vehículos autónomos.



## ROUTES/ROADS CAMBIA DE LOOK



A partir de este número, la revista trimestral *Routes/Roads* de la Asociación Mundial de la Carretera modificó su diseño para dar paso a una modernización, al eliminar el formato bilingüe inglés/francés y pasar a tener tres ediciones separadas en **inglés, español y francés**, los tres idiomas de trabajo de la asociación.

De ese modo la lectura resulta más cómoda y sin dudas será el punto de partida para ampliar considerablemente su número de lectores en todo el mundo.

*Routes/Roads* también está disponible en formato digital, para ser leída a través de diferentes dispositivos (PC, tableta, teléfono móvil). Toda la revista se puede descargar y leer en cualquier momento, incluso sin conexión.



MISIONES  
PROVINCIA

DPV  
DIRECCIÓN PROVINCIAL  
DE VIALIDAD



DIRECCIÓN PROVINCIAL DE VIALIDAD – MISIONES  
CONTRATISTA: BOR-COM S.A.  
OBRA: BACHEO Y REPAVIMENTACIÓN DE CALZADA Y BANQUINAS EN LA RUTA  
PROVINCIAL Nº 19 - MISIONES  
FINANCIADA POR DIRECCIÓN NACIONAL DE VIALIDAD



TrafficJet™  
Print System

**NUEVO** Sistema  
de Impresión Digital  
para **Señales VIALES.**

TrafficJet utiliza **TINTAS SPOTS**  
diseñadas específicamente para  
cumplir los requerimientos de  
**COLOR, REFLECTIVIDAD**  
y **DURABILIDAD** solicitados  
por las normas vigentes.



**SEÑALES IMPRESAS**

con **MARCA DE SEGURIDAD**



Reduce **ROBOS** y **VANDALISMOS**



Señales **PERSONALIZADAS**

**MÁXIMA CALIDAD** Todos los componentes del Sistema **TrafficJet** son desarrollados  
integralmente por Avery Dennison garantizando así la calidad del producto.

**PERSONALIZACIÓN** Incluya la información necesaria para lograr **TRAZABILIDAD**  
en cada una de sus Señales (Ej. Vialidad Correspondiente, Distrito, Nº de Ruta,  
Fecha de Fabricación, Tramo, Progresiva, Tipo de Señal, etc.).

Solicite sus **SEÑALES IMPRESAS**

Distribuidor **AUTORIZADO**

**Señalar**

Láminas Reflectivas  
Avery Dennison  
Certificadas con Sello **IRAM**



Proyecto Nuevo Puente sobre Río Grande  
B° Bajo La Viña, San Pedrito, Jujuy.



Proyecto Ejecutivo Nueva conexión  
Cipoletti - Neuquén; desde R.N. N°151 a R.P. N°7



- Estudios de factibilidad técnica y económica.
- Proyectos Ejecutivos.
- Inspección y Dirección de Obras Viales, Hidráulicas, Energéticas y de Arquitectura.

# CONSULBAIRES

## INGENIEROS CONSULTORES

Proyecto Ejecutivo Bajo Nivel Av. Beiró  
y vías del F.C. Urquiza - CABA.



Anteproyecto e Inspección Distribuidor Dellepiane,  
en conexión AU1, AU6, AU7 y Av. Dellepiane - CABA



Maipú 554 3ºPiso (1006) Buenos Aires, Argentina. TEL: (54 - 11) 4322-2377/5048 - FAX: (54 - 11) 4322-9639  
[consulbaires@consulbaires.com.ar](mailto:consulbaires@consulbaires.com.ar) - [www.consulbaires.com.ar](http://www.consulbaires.com.ar)

**TelePASE**  
Online



Adquirí tu TELEPASE desde nuestra página Web  
y recibilo por correo ¡TODO SIN MOVERTE DE TU CASA!

Utilízalo en toda la Red de Autopistas.

[www.ausur.com.ar](http://www.ausur.com.ar)



Adhiera y accedá  
a esta nueva experiencia.  
[www.ausur.com.ar](http://www.ausur.com.ar)  
0800-999-9999

TelePASE



Atención al Cliente y  
otras consultas.  
0800-999-0800



SOS Autopistas  
Estamos para ayudarte  
0800-999-9919



# TRABAJOS TÉCNICOS

*Trabajos presentados en el XVII Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito*

## 01. PLAN ESTRATÉGICO DE MOVILIDAD PARA EL GRAN ROSARIO

*Autor:* Santiago Tazzioli

## 02. VALIDACIÓN DE UN MODELO MICROMECAÍNICO DE ESTIMACIÓN DEL MÓDULO DINÁMICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS

*Autores:* Dr. Ing. Silvia Angelone, MSc. Ing. Marina Cauhapé Casaux, Dr. Ing. Fernando Martínez

## 03. EVOLUCIÓN DE CRITERIOS DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA DE OBRAS VIALES

*Autores:* Ing. Jorge Galarraga, Ing. Marcelo Herz, Ing. Pablo Arranz, Dr. Ing. Alejandro Tanco

## 04. DETERMINACIÓN DE 'PUNTOS NEGROS' DE SINIESTRALIDAD EN LAS AUTOPISTAS DE LA CIUDAD DE BUENOS AIRES

*Autores:* Pablo Tatarletti, Daniel López

# DIVULGACIÓN

*Trabajo publicado en la Revista Carreteras de la Asociación Española de la Carretera*

## 05. CARRETERAS ADAPTADAS A LA POBLACIÓN QUE ENVEJECE

*Autores:* Francisco Alonso, Mónica Alonso, Sergio Useche, Cristina Esteban

*La dirección de la revista no se hace responsable de las opiniones, datos y artículos publicados. Las responsabilidades que de los mismos pudieran derivar recaen sobre sus autores.*

# Escuela de Ingeniería de Caminos de Montaña

“Agrim. Alfonso de la Torre”

FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN JUAN



34 AÑOS DE DOCENCIA DE POSGRADO

**ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERIA DE CAMINOS DE MONTAÑA**

**MAESTRIA EN INGENIERIA VIAL**

**DOCTORADO EN INGENIERIA CIVIL**

[www.eicam.unsj.edu.ar](http://www.eicam.unsj.edu.ar)



## PAVIMENTOS URBANOS

Apostando al desarrollo de la Provincia del Chaco



**DVP**  
DIRECCION DE VIALIDAD PROVINCIAL  
PROVINCIA DEL CHACO

**CHACO**  
Gobierno del Pueblo



▶ Presidencia Roque Saenz Peña



▶ Tres Isletas



▶ Puerto Bermejo



▶ Juan José Castelli



▶ General Pinedo



▶ Taco Pozo



▶ Presidencia de la Plaza



▶ Calle Bertaca - Resistencia

# 5 DE OCTUBRE

*Feliz día del Camino y del Trabajador Vial*

La Dirección de Vialidad Provincial hace llegar un afectuoso saludo a todos los trabajadores viales en su día deseando que la recompensa a su cotidiano labor sea justa y que podamos seguir trabajando para el País.

## 01.

# PLAN ESTRATÉGICO DE MOVILIDAD PARA EL GRAN ROSARIO

**Autor:** Santiago Tazzioli

## RESUMEN

Para los grandes centros urbanos, la movilidad es un aspecto de gran importancia que deben tener en cuenta los planificadores y gobernantes. De ella depende en buena parte la calidad de vida de sus habitantes, el desarrollo de la economía y la contención de los costos logísticos.

Las planificaciones y previsiones deben ser, necesariamente, de muy largo plazo pensando el desarrollo a 50 años, de ésta manera los crecimientos responderán a pautas programadas orgánicamente. De lo contrario las soluciones serán respuestas a crecimientos espontáneos u oportunistas, por lo que la prestación de todos los servicios será compleja, de elevado costo de infraestructura y de operación y por lo tanto mucho menos eficaz.

Estos desarrollos se deberán pensar de manera optimista y sus costos serán amortizados por los usuarios actuales y futuros, como también los beneficiarios directos e indirectos.

Se deberá prever escenarios futuros teniendo en cuenta la importancia estratégica que tiene la región para el fortalecimiento del país, hecho que producirá su propio desarrollo y crecimiento.

Todas las acciones deben respetar las irreversibles políticas de sustentabilidad y creciente cuidado del medio ambiente.

Se plantea desarrollar un Plan Estratégico en etapas que sean armónicas y funcionales y que de manera gradual vaya dirigiendo el crecimiento de la urbe, implementando políticas de transporte que vinculen la movilidad con las características urbanísticas, de servicio y culturales, desarrollando sistemas tanto superficiales como subterráneos que se adapten al crecimiento de la ciudad y región, potenciando las distintas zonas de la ciudad.

De ésta manera, se podrá mantener la mirada en el horizonte, planificando con gran calidad, sin retrocesos y avanzando en la medida que las circunstancias del momento lo permitan o aconsejen.

## ANTECEDENTES

La ciudad cuenta con valiosos antecedentes, como son su historia, rica en matices y con tres etapas claramente identificables, un Plan Integral de Movilidad (2010), un primer intento muy válido de comenzar a pensar el futuro y apuntar los desarrollos en la materia hacia un objetivo no solamente declarado, sino que expresado en un documento detallado y un análisis posterior realizado por expertos destacados de distintas disciplinas de este documento.

## Las etapas:

La etapa más antigua es la que corresponde a tracción a sangre: caminata, carros, carruajes, cabalgaduras, y a su final, los “trams” (vehículos livianos de tipo ferroviario traicionados por caballos). Todo esto hasta el siglo XIX y principios del XX.

La siguiente va desde el año 1905 hasta 1962, caracterizada por los tranvías eléctricos. El transporte fue utilizado en casos como herramienta de planificación urbana. El sistema es rígido y cuesta adaptarlo a cambios de la ciudad. Dura 57 años.

Luego viene la etapa de los “colectivos”, que dura de 1963 a 2015, 52 años, operados por empresas de “componentes” Estas dos etapas comenzaron con sistemas privados y terminaron municipalizándolos total o parcialmente, con importantes quebrantos.

## Cuadro resumen períodos de la historia del transporte en Rosario

PERIODO	EXTENSION	EMBLEMA	CARACTERISTICAS
→ 1904	Hasta el Siglo XX	Tracción a sangre	Elemental
1905 / 1962	57 años	Tranvía eléctrico	Rigidez El transporte herramienta del Urbanismo
1963 / 2015	52 años	Colectivo Empresas privadas de componentes	Flexible Contaminante Autosustentable
2016 →	Futuro	Multimodalismo?	Asociación Público Privada Subsidio Sustentabilidad ?

Fuente: Elaboración propia

Vemos que cada etapa ha durado aproximadamente 55 años, con sus ciclos de crecimiento, maduración y decadencia.

Se trata de lograr en adelante un crecimiento armónico, programado, continuo y permanentemente actualizado, para evitar la necesidad de un nuevo corte en la historia, con los costos de todo tipo que conllevan.

## El Plan Integral de Movilidad:

Ha sido un importante esfuerzo y marca un hito en la evolución del transporte de la ciudad, por ser la primera vez que se enuncia. Se presentó en el año 2010. Plantea un análisis de la situación y enuncia objetivos a seguir, acordes a los valores sostenidos por las más avanzadas propuestas en la materia.

Se sintetizan en los tres ejes o estrategias centrales:

- Promoción de Transporte Público Masivo.
- Desarrollo del Transporte no Motorizado.
- Disuasión del uso del Transporte Motorizado Privado.

Ese mismo año, el Instituto de Estudios de Transporte de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura fue comisionado por el municipio para hacer un análisis y discusión del PIM.

Se convocó a destacados expertos en las diversas especialidades relacionadas y se emitió un informe que configuró el libro “Análisis y discusión del Plan Integral de Movilidad”

### Situación Actual:

Como se dijo, el sistema de transporte ha llegado a un punto de quiebre, es un sistema que resulta deficitario, debiendo la administración auxiliar sistemáticamente a las empresas estatales y soportar las presiones de la empresa privada por su falta de rentabilidad.

Simultáneamente, a pesar de los subsidios nacionales y municipales al transporte, la oposición se niega a aprobar las tarifas reales propuestas por el Ente de la Movilidad (Municipalidad), por razones sociales y la mantiene por debajo del valor de cálculo.

Debido a estos problemas, las empresas retacean los servicios para bajar costos y los usuarios se quejan.

La Municipalidad convalida este accionar, ya que la flota está monitoreada en un 100% y se sabe exactamente los tiempos entre cada servicio de cada línea en cada momento.

### EL Futuro:

Ha llegado la hora de dar vuelta la página y avanzar.

Para ello es necesario realizar una Planificación Estratégica. Se deben fijar objetivos (los del PIN son muy válidos) y fijar metas, empezando por enunciar el nuevo sistema en su etapa madura (a 50 años), previendo el crecimiento de la región para ese momento (área metropolitana, poblaciones y ciudades cercanas) y el sistema de transporte multimodal y totalmente integrado que podemos imaginar hoy.

Luego hay que retroceder imaginariamente en el tiempo planteando los sucesivos escenarios para llegar al paradigma planteado, hasta llegar nuevamente a la actualidad.

De esa manera, tendremos un modelo de crecimiento armónico y sistemático de la ciudad y el sistema arterial que la anima y la hace vivir, y cada etapa será equilibrada.

Por supuesto que nuestras previsiones pueden fallar, y de hecho, es hasta lógico que nos equivoquemos al imaginar el futuro, sobre todo, a largo plazo.

Es por ello que al completar cada etapa, que podríamos imaginar de 10 años, se repetirá el ejercicio, volviendo a pensar el sistema, no ya a 40 años, sino que corriendo nuevamente la vara a 50 años, y así sucesivamente.

### El Plan:

El plan debe formularse sobre bases fuertes.

Acuerdo entre políticos y técnicos de las distintas áreas, comunicando y consensuando con la comunidad, personas, sociedades intermedias, empresas.

Esto se enuncia rápidamente, pero es una labor enorme de re-

uniones, discusiones, ajustes y negociaciones para llegar a un modelo aceptado y promovido por el conjunto de la sociedad. Para ello hay que desarrollar una nueva edición del PIM, pero esta vez coordinar con el Plan Estratégico Metropolitano PEM (su actual versión vence en el 2018) y con el Plan Urbano Rosario PUR (que se debería reformular en 2017)

El Plan no solo debe plantear objetivos y consignas a cumplir, sino que debe tener metas precisas, especialmente para la primera etapa, establecidas luego de efectuar una priorización de proyectos, evaluadas económicamente, con estudios de base y específicos que respeten los lineamientos establecidos por los organismos de crédito internacionales.

### La Unidad Ejecutora:

Se debe pensar en un ente regional supra municipal que planifique con y para los municipios y comunas del AMR en lo que respecta a movilidad, pero también a otros temas comunes como los grandes temas de servicios y ambientales: contaminación, drenaje de aguas y cloacas, tratamiento de aguas negras, disposición final de residuos, reciclajes, agua, energía y otros temas de interés común.

Como antecedente se tiene, en la década del 70 la Prefectura del Gran Rosario, liderada entonces por el Arq. Mongsfeld, Los antecedentes más recientes son:

- El Ente de la Movilidad, aunque de competencia parcial, por dedicarse solo a la movilidad y pertenecer al municipio de Rosario.
- La Unidad de Planificación y Gestión Estratégica Rosario Metropolitana, perteneciente a la Provincia.

Se cree que están dadas las condiciones para intentar conformar este nuevo ente, como organismo de la Provincia o conformado entre los municipios del área.

Es un paso imprescindible para avanzar con el planeamiento integral y estratégico de la región, para que esta planificación tenga un sustento real.

### La Idea:

Debemos pensar el futuro para direccionar la evolución de nuestra comunidad hacia un escenario de bienestar, prosperidad, trabajo y calidad de vida.

La posición estratégica de la ciudad dentro de la región, el país y el continente representa una ventaja que debemos potenciar creando las condiciones para el desarrollo de industrias y servicios.

La movilidad es uno de los principales aspectos a cuidar en un área urbana, ya que mejora la logística, la economía y, en definitiva, la calidad de vida de la comunidad.

A la movilidad se tiene que sumar el urbanismo, que debe densificar los corredores en los que se estructuran líneas de transporte troncales, para favorecer a los vecinos que se radican sobre esas arterias y consolidar la demanda para hacer viable el sistema.

De ninguna manera se debe plantear la solución del transpor-

te en un solo plano. El enfoque del tema debe ser amplio y abarcativo, pensando en el soterramiento de corredores en la medida que resulte necesario.

Si bien el costo es muy elevado, estas obras deben enmarcarse dentro de las grandes emprendimientos nacionales para el uso racional de la energía, y el desarrollo de las comunidades. (Rosario presenta condiciones muy favorables de suelo por lo que los costos serían menores que en otras ciudades)

No se puede pensar que el usuario opte libremente por un transporte masivo que tiene que sufrir, sino por uno que le proporcione mejores condiciones, desde el punto de vista de la comodidad, el tiempo, la economía.

Las mejoras que se pueden lograr circulando en superficie son relativamente bajas y aplicables a sistemas complementarios. El importante desarrollo de los sistemas de construcción de túneles, más la calidad y aptitud del subsuelo de la ciudad ofrecen posibilidades interesantes en este sentido.

La estrategia sería seleccionar sistemas troncales guiados como ya lo propone el PIM (tranvías) que en determinado punto puedan unirse formando trenes y soterrarse en las zonas de tránsito complejo, o que simplemente se quiere liberar de la polución que producen estas unidades.

## Los Paradigmas:

### • El vehículo guiado:

- La gran ventaja de los vehículos con ruedas de acero guiados sobre rieles de acero es el bajo rozamiento por rodadura, debido a la casi inexistente deformación en el punto de contacto llanta - riel.
- Ejemplo: se demuestra que si tenemos un vehículo montado sobre ruedas de acero, circulando sobre rieles de acero, con una tonelada de peso, se requiere para moverlo una fuerza de 3 Kg. El mismo vehículo y peso, pero con ruedas neumáticas circulando por una carretera lisa requiere para moverlo una fuerza de 27 Kg. O sea que requiere 9 veces más fuerza de tracción.

### • Motores eléctricos:

- Los motores eléctricos son muy aptos para impulsar vehículos de transporte, ya que entregan su máxima fuerza - par máximo - cuando su velocidad es cero (o sea en el momento del arranque). Entonces tendremos un mejor arranque, con más aceleración, con un motor mucho más chico en potencia que otro de combustión interna.
- Por otro lado pensemos que un motor de combustión interna entrega su máxima potencia posiblemente a 2500 rpm. Como esa potencia se requiere fundamentalmente en el arranque, para vencer la inercia del vehículo, tenemos en un mecanismo (embrague) un disco girando a velocidad (volante del motor) y otro detenido (transmisión) que tienen que igualar velocidades por frotamiento. Se da una gran pérdida de energía por calentamiento.
- Por otro lado, el motor eléctrico no requiere mecanismo de transmisión, con cambios de marcha, embragues, etc.,

por lo que se ahorra energía consumida en estos mecanismos por rozamiento. La energía llega al motor, directamente acoplado al eje por cables, que tienen muy baja pérdida.

- Como ejemplo podemos decir que un trolebús de los que circulan en Rosario tiene un motor de 70 HP, mientras que un colectivo equivalente requiere de un motor gasolero de 180 a 200 HP. De todas maneras, el trolebús tiene más aceleración que el colectivo.
- El motor eléctrico es más eficiente (eficiencia energética alrededor del 85 %) porque prácticamente tiene una sola parte móvil, el rotor, por lo que posee menos rozamientos internos. Es más duradero y fácil de mantener. Un motor diesel tiene muchas piezas móviles y una eficiencia energética de alrededor del 25%.
- El motor eléctrico no contamina por gases en el lugar en que produce el transporte (en el lugar de generación depende del tipo, pero en el peor de los casos, de una usina termoeléctrica, los grandes motores que se utilizan son mucho más eficientes que un motor de colectivo, y contaminan mucho menos)
- El motor eléctrico es mucho menos ruidoso que un motor diesel, así que también es mejor en cuanto a contaminación por ruidos.

### • Soterramiento:

- Posibilidad de circular sin respetar las calles de superficie, con lo cual se ahorra tiempo y energía.
- Posibilidad de circular con "vía libre", con lo cual se gana en velocidad y se evitan paradas y arranques (nuevamente se ahorra tiempo y energía).
- Casi imposible que existan accidentes.
- Posibilidad de moverse en tres dimensiones, con lo cual se puede circular a un nivel bajo y "subir" hasta las estaciones, para luego "bajar" nuevamente para recorrer el siguiente tramo, con lo cual se favorece el frenaje y se favorece la aceleración, ahorrando energía.
- El transporte con todos sus elementos prácticamente no producen contaminación visual ni de otro tipo.

## LA PROPUESTA

### Trenes:

Debemos pensar en reestablecer los trenes de cercanías, en los corredores:

- Norte, tomando las localidades de Granadero Baigorria, Capitán Bermúdez, Fray Luis Beltrán, San Lorenzo, Puerto San Martín (Vías de Ferrocarril Belgrano).
- Oeste, hacia las localidades de Funes, Roldán, San Jerónimo, Carcarañá, Correa, Cañada de Gómez. (NCA).
- Sur Oeste, que vincula a Perez, Zavalla, Pujato, Casilda. (NCA)
- Sur, Villa Gobernador Gálvez, Alvear, Gral. Lagos, Arroyo Seco, Fighiera, Pavón, Empalme Va. Constitución, Villa Constitución, San Nicolás. (NCA)

Estas vinculaciones dinamizarían notablemente la circulación de pasajeros, facilitándolas y abaratándolas, permitiendo el desarrollo de ciudades dormitorio y la posibilidad de trabajar o estudiar en lugares más alejados sin mayores inconvenientes.

El arribo de estos corredores a Rosario se pueden concentrar en Rosario Norte o Silos Davis los provenientes del norte, oeste y sur oeste, y la estación Rosario Sur los provenientes desde el Sur.

En el futuro se puede pensar en el soterramiento hacia una estación central en Plaza Sarmiento u otra locación que se elija.

Esto constituirá la Red de Movilidad Metropolitana.

Hasta tanto se instrumenten estas obras, líneas troncales deberán vincular a las terminales con el resto de la ciudad.

Estas líneas férreas deberán incorporar algunas paradas en los ingresos a la ciudad.

### Corredores Viales:

Con respecto a las troncales viales se deben consolidar los corredores, a saber:

- Completar la doble calzada de RN 11 desde Baigorria hasta Puerto San Martín
- Completar el acceso de la autopista AP 01 desde Av. de los Granaderos hasta vincularla con Av. Sorrento, Av. Sabin y Bv. Rondeau.
- Completar la doble calzada de Av. Sorrento, la vinculación con Av. Provincias Unidas y Av. Jorge Newery hasta el aeropuerto.
- Concretar el ensanche previsto de Av. Eva Perón desde Liniers hasta Bv. Wilde y duplicación de la calzada de la RN 1v9 desde García del Cossio de Rosario hasta Roldán.
- Concretar la doble calzada de la actual RN 33 desde el límite de Rosario – Pérez hasta Pérez.
- Cambiar el acceso de la RN 33 a Rosario con una doble calzada desde el acceso oeste a Pérez, pasando entre Pérez y Soldini y empalmando con la Av. Uruburu de Rosario.
- Duplicar la calzada de la Ruta Provincial 21 hasta Villa Constitución.
- Convertir la RN A012 en autovía (parte del Plan Circunvalar Vial)

Estas son las principales obras viales a desarrollar en el área.

### Circunvalar Ferroviario:

Otra obra de infraestructura fundamental es la concreción del circunvalar ferroviario y sus obras complementarias, para sacar los trenes de carga que atraviesan la ciudad, proporcionándoles una infraestructura adecuada para circular hacia los puertos o hacia otros destinos nacionales.

Simultáneamente se podrán construir las playas de maniobra que permitan operar con los trenes largos que circulan en la actualidad y que no tienen este tipo de instalaciones en el país para efectuar maniobras eficientemente.

Estas playas podrán incorporar otras actividades logísticas y de operaciones multimodales.

### El transporte urbano masivo:

Se coincide con el desarrollo de un sistema tronco alimentador, tal lo propuesto por el PIM. No obstante, se propone para las troncales principales sistemas de mayor capacidad y velocidad, pensando a 50 años, un sistema metro que funcione en superficie donde sea factible y en los tramos más complejos (zona central) circulará soterrado.

Este sistema puede comenzar a concretarse con sistemas de pre-metro, que no son más que sistemas tranviarios o de buses articulados (BRT – Bus Rapid Transit) con distintos tipos de ventajas en el tránsito (carriles exclusivos por tramos, prioridad en semáforos, giros exclusivos, etc.) para, junto con las medidas de densificación de edificación en torno a los corredores, ir consolidando la demanda para favorecer el funcionamiento del sistema.

Las troncales secundarias irán también evolucionando desde líneas de buses normales, a los mismos con circulación priorizada, BRT o tranvías.

El Plan deberá prever las etapas, de tal manera que cada escalón de avance plantee un sistema completo y consistente, sin obstaculizar los futuros desarrollos.

Estas etapas se podrán replantear o alterar en función de evoluciones o crecimientos imprevistos, pero siempre respetando la idea de plan estratégico hacia el futuro, sin realizar improvisaciones ni alteraciones oportunistas.

Los distintos niveles de transporte público a desarrollar son: (a título de ejemplo).

### Cuadro Niveles de Transporte Público a desarrollar

Nº	Modo/Tipo	Nivel (> evolución)	Energía (> evolución)
1	Tren	Superficie > Soterrado	Diesel > Eléctrico
2	Metro	Superficie > Soterrado	Eléctrico
3	Tranvía	Superficie > Soterrado	Eléctrico
4	BRT	Superficie	Diesel > Híbrido > Eléctrico (trolley > autónomo)
5	Bus	Superficie	Diesel > Híbrido > Eléctrico (trolley > autónomo)
6	Minibus	Superficie	Diesel > Eléctrico (autónomo)

Fuente: Elaboración propia

### El Transporte Privado:

Tal como lo prevé el PIM se deberán alentar los transportes totalmente sustentables, como la caminata y la circulación en bicicleta, generando infraestructuras y sendas adecuadas para promover estos modos.

Fundamentalmente, al ser formas de transporte de corta distancia, deberá siempre integrarse como complemento los otros modos.

La idea es que lenta y armónicamente la gente pueda irse apropiando de los espacios de vía pública para utilizarla como lugar de encuentro, ocio o recreación.

Siguiendo con estas líneas de pensamiento, el transporte particular será desalentado, pero siempre luego de ir desarrollando alternativas de movilidad que los usuarios puedan elegir, en lo posible, voluntariamente, por conveniencia.

En todos los casos se recomienda privilegiar de alguna manera los vehículos de transporte privado más ecológico, tales como los micro vehículos, los híbridos o eléctricos, frente a los tradicionales.

No obstante debe asumirse que el vehículo particular no puede ser desechado o atacado como tal, ya que hay innumerables actividades (profesiones, oficios, servicios, repartos) que lo requieren como parte de su acción.

Se debe pensar en una red vehicular que permita separar el tránsito vehicular de corta media y larga distancia, pensando a futuro incluso en tramos subterráneos o elevados para superar trechos o puntos críticos dentro del área, con adecuadas conexiones a la red en puntos estratégicos

Por todos los medios posibles se debe evitar congestiones sistemáticas importantes en cualquier punto de la Ciudad o el Área Metropolitana.

Este fenómeno indeseable puede hacer al área afectada inhabitable y peligrosa e inexorablemente sufrirá deterioros y abandonos.

Una de las variantes a considerar para favorecer la movilidad es el desarrollo de grandes estacionamientos en puntos estratégicos del sistema troncal del transporte masivo para facilitar la modalidad "Estacione y Viaje", luego de un trayecto realizado en vehículo particular.

Una medida posible para adoptar ya avanzado el plan es el cobro automático de peaje para los conductores que opten ir al área central con su vehículo, volcando la recaudación de este sistema a subsidios del transporte masivo.

### Financiación:

Las inversiones para concretar las distintas etapas seguramente deberán ser realizadas fundamentalmente con financiación internacional y aportes nacionales y provinciales.

Se supone que la operación debería no generar deudas, pero para que no resulte inaccesible para el usuario, deberá ser subvencionado. Actualmente la subvención es de unos \$ 6,50.- por pasaje, pero el sistema que se plantea es más caro. La filosofía del mantenimiento de un sistema de transporte público eficiente es la de cargar directa o indirectamente tenencia y uso de vehículos particulares y por beneficio directo o indirecto del sistema de transporte.

Vamos a repasar las posibles fuentes de subvención:

- "Derecho de vado": Cargo a abonar al municipio por disponer de un espacio de calzada liberado para acceso o salida de una cochera u otro uso vehicular. Todas las personas o entidades que tienen estos accesos (de ambos lados de la calzada) y los desean mantener activos deben abonar (por ejemplo semestralmente) este derecho. Puede incluir un servicio de remoción de vehículos que obstruyan un acceso.
- Tasa: Incrementar en un porcentaje la tasa que pasaría a llamarse "Tasa de alumbrado, barrido, limpieza, señalización y transporte"
- Derecho de registro e inspección (DREI): Incrementar en

un porcentaje la tasa que beneficia a comercios e industrias.

- Estacionamiento medido: Consideramos que el 10 % del total de lo recaudado se puede dedicar a este subsidio.
- Peaje: En un estadio avanzado del plan, o cuando la necesidad de controlar el acceso al área central lo haga necesario, se cobrará peaje para ingresar al centro (con control electrónico).
- Inmobiliario: Cobrar por la plusvalía de las propiedades que estén próximas a los corredores de transporte.
- Patente automotor: Incrementar un porcentaje de las patentes de los automotores radicados en el área para subsidiar el transporte.
- Cargo sobre entradas de espectáculos: Se podría agregar un pequeño cargo sobre La entrada a espectáculos, ya que se benefician del transporte.

### Una Idea Interesante:

En ocasión de una de sus frecuentes visitas a nuestra Ciudad, el Ing. José Luis Moscovich, oriundo de esta y que fuera Director de Transporte de la Ciudad de San Francisco, Estado de California, al intercambiar ideas sobre el tema del ingreso de los trenes de pasajeros desde Buenos Aires, expresó:

- En estos casos hay que transformar el problema en una oportunidad. Se podría desviar las formaciones entrantes hacia la derecha a través de Villa Gobernados Gálvez (Probablemente soterrándolo en el área central) y llevarlo a la franja costera ingresando por el río con lo que se ofrece al visitante la vista más importante de la ciudad como portal de ingreso y, al llegar a la altura del Centro Universitario (Siberia), girar a la izquierda contra la barranca e ingresar a la Ciudad soterrado hasta la estación ferroviaria, ya sea que se ubique en el actual "Patio Parada" o debajo de la Estación "Mariano Moreno" (sugerencia del Ing. Moscovich).
- Ese mismo túnel, con una vía ferroviaria central, se podría utilizar para agregar dos vías de metro que seguiría la ruta de mayor demanda integrada de viajes de la ciudad, con estaciones posibles, entre otras ubicaciones, en el Centro Universitario Rosario, Plaza López, Plaza Sarmiento, Plaza San Martín, Terminal Central de Transporte.
- Asimismo imaginaba en la Plaza Sarmiento, un gran emprendimiento comercial subterráneo, en conjunto con la estación de metro (2º subsuelo) y de ferrocarril (3er subsuelo). Este emprendimiento ayudaría a financiar las estaciones.
- Otro tanto podría suceder en la estación terminal.

## CONCLUSIONES:

Se plantea desarrollar un Plan Estratégico en etapas que sean armónicas y funcionales y que de manera gradual vaya dirigiendo el crecimiento de la urbe, implementando políticas de transporte que vinculen la movilidad con las características urbanísticas, de servicio y culturales, desarrollando sistemas tanto superficiales como subterráneos que se adapten al crecimiento de la ciudad y región, potenciando las distintas zonas de la ciudad

De ésta manera, se podrá mantener la mirada en el horizonte, planificando con gran calidad, sin retrocesos y avanzando en la medida que las circunstancias del momento lo permitan o aconsejen.

Se debe plantear un escenario optimista, y obrar proactivamente para que ese escenario se materialice.

No sólo se debe pensar cuánto le va a costar el sistema a Rosario, sino también cuánto le va a costar no tenerlo.

Un país lógico, como el que nos merecemos y queremos construir, deberá tener planes de ahorro de energía, de reducción

de accidentes y de promociones regionales que deberán colaborar decididamente con estos importantes proyectos.

Con esos recursos y los que aporte el estado provincial y la propia población, actual y futura, se podrá desarrollar un sistema integrado de movilidad que privilegie la salud, la libertad y la integración de nuestra población.

## OBRAS VIALES, DE SANEAMIENTO E HIDRÁULICAS



*Trayectoria construida en la confianza, eficiencia y calidad.*



**CRZ**  
CONSTRUCCIONES



**2017**



**MF**  
**MARTÍNEZ Y  
DE LA FUENTE**

**1960**

[www.myfsa.com.ar](http://www.myfsa.com.ar)

**Autores:** Dr. Ing. Silvia Angelone, MSc. Ing. Marina Cauhapé Casaux, Dr. Ing. Fernando Martínez

## RESUMEN

La modelación micromecánica es empleada para la determinación de las propiedades efectivas de un material heterogéneo como son las mezclas asfálticas, considerando las propiedades inherentes a los distintos componentes individuales (ligante asfáltico, agregados, vacíos), sus concentraciones volumétricas y sus formas geométricas. En una etapa anterior de investigación se ha desarrollado un modelo racional de estimación del módulo dinámico  $|E^*|$  de las mezclas asfálticas introduciendo los conceptos de la micromecánica mediante un modelo esférico de relativa sencillez y fundamentado en un esquema conceptual válido de la Mecánica Aplicada. En esa oportunidad, el modelo desarrollado fue ajustado utilizando la información contenida en una base de datos que recopila ordenadamente más de 1000 resultados de módulos dinámicos, características de los ligantes y propiedades granulométricas y volumétricas de mezclas asfálticas típicas usadas en Argentina.

A los efectos de validar y valorar la capacidad predictiva del modelo esférico desarrollado, éste ha sido aplicado a los resultados de otra base de datos compilada con la misma información que la precedente pero elaborada usando otros tipos de mezclas, ligantes y técnica experimental de determinación del módulo dinámico.

Este trabajo presenta, luego de una breve descripción del modelo desarrollado, la validación del mismo mediante una comparación de los módulos dinámicos  $|E^*|$  experimentalmente medidos y los estimados mediante este modelo y la valoración de la capacidad predictiva mediante criterios estadísticos.

## 1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el diseño estructural de los pavimentos flexibles tiende a aplicar principios racionales en los que los materiales son caracterizados mediante propiedades mecánicas fundamentales a ser aplicadas en modelos analíticos que posibiliten calcular tensiones, deformaciones y desplazamientos. En el caso de las mezclas asfálticas, la propiedad fundamental considerada como dato de entrada de estos modelos estructurales es el Módulo Dinámico  $|E^*|$ . Si bien los modelos de cálculo se han visto favorecidos por el avance de la computación que ofrece cada vez mayores prestaciones a más bajo costo, no ha ocurrido lo mismo con las técnicas de caracterización de materiales para determinar en laboratorio esta propiedad mecánica fundamental ya que se requieren equipamientos sofisticados de alto costo y personal altamente capacitado para operarlos.

Con el objeto de disponer de valores suficientemente confiables del módulo dinámico  $|E^*|$  para ser introducidos en esos métodos de diseño se han propuesto distintas ecuaciones y modelos de predicción del módulo dinámico  $|E^*|$  usando la composición en volumen, granulometría y propiedades individuales de los componentes de la mezcla asfáltica como factores de predicción. Estos modelos de predicción de carácter empírico presentan el inconveniente de que la ley o relación funcional que vincula esos factores de predicción con la respuesta de los mismos es propuesta "a priori". Una metodología diferente considera el desarrollo de un modelo fundamental de estimación del módulo dinámico de las mezclas asfálticas de base racional sustentado por los principios de la micromecánica.

Un modelo de ese tipo se ha desarrollado en una etapa previa de investigación <sup>[1]</sup> sobre la base de cuatro premisas básicas: que el modelo sea de relativa sencillez conceptual, que se asiente sobre un esquema teórico válido en el marco de la Mecánica Aplicada, que la aparente contradicción entre la sencillez del modelo y la complejidad del comportamiento de las mezclas asfálticas requiera un número limitado de factores de calibración y que la información experimental con que debe alimentarse el modelo para obtener la estimación buscada resulte de ensayos convencionales (granulometría de agregados, consistencia del ligante, composición volumétrica, etc.). El objetivo de este trabajo es aplicar ese modelo a los resultados contenidos en una base de datos compilada con la información de distintos tipos de mezclas, ligantes, composiciones granulométricas y técnicas experimentales de determinación del módulo dinámico a los efectos de validar y valorar la capacidad predictiva del mismo. Luego de una breve descripción del modelo desarrollado, este trabajo presenta la validación del mismo mediante una comparación de los módulos dinámicos  $|E^*|$  experimentalmente medidos y los estimados mediante el modelo y la valoración de la capacidad predictiva mediante criterios estadísticos.

## 2. MODELOS MICROMECAÁNICOS APLICADOS A MEZCLAS ASFÁLTICAS

La modelación micromecánica es empleada para la determinación de las propiedades efectivas de un material heterogéneo a partir de las propiedades inherentes a los distintos componentes, sus concentraciones volumétricas y sus formas geométricas. Numerosos modelos analíticos han sido desarrollados a partir del trabajo fundamental de Eshelby <sup>[2]</sup> que

han sido usados para investigar un amplio rango de materiales compuestos.

La modelación micromecánica es una metodología actualmente vigente para investigar las propiedades de másticos y mezclas asfálticas variando de formulaciones muy simples a expresiones analíticas más complicadas, métodos numéricos o simulaciones computacionales.

Si bien las mezclas asfálticas tienen un comportamiento marcadamente viscoelástico, una simplificación comúnmente adoptada es considerar las propiedades del ligante asfáltico a una dada temperatura y frecuencia de sollicitación como elásticas al igual que para los agregados y aplicar estas propiedades en los modelos de manera de estimar las propiedades del compuesto a esa misma frecuencia y temperatura [3, 4, 5, 6].

Las expresiones más simples de estimación han sido desarrolladas a partir de la Ley de Mezclas. De una manera más compleja, el Esquema Auto-Consistente Generalizado [7, 8, 9] proporciona una única solución para el material compuesto considerado como una esfera única embebida en un medio homogéneo infinito con una propiedad efectiva desconocida. Otros investigadores han desarrollado un modelo formado por una combinación de múltiples fases en serie y paralelo respetando principios micromecánicos pero introduciendo factores empíricos de ajuste. Finalmente, diversos autores [4, 5, 10, 11] han desarrollado soluciones analíticas en 2 dimensiones aplicando modelos de 3 y 4 capas adoptando distintas hipótesis de estado plano de tensiones, de deformaciones o axisimetría.

### 3. EL MODELO ESFÉRICO DESARROLLADO

El modelo que ha desarrollado es de tipo tridimensional como una extensión de los modelos analíticos en 2 dimensiones en el que cada agregado es considerado como una esfera recubierta por una película de espesor constante del mástico asfáltico y embebida en un medio esférico equivalente y homogéneo de tamaño finito de mezcla asfáltica cuyas propiedades efectivas son desconocidas como se muestra en corte en la Figura 1.

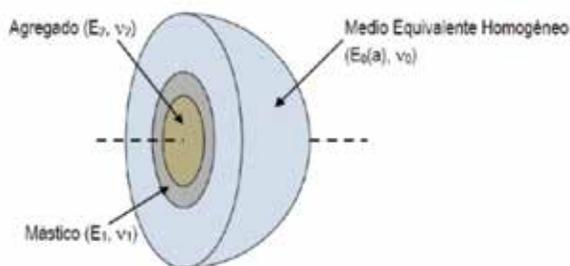


Figura 1: Modelo esférico propuesto

### 3.1 Desarrollo teórico del modelo propuesto

Usando el concepto de medio equivalente introducido por Eshelby [1] la capa más exterior puede ser considerada como un medio equivalente a la mezcla combinada de las dos otras capas interiores (agregado y mástico) y donde las propiedades de esa capa más externa son entonces aquellas de la mezcla asfáltica de tal manera que la misma que es micromecánicamente inhomogénea, puede ser tratada como un material compuesto macromecánicamente homogéneo [4, 5, 12, 13].

La Figura 2 presenta las características geométricas y mecánicas de los componentes del modelo donde:

- $a$  : radio de un agregado pétreo
  - $(b-a)$  : espesor de la película de mástico que lo rodea
  - $(c-b)$  : espesor del medio equivalente en el que están embebidos.
  - $E_0(a), \nu_0$ : módulo elástico y relación de Poisson del medio equivalente
  - $E_1, \nu_1$  : módulo elástico y relación de Poisson del mástico
  - $E_2, \nu_2$  : módulo elástico y relación de Poisson del agregado pétreo
  - $p$  : presión radial uniformemente distribuida sobre la superficie exterior de radio  $c$
  - $p_1$  : tensión radial uniformemente distribuida en la interface de radio  $b$
  - $p_2$  : tensión radial uniformemente distribuida en la interface de radio  $a$
- El medio equivalente, el mástico y el agregado son considerados materiales isotropos y linealmente elásticos.

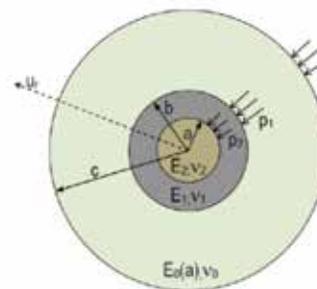


Figura 2: Detalle de componentes del modelo

Para las capas de agregado, mástico y medio equivalente perfectamente adheridas entre ellas es posible obtener analíticamente los desplazamientos radiales  $u_0c$  en la superficie límite de radio  $r = c$ ,  $u_{0b}$  y  $u_{1b}$  en la superficie límite de radio  $r = b$ , y  $u_{1a}$  y  $u_{2a}$  en la superficie de radio  $r = a$ .

De acuerdo a esta notación el primer subíndice "0", "1" y "2" representa diferentes dominios (medio equivalente, mástico y agregado respectivamente) y el segundo subíndice "a", "b" y "c" representa diferentes límites como se presenta en la Figura 3.

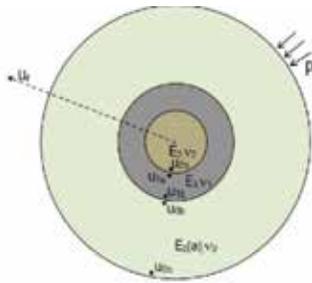


Figura 3: Homogeneización por compatibilidad de desplazamientos

Aplicando la teoría de la elasticidad, los desplazamientos pueden ser calculados como <sup>[14]</sup>:

$$u_{0c} = \frac{1}{E_0(a)} \left[ \frac{(1+\nu_0)b^3c(p-p_1)}{2(c^3-b^3)} + (1-2\nu_0) \frac{pc^3-p_1b^3}{(c^3-b^3)} c \right] \quad (1)$$

$$u_{0b} = \frac{1}{E_0(a)} \left[ \frac{(1+\nu_0)c^3b(p-p_1)}{2(c^3-b^3)} + (1-2\nu_0) \frac{pc^3-p_1b^3}{(c^3-b^3)} b \right] \quad (2)$$

$$u_{1b} = \frac{1}{E_1} \left[ \frac{(1+\nu_1)a^3b(p_1-p_2)}{2(b^3-a^3)} + (1-2\nu_1) \frac{p_1b^3-p_2a^3}{(b^3-a^3)} b \right] \quad (3)$$

$$u_{1a} = \frac{1}{E_1} \left[ \frac{(1+\nu_1)b^3a(p_1-p_2)}{2(b^3-a^3)} + (1-2\nu_1) \frac{p_1b^3-p_2a^3}{(b^3-a^3)} a \right] \quad (4)$$

$$u_{2a} = \frac{(1-2\nu_2)}{E_2} p_2 \cdot a \quad (5)$$

Como la totalidad de la mezcla asfáltica equivalente puede ser tratada como un medio macroscópicamente homogéneo, el desplazamiento en la superficie límite  $r = c$  también puede ser expresada como:

$$u_c = \frac{(1-2\nu_0)}{E_0(a)} p \cdot c \quad (6)$$

Entonces, por continuidad de los desplazamientos resulta:

$$\begin{aligned} u_c &= u_{0c} \\ u_{0b} &= u_{1b} \\ u_{1a} &= u_{2a} \end{aligned} \quad (7)$$

Resolviendo simultáneamente las ecuaciones (1) a (7) y mediante un laborioso trabajo matemático es posible llegar a:

$$E_0(a) = \left\{ \frac{(1-2\nu_0)b}{C \cdot a^2 \cdot (1-J) + D(b^4 - J \cdot a^3 b)} \right\} \cdot E_1 \quad (8)$$

con:

$$C = \frac{(1+\nu_1)ab}{2(b^3-a^3)} \quad (9)$$

$$D = \frac{(1-2\nu_1)}{(b^3-a^3)} \quad (10)$$

$$J = \frac{Cb^2 + Db^3a}{E_1/E_2 \cdot F + Cb^2 + Da^4} \quad (11)$$

$$F = (1-2\nu_2)a \quad (12)$$

Conocidas las propiedades elásticas del agregado y el mástico, la dimensión del agregado y el espesor del mástico, el módulo elástico de la mezcla asfáltica como medio equivalente  $E_0(a)$  puede ser calculado con la ecuación (8).

### 3.2 Consideraciones para una mezcla asfáltica real

Para su aplicación al caso real de una mezcla asfáltica compuesta con agregados de una dada distribución granulométrica, contenido volumétrico de ligante y vacíos es necesario realizar una serie de consideraciones como se describe a continuación.

#### 3.2.1 Consideraciones sobre la granulometría

En primera instancia se ha considerado que las partículas de tamaño menor a 0.075 mm (pasante #200) forman con el ligante el mástico asfáltico y que los agregados pétreos son perfectamente esféricos.

La curva granulométrica real se ha discretizado en 17 grupos con una dimensión única correspondiente a su diámetro medio. La ecuación (8) permite la estimación del módulo elástico  $E_0(a)$  para una dada dimensión del agregado por lo que la integración para cada grupo discretizado resulta del aporte proporcional de cada categoría dimensional del agregado pétreo de acuerdo a su concentración en volumen de la forma:

$$E_0(a) = \sum_{i=1}^{17} (E_0(a_i) \cdot \nu_i) \quad (13)$$

donde:

$E_0(a_i)$  : módulo elástico del medio equivalente para el agregado de radio  $a_i$

$\nu_i$  : porcentaje en volumen de agregados de tamaño  $a_i$

#### 3.2.2 Consideraciones sobre el módulo elástico del mástico

El mástico asfáltico se ha considerado compuesto por el ligante asfáltico y la totalidad de las partículas minerales de tamaño menor a 0.075 mm (filler) por lo que la concentración en volumen de filler respecto al mástico resulta:

$$\phi_f = \frac{V_f}{V_f + V_b} \quad (14)$$

con:

$V_f$  : volumen de agregados de tamaño menor a 0.075 mm (volumen de filler)

$V_b$  : volumen de ligante asfáltico

Se ha adoptado que las propiedades de los materiales asfálticos a una temperatura y una frecuencia son de carácter elástico de tal manera que el stiffness de asfalto  $S_{bit}$  es equivalente a su módulo elástico  $E_{bit}$  para esas condiciones de sollicitación [15]. Para esta estimación se ha utilizado un modelo micromecánico simplificado habiéndose adoptado para la relación de Poisson del ligante  $\nu_{bit} = 0.45$  y para el mástico  $\nu_1 = 0.40$  resultando entonces:

$$E_1 = \left( \frac{G_c}{G_m} \right) \cdot S_{bit} \cdot \frac{(1 + \nu_1)}{(1 + \nu_{bit})} \quad (15)$$

con:

$G_c$  : módulo de corte del mástico

$G_m$  : módulo de corte del ligante.

### 3.2.3 Consideraciones sobre el espesor del mástico asfáltico

El espesor promedio de la película de mástico asfáltico ha sido estimado a partir del contenido de asfalto y del porcentaje y superficie específica del conjunto de agregados asumiendo simplificada que cada partícula del agregado de tamaño mayor a 0.075 mm está cubierta por una película esférica de mástico asfáltico de espesor constante. Este espesor es calculado con el contenido volumétrico de mástico y la distribución discretizada de la granulometría de los agregados de tal manera que el volumen total que recubre los agregados es igual al volumen de mástico disponible.

### 3.2.4 Consideraciones sobre las propiedades elásticas del agregado pétreo

Con un criterio simplificativo se ha adoptado un valor único de  $E_2 = 50000$  MPa.

### 3.2.5 Consideraciones sobre los vacíos de la mezcla asfáltica

Se ha considerado que los vacíos son burbujas esféricas embebidas en un material compuesto sin vacíos. Entonces se ha aplicado un proceso de cálculo en dos pasos: en el primero, se estima el módulo efectivo del medio equivalente mediante las ecuaciones (8) a (13); en el segundo, se asume a ese medio equivalente envolviendo a las burbujas de aire para obtener un nuevo módulo elástico de un material compuesto conformado por la mezcla asfáltica y sus vacíos como se muestra en el Figura 4.

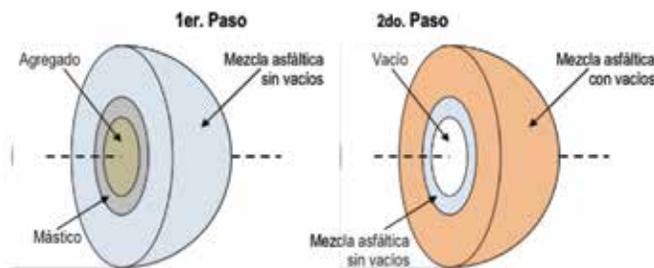


Figura 4: Consideración de los vacíos de la mezcla

Asumiendo que el módulo elástico de los vacíos es nulo, las ecuaciones (8) a (10) se modifican como:

$$E_0 = \left\{ \frac{(1 - 2\nu_0)b_1}{C_1 \cdot a_1^2 + D_1 \cdot b_1^4} \right\} \cdot E_0(a) \quad (16)$$

$$C_1 = \frac{(1 + \nu_0)a_1 b_1}{2(b_1^3 - a_1^3)} \quad (17)$$

$$D_1 = \frac{(1 - 2\nu_0)}{(b_1^3 - a_1^3)} \quad (18)$$

con:

$a_1$  : radio del vacío esférico de aire

$b_1$  : radio del vacío esférico de aire recubierto de la mezcla asfáltica sin vacíos

$E_0(a)$  : módulo elástico de la mezcla asfáltica sin vacíos

$E_0$  : módulo elástico de la mezcla asfáltica con vacíos.

Para poder aplicar estas ecuaciones se necesita conocer el diámetro de los poros de aire  $b_1$ . Se ha definido un tamaño medio  $D_m$  de los poros de cada mezcla como el diámetro del poro que permitiría pasar el 50% de los vacíos existentes. Castelblanco [16] ha mostrado que los vacíos de aire tienen una distribución de tamaños aleatoria variando entre una dimensión mínima y una máxima que puede ser descrita mediante una función probabilística de Weibull observándose que existe una correlación entre el diámetro medio de los poros  $D_m$  y el contenido total de vacíos  $V_a$  como se presenta en el Figura 5.

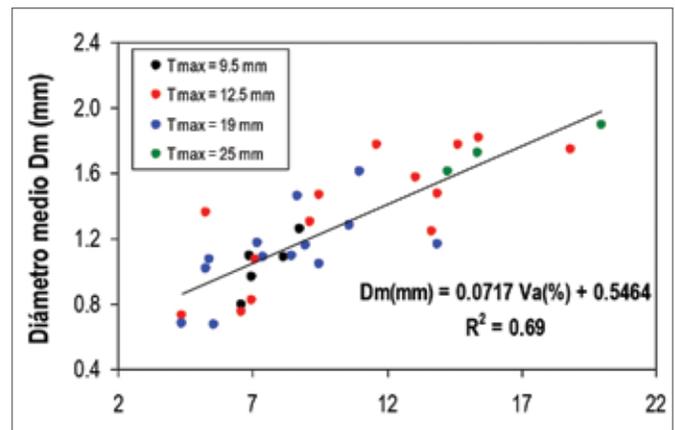


Figura 5: Relación entre el contenido total y el diámetro medio de los vacíos

Esta relación resulta:

$$D_m = 0.0717 \cdot V_a(\%) + 0.5464 \quad (19)$$

donde:

$D_m$  : diámetro medio de los poros de aire (mm) ( $D_m = 2 \cdot a_1$ )

$V_a$  : contenido total de vacíos (%).

Tanto para la mezcla asfáltica sin vacíos como con vacíos, se ha adoptado simplificada un valor de la relación de Poisson  $\nu_0 = 0.45$ .

Dado que el volumen de los vacíos más los de la mezcla asfáltica sin vacíos debe totalizar el 100% y se ha asumido que todos los vacíos tiene un tamaño uniforme igual a  $D_m$ , el espesor necesario de la capa esférica de mezcla asfáltica sin vacíos  $t_1 = b_1 - a_1$  resulta:

$$t_1 = \frac{a_1}{\sqrt[3]{(V_a/100)}} - a_1 \quad (20)$$

#### 4. MATERIALES EMPLEADOS

A los efectos de valorar la capacidad predictiva del modelo desarrollado y la calidad de las estimaciones que produce se ha recurrido a utilizar los resultados incluidos en una base de datos compilada por Witczak y Mirza<sup>[17]</sup> en la Universidad de Maryland. Esta base de datos ha sido adoptada por cuanto recopila datos de 35 mezclas asfálticas de muy diferentes características elaboradas con asfaltos convencionales y modificados. Estas mezclas fueron ensayadas de manera de determinar sus propiedades volumétricas, granulométricas y características de los ligantes así como el módulo dinámico  $|E^*|$  en compresión uniaxial a distintas frecuencias y temperaturas totalizando 1850 conjuntos de datos. La Tabla 1 resume las principales características incluidas en la base de datos así como el rango de variación de las mismas respecto a sus valores máximos y mínimos.

#### 5. VALIDACIÓN DEL MODELO ESFÉRICO DESARROLLADO

Mediante un procedimiento secuencial que refleja el desarrollo analítico del modelo se ha estimado el módulo dinámico de una manera sistemática para todas las mezclas asfálticas incluidas en la base de datos. La Figura 6 muestra la comparación de los resultados estimados mediante el modelo desarrollado y los medidos experimentalmente para las 35 mezclas incluidas en la base de datos (1850 puntos de comparación) en un espacio bi-logarítmico.

Tabla 1: Variación de las características de las mezclas consideradas

	Características	Máximo	Mínimo
Parámetros de las mezclas	Vacios (%)	11.3	2.3
	% Asfalto	6.3	3.6
Ligante	$T_{a\&b}$ (°C)	70.0	50.0
	Pen <sub>25</sub> (1/10 mm)	79.6	26.9
Granulometría (% que pasa)	#3/4	99.9	78.0
	#3/8	88.3	55.0
	#4	60.1	27.0
	#8	37.0	17.0
	#40	12.9	9.5
	#200	7.1	4.0
Condiciones Experimentales	Temperatura (°C)	54.4	-17.8
	Frecuencia (Hz)	25.0	0.1
	$ E^* $ (MPa)	42800	50

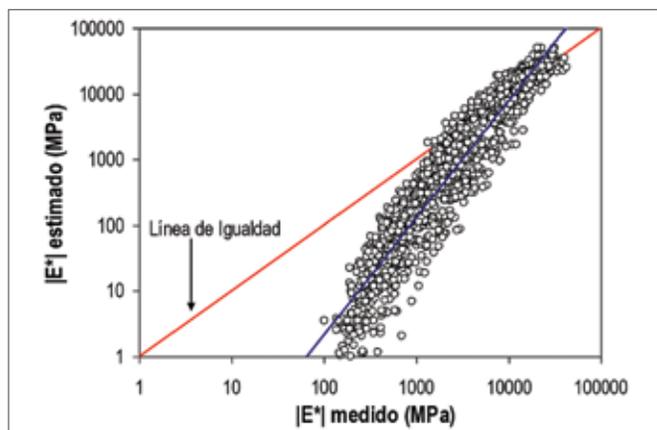


Figura 6: Comparación de valores medidos y estimados por el modelo

Para evaluar la calidad de la estimación resultante del modelo esférico desarrollado se ha utilizado un criterio estadístico de “buen ajuste” propuesto por Witczak y otros<sup>[18]</sup> y mostrado en la Tabla 2. Las estadísticas incluyen la relación entre el error típico de la estimación de los valores y la desviación estándar de valores medidos ( $Se/Sy$ ) y el coeficiente de correlación,  $R^2$ .

La Tabla 3 presenta la evaluación de estos modelos de estimación de acuerdo con ese criterio subjetivo propuesto y para los resultados expresados en espacios aritmético y logarítmico.

Según el criterio de “buen ajuste”, la calidad de las estimaciones producidas por el modelo varían de Bueno a Excelente en los espacios aritméticos o logarítmicos.

Tabla 2: Criterio estadístico subjetivo de “buen ajuste”

Criterio	$R^2$	$Se/Sy$
Excelente	$\geq 0.90$	$\leq 0.35$
Bueno	0.70 – 0.89	0.36 – 0.55
Adecuado	0.40 – 0.69	0.56 – 0.75
Pobre	0.20 – 0.39	0.76 – 0.89
Muy Pobre	$\leq 0.19$	$\geq 0.90$

Tabla 3: Evaluación de las estimaciones del modelo desarrollado

Espacio	$R^2$	Se	Sy	$Se/Sy$	Evaluación
Aritmético	87.9 %	3321.5	8384.0	0.396	Bueno/Bueno
Logarítmico	92.4 %	0.338	0.660	0.512	Excelente/Bueno

La evaluación visual y cualitativa muestra que los puntos de comparación se sitúan apretadamente a lo largo de una línea recta indicando que el modelo es capaz de producir estimaciones razonables. Sin embargo esta distribución de puntos difiere notablemente de la línea de igualdad resultando que el modelo desarrollado es adecuado para aquellos valores más altos del módulo dinámico y tiende a subvalorar aquellos más bajos.

Los valores elevados del módulo dinámico corresponden a temperaturas bajas o altas frecuencias donde el mástico asfáltico presenta elevada rigidez inmovilizando a las partículas del agregado pétreo y siendo en consecuencia éste, el mayor responsable de la respuesta mecánica.

Por el contrario, los bajos valores del módulo elástico corresponden a las altas temperaturas o las bajas frecuencias de sollicitación donde la menor rigidez del asfalto permite el desarrollo del aporte friccional por trabazón de los granos minerales como mayor responsable de la respuesta mecánica de la mezcla asfáltica en esas condiciones. Dado que el modelo desarrollado no toma en cuenta este aporte friccional con las partículas minerales rodeadas del mástico asfáltico sin contacto entre ellas, este comportamiento observado resulta en consecuencia lógico.

Por ello y de acuerdo con las hipótesis planteadas para el desarrollo del modelo de estimación, se ha introducido un factor de ajuste o calibración de naturaleza empírica que salva la aparente contradicción entre la sencillez del modelo y la complejidad del comportamiento mecánico de las mezclas asfálticas.

### 6. INTRODUCCIÓN DE UN FACTOR DE AJUSTE EMPÍRICO

Las mayores discrepancias entre valores medidos y estimados resultan en el rango de los bajos valores de módulo dinámico habiéndose atribuido estas diferencias a la incapacidad del modelo de capturar el aporte friccional de los agregados pétreos. Los bajos valores de módulo dinámico resultan en condiciones de temperaturas más altas o frecuencias más bajas o de una manera equivalente, para bajos valores del módulo de rigidez del ligante Sbit. Por otro lado, el desarrollo de esa resistencia friccional se verá favorecida cuanto mayor sea la concentración de agregados pétreos y su granulometría por lo que finalmente se ha considerado introducir un factor de ajuste Fc dependiente de la rigidez del ligante asfáltico y el contenido relativo de agregados pétreos de la forma:

$$F_c = \left( k_1 \cdot \frac{V_g}{V_g + V_b} \cdot S_{bit}^{k_2} + k_3 \right) \tag{13}$$

con:

Fc : factor de ajuste

k<sub>1</sub> - k<sub>3</sub>: coeficientes de correlación

Vg : contenido volumétrico de agregados

Vb: contenido volumétrico de ligante

Estos coeficientes k<sub>1</sub> a k<sub>3</sub> se han determinado mediante la función Solver en la hoja de cálculo Excel minimizando la suma de los errores cuadráticos de los valores experimentales y los del modelo ajustado |E\*|, (en espacio, bi-logarítmico).

La expresión final para la estimación del módulo dinámico |E\*| resultante del modelo esférico con el factor de ajuste:

$$|E^*| = E_0 \cdot F_c = E_0 \cdot \left( 7.050 \cdot \frac{V_g}{V_g + V_b} \cdot S_{bit}^{-0.659} + 0.865 \right) \tag{14}$$

donde:

E<sub>0</sub> : módulo dinámico de la mezcla estimado por el modelo sin factor de ajuste

|E\*| : módulo dinámico de la mezcla estimado por el modelo con factor de ajuste

La Figura 7 muestra la comparación entre valores medidos y estimados con el ajuste empírico propuesto en tanto que la Tabla 4 presenta la evaluación de la bondad de las estimaciones.

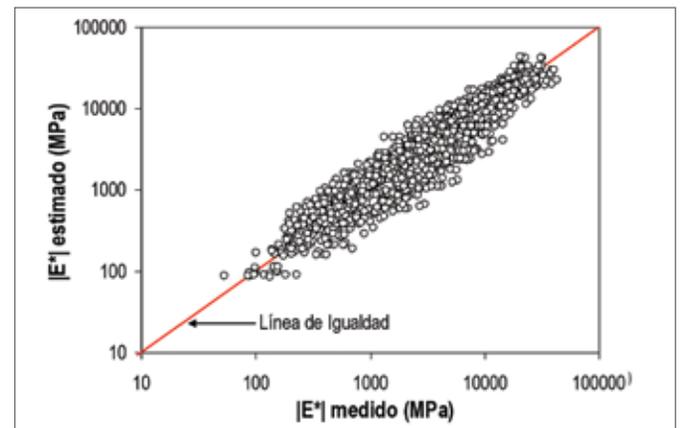


Figura 7: Comparación de módulos medidos y estimados ajustados por el modelo

Tabla 4: Evaluación de las estimaciones del modelo ajustado

Espacio	R <sup>2</sup>	Se	Sy	Se/Sy	Evaluación
Aritmético	88.2%	2770.5	8384.1	0.330	Bueno/Excelente
Logarítmico	92.4%	0.179	0.660	0.271	Excelente/Excelente

## 7. CONCLUSIONES

Se ha desarrollado un modelo tridimensional como extensión de los modelos analíticos en 2 dimensiones en el que cada agregado es considerado como una esfera recubierta por una película de espesor constante del mástico asfáltico y embebida en un medio esférico equivalente y homogéneo de tamaño finito de mezcla asfáltica cuyas propiedades efectivas son desconocidas.

Este medio equivalente considera a la mezcla como una combinación de las dos otras capas interiores (agregado y mástico) y donde las propiedades de esa capa más externa son entonces aquellas de la mezcla asfáltica. Luego, la mezcla asfáltica es tratada como un material compuesto macromecánicamente homogéneo. Para su aplicación al caso real de una mezcla asfáltica compuesta con agregados de una dada distribución granulométrica, contenido volumétrico de ligante y vacíos se han realizado una serie de consideraciones referidas a la distribución granulométrica de los agregados, el módulo elástico y espesor de la película del mástico y la influencia de los vacíos.

El modelo desarrollado ha sido aplicado sistemáticamente a todas las mezclas asfálticas incluidas en una base de datos compilada en la Universidad de Maryland comprendiendo mezclas asfálticas con ligantes convencionales y modificados con polímeros siguiendo un procedimiento secuencial e implementado en una hoja de cálculo Excel.

La comparación de valores estimados por el modelo y los medidos experimentalmente muestra que el modelo micromecánico resulta adecuado para aquellos valores más altos del módulo dinámico y tiende a subvalorar aquellos más bajos.

De acuerdo a las premisas básicas para el desarrollo del modelo de estimación se ha introducido un factor de calibración de naturaleza empírica que involucra el módulo de rigidez del ligante  $S_{bit}$  y el contenido relativo de agregados pétreos.

El modelo ajustado no presenta sesgo apreciable con un coeficiente de correlación  $R^2 = 92.4\%$ . La valoración de la aptitud del modelo resulta Bueno/Excelente para el espacio aritmético y Excelente/Excelente para el espacio bi-logarítmico.

Se destaca que este modelo de estimación del módulo dinámico de las mezclas asfálticas es de base racional y satisface la premisa básica adoptada referida a que sólo requiere conocer las características generales de la mezcla habitualmente determinadas durante la formulación de la misma.

Del análisis de los resultados obtenidos, es posible concluir que el modelo desarrollado produce resultados del módulo dinámico suficientemente confiables y adecuados para las mezclas asfálticas elaboradas con ligantes convencionales o modificados con polímeros aplicables en procedimientos de diseño empírico-mecánicos de pavimentos.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Martínez, F. O. "Desarrollo de un modelo micromecánico de estimación del módulo dinámico de mezclas asfálticas". *Memorias del XVIII Congreso Ibero Latinoamericano del Asfalto, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Comisión Permanente del Asfalto, 2015. ISBN 978-950-630-031-9.*
- [2] Eshelby, J. D. "The determination of the elastic field of an ellipsoidal inclusion and related problems". *Proceedings Royal Society, Serie A, No. 241. pp.376-396. 1957. London.*
- [3] You, Z., and W. G. Buttlar. "Discrete element modeling to predict the modulus of asphalt concrete mixtures". *Journal of Materials in Civil Engineering, Vol. 17, 2004, pp. 140-146.*
- [4] Buttlar, W. G., and Z. You. "Discrete element modeling of asphalt concrete: a microfabric approach". *Transportation Research Record, No. 1757, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., 2001, pp. 111-118.*
- [5] Shu, X., and B. Huang. "Dynamic modulus prediction of HMA mixtures based on the viscoelastic micromechanical model". *Journal of Materials in Civil Engineering, Vol. 20, No. 8, 2008, pp. 530-538.*
- [6] Shu, X., and B. Huang. "Micromechanics-based dynamic modulus prediction of polymeric asphalt concrete mixtures". *Composites Part B: Engineering, Vol. 39, No. 4, 2008, pp. 704-713.*
- [7] Buttlar, W. G., Roque, R. "Evaluation of empirical and theoretical models to determine asphalt mixture stiffnesses at low temperatures". *Journal of the Association of Asphalt Paving Technologists, Vol. 65. 1996.*
- [8] Christensen, R.M. and Lo, K. H. "Solutions for effective shear properties in three phase sphere and cylinder models". *Journal of the Mechanics and Physics of Solids, Volume 27, Issue 4, August 1979, Pages 315-330.*
- [9] Shashidhar, N. and Shenoy, A. "On Using Micromechanical Models to Describe the Dynamic Mechanical Behavior of Asphalt Mastics". *Proceedings of the 79th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington D. C., 2000.*
- [10] Buttlar, W. G., Bozkurt, D., Al-Khateeb, G. G. and Waldhoff, A. S., "Understanding asphalt behavior through micromechanics". *Annual Meeting of Transportation Research Board, Washington D. C. 1999.*
- [11] Li, G., Li, Y., Metcalfe, J. B. and Pang, S. "Elastic modulus prediction of asphalt concrete". *Journal of Materials in Civil Engineering, Vol. 11, No. 3, August, 1999.*
- [12] Huang, B., Shu, X., Li, G. and Chen, L. "Analytical modeling of three-layered HMA mixtures". *International Journal of Geomechanics, Vol. 7, No. 2, April 1, 2007.*
- [13] Di Benedetto, H., Olard, F., Sauzéat, C. and Delaporte, B. "Linear viscoelastic behaviour of bituminous materials: from binders to mixes". *International Journal Road Materials and Pavement Design, Vol. 5, Special Issue, p. 163-202, 2004.*
- [14] Saada, A. S. "Elasticity, theory and applications". *J. Ross Publishing, 2nd. Edition, 2009. ISBN 13:978-1-60427-019-8.*
- [15] Hashin, Z. and Shtrikman, S. "A variational approach to the theory of the elastic behaviour of multiphase materials". *Journal of the Mechanics and Physics of Solids, Volume 11, Issue 2, March-April 1963, Pages 127-140.*
- [16] Castelblanco, A. "Probabilistic analysis of air void structure and its relationship to permeability and moisture damage of hot mix asphalt". *MSc. Thesis, Texas A&M University, 2004.*
- [17] Witczak, M. and Mirza, W. "Dynamic Modulus Database", *University of Maryland, 1999.*
- [18] Witczak, M., Pellinen T., El-Basyouny M. "Pursuit of the simple performance test for asphalt concrete fracture/cracking". *Journal of the Association of Asphalt Paving Technologists, USA. 2002.*



# mercadoVial.com

vendé tu máquina, encontrá la próxima.

ARGENTINA  
**#1**  
ANUNCIOS

CLASIFICADOS . MÁQUINAS . EQUIPOS . TRANSPORTES PESADOS . CONSTRUCCIÓN . MINERÍA

## SUSCRIBITE A LA REVISTA - 6 ediciones anuales -

# \$850 +IVA.-

próximo número #30 - MAY-JUN 2017

suscribite ya!

publica tus equipos para la venta



/mercadoVial



/mercadoVial



/mercado\_vial



/mercadoVial



Tel.: +54 11 4765-4309

[info@mercadoVial.com](mailto:info@mercadoVial.com)

# Baires Ing srl

EMPRESA PROVEEDORA  
DE SERVICIOS DE INGENIERÍA VIAL



- Estudios y Proyectos
- Inspecciones y Supervisiones
- Estudios de Tránsito y Seguridad Vial
- Higiene y Seguridad
- Factibilidad Técnico-Económica
- Estudios Ambientales
- Cálculo Estructural
- Relevamientos Topográficos
- Estudios Hidráulicos e Hidrológicos



Av. Callao 232 Piso 2 Of. 3  
4371-0575/ 4371-1124

[bairesing@bairesing.com.ar](mailto:bairesing@bairesing.com.ar) • [www.bairesing.com.ar](http://www.bairesing.com.ar)

# 03.

## EVOLUCIÓN DE CRITERIOS DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA DE OBRAS VIALES

**Autores:** Ing. Jorge Galarraga, Ing. Marcelo Herz, Ing. Pablo Arranz, Dr. Ing. Alejandro Tanco

### RESUMEN

El Análisis Beneficio-Costo Social (ABCS) es utilizado formalmente por la Dirección Nacional de Vialidad desde 1972, según los criterios de la pionera Guía para Estudios de Factibilidad de Obras Viales, conocida como la “Guía Amarilla”. Las prácticas para evaluar la conveniencia económica de construir o no las obras y establecer prioridades en el marco de una metodología que hiciera comparable los estudios, fueron evolucionando en el marco institucional de la toma de decisiones, en la consideración de beneficios y su distribución, en la consideración del riesgo y en las herramientas de análisis.

En el año 2015 se completó una actualización de la Guía para Estudios de Factibilidad de Obras Viales a través de un convenio de la DNV con el Instituto Superior de Ingeniería de Transporte de la Universidad Nacional de Córdoba.

El objeto de trabajo es explicitar y contextualizar la evolución de criterios que se reflejan en los cambios de objetivos de la factibilidad económica, estimación de las demandas del proyecto, estimación de costos de usuarios y de no usuarios, evaluación de beneficios, indicadores, análisis de riesgo, impactos distributivos e impacto sobre los sectores económicos. Los cambios en el marco institucional se formalizaron con la Ley Nº 24354 de Inversiones Públicas (1994) que extendió lo que ya hacía la DNV a todas las obras públicas exigiendo el ABCS con Estudios de factibilidad e Impacto ambiental como requisito para ser elegible a financiación. En sucesivas reglamentaciones se han uniformizado procedimientos que incluyen además del ABCS, estructura de costos por tipo de obra (ECTO), análisis de impactos distributivos y de impactos en sectores económicos, en el empleo y en la economía en su conjunto con matrices insumo-producto.

Los cambios en fundamentos económicos de los beneficios de las obras viales no han afectado el criterio del excedente del consumidor ni el clásico criterio de compensación de Kaldor-Hicks, pero se han incorporado los criterios del desarrollado sustentable en el tratamiento de externalidades ambientales y medidas de mitigación.

Referente a herramientas de análisis, el avance de la informática ha viabilizado el uso de modelos de demanda de transporte, modelos de costos de transporte y modelos de análisis de riesgo más complejos, que han perfeccionado el tratamiento cuantitativo de datos para distintos casos.

Considerando el método de las longitudes virtuales incluido en la Guía Amarilla, los cambios en la determinación de costos de usuarios han sido sustanciales a partir de la difusión de los estudios del Banco Mundial para el Highway Design Model (HDM 3), y posteriores versiones derivadas (HDM4, RUC, RED).

La explicitación de los criterios y métodos actuales para tratar la demanda, los costos, los beneficios y la evaluación económica de los proyectos viales permiten concluir sobre los ítems satisfactoriamente resueltos y los no tan resueltos en materia de factibilidad económica.

### 1. INTRODUCCIÓN

#### 1.1 Antecedentes

Las prácticas de evaluar la conveniencia económica para la sociedad de construir o no obras públicas independiente de los ingresos monetarios tiene orígenes en EEUU en 1939 cuando estando en discusión inversiones en un sistema de presas con esclusas navegables en el Río Mississippi, se promulgó la ley de Control de Crecidas que autorizaba a usar fondos públicos solo si “los beneficios para quienquiera que se devenguen superan los costos estimados”, dando así instrumentación al Análisis Beneficio Costo Social (ABCS) en las políticas públicas. (Guess, 2000).

En el área de proyectos viales, la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) publica en 1960 la primera edición del manual “Análisis de los beneficios de los usuarios para mejoras en carreteras” conocido como el Libro Rojo, por el color de sus tapas (AASHTO, 1960). En el mismo se presentaban métodos de factores de costos unitarios de los usuarios para autos, camiones simples y semirremolques operando a diferentes velocidades, tal que pueden cuantificarse diferencias antes y después de distintos tipos de mejoras. El indicador de eficiencia económica es el Valor Actual Neto del proyecto, obtenido comparando las inversiones con las corrientes de beneficios anuales de los usuarios.

En Argentina, la Dirección Nacional de Vialidad (DNV) publica en 1972 la pionera Guía para Estudios de Factibilidad de Obras Viales, conocida como la “Guía Amarilla” formalizando la utilización del Análisis Beneficio-Costo Social (ABCS) para evaluar la eficiencia económica de inversiones viales (DNV, 1972).

A nivel internacional, en 1987 el Informe Brundtland instala el paradigma del desarrollo sustentable agregando a los obje-

tivos de eficiencia económica, objetivos simultáneos de equidad social y sustentabilidad ambiental.

En 1994 la Ley Nº 24354 de Inversiones Públicas, institucionaliza para todas las obras públicas financiadas por la Nación el requerimiento previo de una evaluación económica que verifique el beneficio neto positivo de las inversiones para la sociedad (ABCS) y una evaluación ambiental que identifique y trate los impactos ambientales socioculturales y ecológicos. Para ese entonces, la DNV tenía 23 años utilizando el ABCS con la Guía Amarilla, y 1 año evaluando los aspectos ambientales con el MEGA: Manual de Evaluación y Gestión Ambiental (DNV,1993) En los aspectos metodológicos, el Banco Mundial financia estudios para cuantificar los costos de usuarios con cambios en las características de las carreteras y los efectos de distintas políticas de conservación y rehabilitación de la red vial, dando origen a los modelos con base mecanística-empírica primero el Highway Design and Maintenance Model (HDM3) (Banco Mundial, 1987) y luego el Highway Development and Management Model (HDM4) (PIARC, 2004).

La evolución de paradigmas y herramientas se reflejan en Iberoamérica en los Manuales de Evaluación Económica de Proyectos de Transporte como el propuesto por el Banco Interamericano de Desarrollo (Rus et al, 2006) o el de España (CEDEX, 2010). No obstante la generalizada utilización del ABCS subsisten debates sobre algunos aspectos de su aplicación (Grimaldi y Beni, 2013)

En el año 2015 se completó una actualización de la Guía para Estudios de Factibilidad de Obras Viales a través de un convenio de la DNV con el Instituto Superior de Ingeniería de Transporte de la Universidad Nacional de Córdoba (DNV, 2015). Dicha actualización refleja la consolidación del marco teórico económico, la incorporación de criterios de desarrollo sustentable, los cambios en el marco institucional para la justificación de inversiones públicas y la disponibilidad de potentes herramientas de análisis cuantitativos, aspectos que se describen en el presente trabajo.

## 1.2 El Ciclo del Proyecto. Factibilidad.

El ciclo de vida de proyecto se compone con las etapas de Preinversión, Inversión y Operación, hasta que se reinicia el ciclo cuando durante la operación se constatan necesidades y se plantean ideas para un nuevo proyecto.

El objetivo general de las obras viales se inscribe, como parte del sistema de transporte, en el rumbo del desarrollo sustentable de la sociedad. Esto implica verificar que los nuevos proyectos sólo se implementen si cumplen criterios de eficiencia económica, equidad social y sustentabilidad ambiental.

El planteo de objetivos específicos, la formulación y selección de alternativas y la verificación de factibilidad del proyecto de-

finitivo se realizan en la etapa de Preinversión. En el caso de la obra vial incluye la planificación inicial regional, la planificación avanzada con categorización del proyecto, el anteproyecto y el proyecto definitivo.

Los Estudios de Factibilidad Económica forman parte de la fase final de la etapa de Preinversión. La etapa se compone de actividades de diagnóstico de la situación actual y de la proyección en un horizonte de 20 o más años, actividades de formulación de alternativas, que pueden involucrar variables de localización, tamaño y tecnología, y actividades de valoración y selección de alternativas.

En la fase inicial, planificación, identificados el propósito y necesidad de las inversiones a escala regional, se plantean a nivel de perfil croquis preliminares de alternativas de localización, tecnología y tamaño, que se valoran monetariamente en orden de magnitud.

En la fase intermedia, prefactibilidad, se formulan los estudios de ingeniería a nivel de anteproyecto, y se seleccionan y evalúan las alternativas candidatas a superar las pruebas de eficiencia económica y de impactos ambientales, desechando o reformulando aquellas que no verifican. Las variables pueden incluir localización (trazado), tamaño (autopista, autovía, carreteras con tercer carril), tecnología (materiales, pavimentos).

En la fase final de la etapa de preinversión, factibilidad, se requiere el desarrollo del proyecto definitivo, con la evaluación de su factibilidad económica y ambiental. Esta fase de la evaluación económica se orienta principalmente a suministrar indicadores de rentabilidad, de riesgo y de impactos distributivos del proyecto, para informar el proceso de toma de decisiones en inversiones públicas.

En el marco del análisis de inversiones de la Dirección Nacional de Vialidad y del Sistema Nacional de Inversiones Públicas es necesario no sólo determinar la eficiencia económica de cada proyecto sino establecer prioridades con un ordenamiento según el grado de conveniencia, lo cual requiere que los indicadores y la metodología para obtenerlos sean uniformes, para hacer comparables estudios realizados en distinto tiempo e independientemente.

Según el objetivo de la inversión se distinguen tres tipos de proyectos que pueden diferenciarse en metodologías específicas de análisis:

- I. Adecuaciones estructurales (renovaciones y reemplazos)
- II. Ampliaciones (aumentos de capacidad y seguridad)
- III. Obras nuevas

Las adecuaciones estructurales permiten reponer o reconstruir capacidad productiva, adecuando la oferta estructural deficiente, con utilización de la estructura existente, incluyen en el caso de obras viales la renovación de vida útil de los pavimentos y obras de arte. La gestión de pavimentos tiene componentes de costos de conservación y componentes de inversión en proyectos de rehabilitaciones, refuerzos y reconstrucciones. Análogamente, la gestión de puentes y otras obras de arte comprende costos de conservación e inversiones en proyectos de rehabilitación.

Los proyectos de ampliación, que adecúan oferta insuficiente con cambios en el diseño geométrico y aprovechamiento de la infraestructura existente, incluyen en el caso de infraestructuras viales a las mejoras en trazados existentes (pavimentación, ampliación de carriles, duplicación de calzadas, mejoras de seguridad y otros).

En las Obras nuevas se adecúa la oferta a la demanda insatisfecha sin aprovechamiento de la infraestructura existente, incluyen en el caso de infraestructuras viales a las nuevas conexiones en la red (nuevos trazados con autopistas, carreteras y puentes).

### 1.3 Criterios de Factibilidad Económica

Con el paradigma del desarrollo sustentable, la eficiencia económica evaluada con ABCS no es el único objetivo en la toma de decisiones de inversiones públicas, pudiendo los objetivos ambientales y sociales evaluarse por separado, o integrarse en un análisis multicriterio con indicadores cuantitativos y cualitativos. La evaluación multicriterio genera información más completa para la toma de decisiones pero su mayor complejidad solo se justifica para evaluar alternativas de transporte de gran impacto regional.

Las prácticas para evaluar la conveniencia económica de construir o no las obras y establecer prioridades en el marco de una metodología que hiciera comparable los estudios, fueron evolucionando en el marco institucional de la toma de decisiones, en la consideración de beneficios y su distribución, en la consideración del riesgo y en las herramientas de análisis.

El presente trabajo explicita y contextualiza criterios incluidos en la actualización de la Guía de Factibilidad de Obras Viales (2015) que reflejan los objetivos de la evaluación de proyectos, estimación de las demandas, estimación de costos de usuarios y de no usuarios, evaluación de beneficios, indicadores, análisis de riesgo, impactos distributivos e impacto sobre los sectores económicos.

En el apartado 2 se considera la demanda de las obras viales (estudios de mercado), el apartado 3 trata los distintos beneficios atribuibles (usuarios y comunidad, propios y externalidades), el apartado 4 presenta los indicadores de evaluación

(renta, riesgo, distribución, impacto productivo) y en el apartado 5 se presentan algunas conclusiones sobre criterios y metodologías actuales.

## 2. DEMANDA DE OBRAS VIALES

### 2.1 Tipos de Tránsito

Los beneficios del proyecto se estiman en función de todos aquellos usuarios que experimenten reducción en sus costos generalizados de transporte. Resulta entonces de capital importancia definir quienes serán los usuarios del proyecto, es decir la demanda de la nueva obra vial.

El tránsito con proyecto puede estar compuesto por usuarios que cambiaron o no su comportamiento. Los usuarios del proyecto que no cambiaron su comportamiento ya eran usuarios de la situación sin proyecto. Este tipo de tránsito ha recibido diferentes denominaciones, tales como tránsito base, tránsito propio, tránsito normal, tránsito existente.

Los usuarios del proyecto que cambiaron su comportamiento pueden deberse a diferentes situaciones, a saber: a) cambio de ruta, debido a usuarios que ya viajan actualmente por modo carretero y que, manteniendo su origen y destino, optan por emplear la mejora obtenida con el proyecto, b) cambio de modo, debido a usuarios que ya viajan actualmente por otra modalidad (por ejemplo ferroviaria) y que optan por emplear la mejora obtenida con el proyecto, c) incremento de la frecuencia de los viajes, por ejemplo 4 viajes por día con proyecto contra dos viajes por día sin proyecto, d) nuevos usuarios, debido a cambios en el uso del suelo y/o por mayor producción de bienes y servicios derivados del proyecto, y e) otros cambios posibles, por ejemplo cambio en el origen y/o destino o en la hora del viaje.

De manera simplificada, y siguiendo el criterio del Modelo HDM-4 (PIARC, 2004), se pueden clasificar tres (3) tipos de tránsito:

- a.- Tránsito Normal: tránsito que emplearía el proyecto aunque la inversión de mejora no se realizara. Es el tránsito compuesto por los usuarios que no cambiaron su comportamiento y corresponde también al escenario sin proyecto.
- b.- Tránsito Derivado: tránsito que proviene de un cambio de ruta o de modo. Es el tránsito compuesto por los usuarios que, manteniendo su origen y destino, modificaron sus itinerarios previos debido a la mejora del proyecto. Caso a) y b) de cambio de comportamiento.
- c.- Tránsito Generado o Inducido: todo otro tránsito adicional que pueda presentarse en la situación con proyecto. Es el tránsito compuesto por los usuarios que incrementan la frecuencia de viajes, nuevos usuarios generados debido a cambios en el uso del suelo, mayor producción de bienes y servicios, y otros cambios posibles. Casos c), d) y e) de cambio de comportamiento.

Corresponde consignar que el Tránsito Normal y el Derivado ya existen en el escenario sin proyecto. En cambio el Tránsito Generado se refiere a nuevos viajes, que no están presentes en la Red de Transporte sin proyecto.

## 2.2 Zona de Influencia y Red de Transporte

La zona de influencia y la red de transporte determinan la capacidad espacial de la modelación y son necesarias para estimar adecuadamente los usuarios a lo largo del período de evaluación.

Para predecir la evolución del tránsito existente (normal y derivado) se considera la evolución de las variables socio económicas sin el impacto de la nueva oferta por la ejecución del proyecto. En cambio para estimar el tránsito generado debe considerarse la modificación que pueda significar en dichas las variables la ejecución del proyecto.

El desarrollo de estos aspectos varía según el tipo de obra. La Tabla N° 1 pretende resumir la importancia de los tipos de tránsito y de la zona de influencia y la red de transporte en cada caso.

Tipo de Proyecto	Tránsito más importante	Zona y red de transporte
Adecuación estructural	Normal	Importancia mínima
Ampliación	Normal / Derivado / Generado	Importancia media
Obra Nueva	Derivado / Generado	Importancia máxima

**Tabla N° 1:** Importancia de los tipos de tránsito y de la zona de influencia y red de transporte en cada tipo de proyecto.

La delimitación del área geográfica que deben cubrir los estudios depende de la "zona de influencia" del proyecto bajo análisis. En términos generales puede considerarse que la zona de influencia está conformada por el área y red de transporte en la cual se pronostican cambios en los niveles de tránsito a consecuencia del proyecto. Esta área es muy variable dependiendo del tipo de proyecto en estudio.

La definición de una "Red" sólo es necesaria cuando alguno de los caminos que se pretende mejorar pueda atraer o derivar tráfico de otras rutas o desde otros medios de transporte. Cuando esa posibilidad no exista, la red se verá reducida solo a los tramos del camino afectado.

La red de transporte pretende representar el componente de la oferta en el proceso de modelación. La descripción de la red puede hacerse a diferentes niveles de detalle y requiere la especificación de su estructura y atributos (longitud, velocidad, capacidad, costos).

## 2.3 Estudios del Tránsito Existente

El relevamiento del tránsito existente constituye una de las principales etapas de los estudios de factibilidad. El tránsito actual es la base principal para la proyección del tránsito futuro. El objetivo principal de los estudios es estimar el tránsito normal y la matriz de origen y destino que permita cargar la red para cuantificar el tránsito derivado.

Para la definición del tránsito normal interesa la determinación de variables típicas de este tratamiento, tales como Tránsito Medio Diario Anual (TMDA), composición vehicular media, volúmenes de giros en principales intersecciones, ejes equivalentes, condiciones típicas de operación (horarios picos, usos variados entre días hábiles y feriados, etc.). Se deben realizar Censos de Volumen y Composición. La ejecución de los mismos puede ser por medios manuales o automáticos. La duración de los conteos se fija en función de las características de las obras consideradas y de la variabilidad del tránsito en función del tiempo.

Para la definición del tránsito derivado se requiere conocer los orígenes y destinos del tránsito actual sobre la red del proyecto. Para ello se realizan las Encuestas de Origen y Destino. Además permite obtener un conjunto de información sobre los vehículos, los pasajeros y la carga, información necesaria para el análisis económico y el estudio de costos de operación de vehículos. Típicamente se pregunta sobre: a) origen y destino de los viajes, b) el tipo de vehículo empleado, c) el motivo del viaje, d) la ocupación en pasajeros, c) la carga transportada. A los fines de la expansión posterior de la muestra es necesario conocer el TMDA y la composición en la ubicación del puesto de Origen y Destino. Para ello, en paralelo con la encuesta de Origen y Destino y en el mismo lugar y tiempo, debe realizarse un censo volumétrico y de clasificación.

## 2.4 Estimación de la Demanda

Habiendo definido y realizado los estudios correspondientes a la zona de influencia, la red de transporte, los costos generalizados y el tránsito existente se está en condiciones de estimar la demanda, es decir el tránsito normal, derivado y generado para el momento del estudio y a lo largo del período de evaluación. A continuación se trata la estimación inicial de cada tipo de tránsito y luego la proyección.

### 2.4.1 Tránsito Normal

La estimación del Tránsito Normal se basa en los censos de volumen y composición que han sido citados en los estudios de tránsito existente. A partir de la duración de los conteos y considerando las correspondientes correcciones se obtiene el Tránsito Medio Diario Mensual y luego el TMDA para el año de ejecución de los conteos

## 2.4.2 Tránsito Derivado

El tránsito que se va a derivar al escenario con proyecto sigue empleando su itinerario original en el escenario sin proyecto. En este escenario cada par Origen - Destino tiene su demanda, y los viajes del tramo en estudio conforman el Tránsito Normal. Manteniendo esta demanda (Matriz Fija de Orígenes y Destinos) en el escenario con proyecto, una nueva asignación a la red mejorada modifica los itinerarios previos. Los nuevos viajes adicionales asignados al tramo en estudio conforman el Tránsito Derivado para el año de realización de la Encuesta.

De la Encuesta de Origen y Destino se obtiene la Matriz de viajes entre pares de zonas que representa a la Demanda y la red con proyecto con sus arcos (con costos generalizados) y nodos representa a la Oferta. El resultado de la asignación (tránsito en cada uno de los arcos) se obtiene como el equilibrio entre las condiciones de demanda y oferta.

Esencialmente los métodos de asignación a la red pueden clasificarse por una parte si tienen o no en cuenta los efectos de la congestión y por otra parte si incluyen o no efectos probabilísticos en el comportamiento de los usuarios (Ortúzar y Willumsen, 2011). La Tabla N° 2 muestra la correspondiente clasificación.

Modelos de Asignación a la Red		Efectos probabilísticos	
		No	Si
Efectos de la Congestión	No	Todo o Nada	Estocástico
	Si	Equilibrio de Wardrop	Equilibrio estocástico

Tabla N° 2: Clasificación de los métodos de asignación a la red.

itinerarios que minimicen sus costos generalizados. Para automóviles los costos generalizados deben contemplar solamente los “costos de bolsillo”, es decir los desembolsos monetarios inmediatos (combustible, peaje y estacionamiento) y el valor del tiempo de viaje. Para ómnibus y camiones debe considerar los costos empresarios variables de operación, y el valor del tiempo de pasajeros y de cargas en tránsito, todo valuado a precios de mercado, según se detalla en el punto 4.2 de costos de transporte.

Considerar los efectos de la congestión implica que los costos generalizados de los arcos se modifican a medida que se incrementa el volumen de tránsito asignado a los mismos. Este tipo de métodos se conocen como de capacidad restringida. Considerar efectos probabilísticos sobre el comportamiento de los usuarios implica que no todos los usuarios perciben los costos generalizados de los arcos de la misma manera. Se acepta la presencia de un error aleatorio en la percepción de los costos.

La selección del método más adecuado está en relación al caso en estudio. Cuando los volúmenes de tránsito son apre-

ciablemente menores a la capacidad resulta mucho más simple y suficientemente preciso, considerar que los costos generalizados de cada arco no dependen del volumen de tránsito. Adicionalmente considerar efectos probabilísticos sobre los usuarios agrega mayor realismo con resultados más conservadores. El modelo Logit podría ser empleado para este caso. Si los flujos a asignar comprometen la capacidad de los arcos debe adoptarse una función de costos – flujos para cada arco. Para estos casos la aplicación del equilibrio estocástico no asegura convergencia, mientras que la aplicación del equilibrio de Wardrop resulta más simple y suficientemente preciso. El método de asignaciones incrementales podría ser empleado para este caso.

## 2.4.3 Tránsito Generado

El Tránsito Generado o Inducido se refiere a nuevos viajes, que no están presentes en la Red de Transporte sin proyecto. Puede estar compuesto por usuarios que incrementan la frecuencia de sus viajes o por nuevos usuarios producidos debido a cambios en el uso del suelo, por mayor producción de bienes y servicios, y por otros cambios posibles como en el origen y/o destino o en la hora de los viajes. No existiría en el futuro de no realizarse el proyecto, se genera por efecto de la mejora.

En términos generales, para aquellos casos en los cuales el tránsito normal es relevante y está consolidado (proyectos de adecuación estructural de carreteras pavimentadas), el tránsito generado o inducido reviste poca importancia. En cambio para los casos en los cuales el tránsito normal es pequeño (proyectos de ampliación por pavimentación de un tramo no pavimentado) o nulo (obras nuevas) el tránsito generado o inducido puede ser un componente clave de la evaluación.

Cuando el tránsito generado está producido por cambios en el uso del suelo o por mayores actividades productivas es posible que requiera varios años para materializarse en su totalidad. El período de aplicación dependerá de la evolución prevista en el tiempo para las actividades generadoras.

Dos procedimientos que pueden emplearse para estimar el tránsito generado o inducido son, la elasticidad con respecto al ahorro de costos de la situación sin proyecto y el modelo de gravedad. Ambos métodos se basan en que la realización del proyecto producirá una reducción de los costos de los usuarios y que debido a la misma se generarán nuevos viajes. Los métodos empleando elasticidad son de aplicación para los proyectos de adecuación estructural donde el tránsito normal es el componente clave. Los métodos empleando modelos de gravedad son recomendados para los proyectos de ampliación y obras nuevas donde el tránsito normal es nulo o muy bajo.

## 2.5 Proyección del Tránsito

Tan importante como la estimación del tránsito normal, derivado y generado o inducido a un año de referencia es su proyección al año de habilitación y luego durante el período de evaluación.

Según ha sido expuesto el tránsito normal y la Matriz Fija de Orígenes y Destinos (tránsito existente) se determina para el año de relevamiento. Considerando el tiempo necesario para licitar y construir la obra resulta que, prácticamente en todos los casos, el año de habilitación previsto sea posterior, por lo que resulta necesario proyectar los tránsitos hasta allí y luego a lo largo del período de evaluación.

Para estimar el tránsito normal al año de habilitación se debe proyectar el obtenido para el año de relevamiento. Típicamente este procedimiento se realiza empleando una tasa anual acumulativa del tránsito, la misma puede ser diferente para cada categoría de vehículos. El procedimiento puede ser similar para el tránsito derivado.

El procedimiento tradicionalmente empleado para la proyección del tránsito se basa entonces en considerar una tasa anual de crecimiento acumulativa. El problema a resolver es cómo estimar dicha tasa de crecimiento anual para cada tipo de vehículo.

Dos tipos de técnicas han sido empleadas con tal objetivo: a) las series de tiempo o análisis de tendencias, que plantean que el futuro puede ser estimado a través del pasado y b) modelos causales, que plantean que el tránsito es una variable derivada o dependiente de otras variables independientes o explicativas. Se detallan los procedimientos a seguir en cada caso.

En general debe proyectarse el tránsito por un período del orden de 20 años. Esto representa un horizonte de largo plazo con elevada incertidumbre. En efecto es reconocido que la capacidad de pronóstico va disminuyendo a medida que se incrementa el horizonte de proyección.

Como consecuencia deben plantearse diferentes escenarios para las proyecciones. En general se plantea un escenario base o más probable y a partir de éste dos escenarios más, uno optimista y otro pesimista.

Corresponde consignar que, en términos generales, las proyecciones de tránsito presentan tasas que pueden ser diferentes para cada tipo de vehículo y también para diferentes períodos de tiempo dentro del horizonte de evaluación.

## 3. BENEFICIO DE OBRAS VIALES

### 3.1 Teoría del Bienestar

Teniendo en cuenta el bienestar de una sociedad involucra conceptos diversos y de diferente valoración (el respeto a los derechos humanos, la movilidad social, etc.), no todos pueden incluirse en el estudio económico. La Economía del Bienestar se dedica especialmente a la disponibilidad de bienes por parte de la sociedad y la distribución de estos entre los habitantes. En términos más formales se puede decir que se trata del estudio de la eficiencia y de la equidad de las acciones económicas (eficiencia en el uso de los recursos de la sociedad y equidad en la distribución de los beneficios).

Para la evaluación de proyectos de carretera se trata de establecer el cambio en el bienestar de la sociedad que produce el proyecto. Esta visión trae aparejada una serie de complejidades. Primero como medir el bienestar y segundo como establecer que el bienestar de algunos individuos a costa de otros es un beneficio neto positivo para la sociedad.

Para responder a la primera complejidad se recurre a la teoría de la utilidad. La teoría económica supone que un individuo tiene preferencias de consumo de unos u otros bienes sobre la base de la satisfacción que proporcionan a sus necesidades. Así cada bien o servicio tiene una utilidad o grado de satisfacción diferenciado del proporcionado por otros bienes. El individuo selecciona, entonces una combinación de bienes de manera de maximizar la satisfacción de sus necesidades. Puede establecerse una equivalencia entre cambios en el bienestar de un individuo (cambios en la utilidad obtenida de los bienes y servicios) y cambios en el ingreso del individuo.

Para responder a la segunda complejidad debe considerarse que un proyecto de carreteras afecta a varios individuos de forma negativa o positiva. No resulta tan directo pensar que el beneficio de unos compensa las pérdidas de otros. Podría pensarse que la pérdida de bienestar de un solo individuo es suficiente para establecer que el proyecto no es beneficioso para la sociedad. Para salvar esta situación se ha establecido un criterio de selección atribuido a Kaldor y Hicks (Fontaine, 2008) que puede enunciarse como:

“Cualquier cambio que coloque a alguna persona en una mejor posición y si es posible que esa persona compense potencialmente a quienes hayan desmejorado su posición, y si estos, con esta compensación estuvieran al menos como estaban antes, es una ganancia potencial para la sociedad”.

A modo de resumen, entonces, valga decir que desde el punto de vista "restringido a métricas económicas", el mayor o menor bienestar, se limita a la consideración del efecto de acciones económicas (proyectos, políticas) sobre el monto y la distribución del ingreso nacional a lo largo del tiempo.

### 3.2 Beneficios por Excedente del Consumidor

Se define al excedente del consumidor como la diferencia entre el precio que el consumidor está dispuesto a pagar y el que realmente paga. Considerando una demanda de transporte como la representada en la Figura N° 1 y asumiendo que el costo generalizado de un viaje está representado por el valor B, el excedente de los consumidores está representado por el área del triángulo ABC.

Generalmente, en evaluación de proyectos el interés está centrado en la variación o diferencia del excedente del consumidor derivado de una mejora en el costo generalizado del viaje por el proyecto en estudio. La Figura N° 1 presenta este caso. El Proyecto ha reducido el costo generalizado del viaje al valor E. El excedente de los consumidores para esta nueva situación, de acuerdo a lo expuesto previamente, está representado por el área del triángulo AEG y la diferencia de excedente de los consumidores con respecto a la situación sin proyecto queda representada por el área del trapecio BCGE.

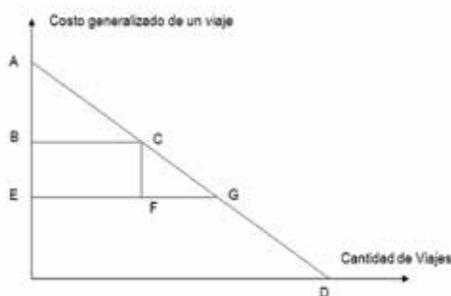


Figura N° 1: Diferencia de Excedente del Consumidor por reducción del costo generalizado de viaje.

Típicamente el costo generalizado de un viaje incluye el costo de operación más el costo del tiempo. Para estimar la cantidad de viajes, en el costo generalizado del viaje se deben emplear precios de mercado o financieros, incluyendo la tarifa de peaje si correspondiera.

Una vez estimados los niveles de tránsito, el beneficio para la comunidad por ahorros de costos de operación y tiempo de viaje, debe computarse con el procedimiento del excedente del consumidor, pero empleando precios sociales o económicos y sin considerar la tarifa de peaje, ya que la misma es una transferencia entre consumidores y productores, pero no modifica el beneficio social.

### 3.3 Otros Beneficios

Además de la concepción anterior en que el bienestar de los individuos se mide en base al excedente del consumidor (ahorros de costos de operación y tiempo de viaje) los proyectos de infraestructura de transporte pueden incluir otros tipos de beneficios y metodologías para estimarlos.

Una lista exhaustiva con sus metodologías de cálculo se en-

cuentran en la versión actual del “Libro Rojo” de AASHTO que trata beneficios de usuarios y beneficios de no usuarios (AAHTO 2010,a)

#### 3.3.1 Beneficios por Disminución de Accidentes

Los accidentes viales son causa de significativos costos sociales y económicos. De no contemplarse los beneficios por reducción de accidentes, proyectos que pudieran mejorar la seguridad vial se encontrarían en desventaja frente a otros que promuevan ahorros en costos de operación y tiempo de viaje.

Se han identificado tres tipos de costos asociados a los accidentes, a) los costos directos (costos médicos, de vehículos dañados y costos administrativos), b) los indirectos (el valor de capacidad productiva perdida por muerte prematura, incapacidad permanente o temporal y c) el valor humano (el valor de la pérdida de disfrute de la vida o la salud de la víctima, así como el dolor, aflicción, y sufrimiento de la víctima y sus familiares).

En el caso de accidentes viales, se han utilizado métodos de valoración basados en el mercado directo con criterios actariales: contabilización del aporte del muerto al ingreso nacional si no hubiera fallecido, estudio de primas de seguros aceptadas por aquellos que toman seguros de vida, estudios de sentencias judiciales por muerte, etc. Se considera más apropiado utilizar métodos basados en la disponibilidad a pagar por un aumento específico de la seguridad personal, que permiten estimar un Valor de la Vida Estadística. (VVE). De los estudios realizados a través de encuestas de preferencias declaradas en países europeos y americanos, se puede establecer que el VVE se ubica en un rango entre 50 y 100 veces el Ingreso per cápita. Para determinar los beneficios por reducción de accidentes, además del costo de cada accidente, debe estimarse el número de accidentes de cada severidad en los escenarios sin y con proyecto. Para ello se emplean modelos de predicción de accidentes como los incluidos en el Manual de Seguridad Vial de Estados Unidos de Norte América, Highway Safety Manual (AASHTO, 2010 b) en su parte D trata los factores de modificación de accidentes. Estima diferentes factores según diferentes tipos de infraestructura, carreteras rurales de dos carriles, carreteras rurales multicarriles y arterias urbanas y suburbanas.

#### 3.3.2 Beneficios por Externalidades Positivas (o disminución de externalidades negativas)

Las externalidades son costos o beneficios que no están reflejados en los precios de mercado. En el caso del transporte carretero las emisiones vehiculares de contaminantes del aire y de ruido constituyen externalidades negativas para los residentes localizados sobre los márgenes de la vía. Un proyecto de infraestructura de transporte que reduzca la citada contaminación atmosférica y sonora presentaría un beneficio que podría ser cuantificado. Existen diferentes metodologías para estimar monetariamente los beneficios por externalidades positivas. Por ejemplo a través de costos incurridos o evitados, precios hedónicos o disponibilidad a pagar. (Field y Field,2003)

La metodología por costos incurridos o evitados está basada en costos observables en el mercado directo. La determinación de los costos incurridos se basa en valorar los recursos adicionales que hubieran sido necesarios para obtener el mismo efecto, en tanto que la determinación de los costos evitados se basa en valorar el perjuicio evitado. Se debe adoptar el menor. A manera de ejemplo se plantea la reducción del ruido en el centro de la ciudad, por costos incurridos podría ser los recursos necesarios para construir una barrera anti sonora con el mismo efecto y por costos evitados la valoración económica de la pérdida de producción de los residentes afectados debida al ruido.

La metodología por precios hedónicos está basada en costos observables en mercados sustitutos. Para bienes cuyo precio está basado en diferentes atributos, se basa en identificar la contribución de la parte en estudio. Por ejemplo estimar cuál es la participación de la mejora en el nivel de accesibilidad sobre precio de los terrenos.

La metodología por disponibilidad a pagar está basada en costos de mercados construidos. A través de encuestas de preferencias declaradas puede estimarse el valor económico de la contaminación ambiental, similar al caso mencionado del Valor de la Vida Estadística.

### 3.3.3 Beneficios por Excedente del Productor

Aplicable al caso de caminos de bajo tránsito, en los cuales el tránsito generado o inducido representa el componente clave de los beneficios. Se define al excedente del productor como la diferencia entre el precio que el productor realmente recibe y el que está dispuesto a vender. Este último puede determinarse por el costo marginal de producción (Banco Mundial, 2005). En el caso de emplearse el excedente del productor todo el tránsito generado por los vehículos afectados a la mayor producción no debe ser incluido como excedente del consumidor ya que se estaría produciendo una doble contabilidad de los beneficios. El beneficio está pasando al productor de bienes y servicios y no al transportista.

## 4. EVALUACIÓN DE LAS INVERSIONES VIALES

### 4.1 Metodología General

Tal como fue expuesto en el apartado 1, el propósito y necesidad de las obras viales se inscribe en el rumbo del desarrollo sustentable de la sociedad. Esto implica verificar que nuevas inversiones sólo se asignen a proyectos que verifiquen eficiencia económica, equidad social y sustentabilidad ambiental.

La Figura Nº 2 muestra la metodología general propuesta en la Actualización de la Guía de Estudios de Factibilidad de Obras Viales en Argentina (DNV, 2015) para la evaluación económica como última etapa de los estudios de factibilidad



Figura Nº 2: Evaluación económica en estudios de factibilidad

La evaluación económica tiene tres propósitos asociados con las instancias de toma de decisión. En primer lugar debe indicar para cada una de las alternativas analizadas, cuál es la mejor solución en cuanto al trazado y características de diseño geométrico y estructural. En segundo lugar, una vez seleccionada la mejor alternativa de proyecto, la evaluación debe verificar que desde el punto de vista de la economía en su conjunto, es mejor la situación con proyecto que sin proyecto (“do minimum”), considerando rentabilidad, riesgo y distribución. En tercer lugar, como los proyectos de inversión deben competir con recursos financieros limitados, es necesario establecer prioridades con un ordenamiento según el grado de conveniencia.

Los indicadores de rentabilidad utilizados son el Valor Actual Neto Económico (VANE) y la Tasa Interna de Retorno Económica (TIRE), que se obtienen a partir de un flujo de fondos considerado el escenario básico con proyecto. Para verificar la oportunidad de las inversiones se utiliza como indicador el Beneficio del Primer Año (IBPA).

El riesgo y la incertidumbre, que son inherentes a los valores futuros de las variables, se tratan generando flujos de fondos para otros escenarios del proyecto y recalculando los indicadores de rentabilidad con análisis de sensibilidad y de riesgo.

La evaluación de impactos distributivos, se trata desagregando los beneficiarios sectorial, social y geográficamente.

En el marco del Sistema Nacional de Inversiones Públicas, los indicadores y la metodología para obtenerlos deben ser uniformes, para hacer comparables estudios realizados en distinto tiempo e independientemente. Además de los indicadores antes mencionados, se requiere un "Análisis de Impacto" de las inversiones sobre los sectores económicos, siguiendo una metodología basada en Estructuras de Costos por Tipo de Obra (ECTOs).

## 4.2 Alternativa Base y Alternativas de Proyecto

La evaluación económica es un análisis comparativo. Considera siempre la diferencia de costos y beneficios entre la Alternativa Base y las posibles diferentes Alternativas de Proyecto.

La Alternativa Base representa el escenario sin proyecto. Puede definirse como la Alternativa de "Hacer lo Mínimo". En consecuencia no es "No hacer nada", sino definir de manera realista las actividades mínimas contra las cuales se evaluarán las Alternativas de Proyecto. En general no corresponde a la situación actual, sino a la situación actual optimizada durante el horizonte de evaluación. El proceso de optimización debería incluir inversiones menores para eliminar obvias ineficiencias de la operación actual.

Cada Alternativa de Proyecto o de "Hacer algo" representa un curso de acción que implica un consumo diferente de recursos y posiblemente también diferentes beneficios. En general representan inversiones considerables que modifican la situación actual, incluyendo el proyecto. En consecuencia la evaluación determinará cuál es la más conveniente.

En definitiva deben formularse y evaluarse alternativas que sean factibles y adecuadas para el proyecto en cuestión, teniendo en cuenta que las diferencias entre alternativas son las bases para la decisión.

### 4.2.1 Costos de Transporte

El estudio de los costos de transporte comprende dos objetivos:

- a) Determinar costos que influyen en la toma de decisiones de usuarios para asignar tránsito en red. Son costos sensibles a precios de mercado, parte de los costos financieros de los usuarios
- b) Determinar costos que influyen en la toma de decisiones de inversión pública para evaluación económica de proyectos. Son costos generalizados de transporte a precios sociales, o costos económicos o costos de la comunidad.

La relación entre costos de mercado y costos económicos se cuantifica mediante la Relación Precio de Cuenta (RPC) que contempla la eliminación de distorsiones sobre los precios de mercado (impuestos, subsidios, precios máximos, mínimos, existencia de monopolios, etc.).

La estimación de costos financieros y económicos de operación y valor del tiempo de viaje para vehículos tipo se puede realizar

sobre la base de estudios extendidos de costos de operación que hayan dado origen a modelos (entre ellos puede mencionarse en Argentina el uso de COSTOP de la División Factibilidad, Subgerencia de Planeamiento y Programación Vial de la Gerencia de Planeamiento, Investigación y Control de la DNV (DNV, 2014), el sub modelo RUC (Road User Cost) del HDM4 (PIARC, 2004) y el modelo RED (Banco Mundial, 1999),

### 4.2.2 Estimación de Beneficios

Se han tratado las diferentes metodologías para estimar los beneficios económicos de un proyecto para la sociedad. En todos los casos los procedimientos se basan en estimar el cambio en los excedentes obtenidos por los diferentes grupos afectados por el proyecto y sumarlos. Se estima la diferencia entre la ganancia y la pérdida al pasar de la situación de continuar como hasta ahora o hacer el proyecto. Debe recordarse que quienes consumen (en este caso los usuarios de la carretera) valorarían su bienestar o la utilidad marginal del viaje por el cambio en su excedente (típicamente ahorros de costos de operación, tiempos de viaje, accidentes). Por su parte los que producen (en este caso empresas de bienes y servicios, valorarían su excedente por los beneficios derivados de la mayor producción que habilita el proyecto. Además la sociedad en general debe tener en cuenta los excedentes derivados de mejoras sociales y externalidades positivas.

Para poder cuantificar los excedentes (cambios entre la situación con y sin proyecto) deben estimarse dos parámetros: a) la cantidad de unidades beneficiadas y b) el beneficio unitario correspondiente. Por ejemplo para estimar el beneficio por reducción de accidentes debe cuantificarse por un lado la cantidad de accidentes evitados por el proyecto y además el costo de cada uno de ellos.

Otra forma de clasificar los beneficios de un proyecto vial es en: A) directos y, B) indirectos.

Los beneficios directos están medidos por los ahorros netos de los usuarios (la suma de los que ahorran y los que no) obtenidos por la mejora del camino. Entre estos se distinguen los siguientes:

- A1) Disminución de los costos de operación de vehículos.
- A2) Disminución del tiempo de viaje.
- A3) Disminución de los accidentes.

Los beneficios indirectos pueden ser de diversos tipos, entre ellos los más considerados son:

- B1) Inducción a una mayor producción debido al mejor aprovechamiento de los recursos naturales y humanos.
- B2) Aumento del nivel cultural y sanitario de la población de la zona de influencia, integración política de zonas escasamente comunicadas, aspectos estratégicos de ocupación del territorio, etc.
- B3) Externalidades positivas (o disminución de externalidades negativas).

### 4.2.3 Uso de Modelo HDM

Ya se mencionó el HDM 4 (Highway Development and Management). El mismo es el resultado de los desarrollos financiados por el Banco Mundial desde 1970 con modelos mecanicista-empíricos para establecer las interacciones entre costos de las obras y costos de operación de los vehículos. Se basa en el concepto del análisis del ciclo de vida de la carretera, desde la construcción, el paso anual del tránsito, el deterioro de la calzada, los efectos de las obras de reparación, los efectos para usuarios de la carretera y los efectos ambientales.

En todos los casos el HDM compara, como mínimo, dos alternativas, la de Base que representa el escenario sin proyecto (Hacer lo Mínimo), contra la de Proyecto (Hacer algo). Tanto los costos de inversión y mantenimiento como los beneficios de los usuarios (ahorros de costos de operación y tiempo de viaje) son calculados como diferencias entre las dos alternativas citadas a lo largo del período de evaluación adoptado. También puede incluir beneficios por reducción de accidentes y agregar al flujo de caja beneficios exógenos.

El HDM ofrece la posibilidad de realizar tres tipos de análisis: a) Estratégico, b) Programación y c) Proyecto. El análisis estratégico está asociado a la planificación de mediano y largo plazo, para considerar las inversiones en la totalidad de la red, aplica el concepto de categorías de redes de carreteras (por ejemplo combinando nivel de tránsito con tipo y estado del pavimento y zonas climáticas o ambientales). El análisis de programación está orientado a definir presupuestos anuales o multianuales y típicamente se emplea para definir las prioridades de ejecución dentro de una larga lista de proyectos candidatos para los diferentes tramos de la red. El análisis de proyecto se emplea para evaluar una determinada opción de inversión aplicada a un tramo específico de la red, éste es el nivel de análisis que corresponde a los estudios de este documento.

### 4.2.4 Costos del Proyecto

En general la corriente de costos en los estudios de proyectos de transporte está compuesta por erogaciones de inversión, de mantenimiento, de operación y de explotación. Cabe incluir también en esta corriente el valor residual del proyecto. Sin embargo en la situación actual también existen costos de mantenimiento, operación y explotación. Los costos atribuibles al proyecto son aquellos marginales por la materialización del proyecto respecto a la situación sin proyecto.

Los costos de inversión o también llamados de capital, comprenden el costo de los recursos naturales, obras civiles, equipamiento, costos de mitigación ambiental y costos de ingeniería y supervisión durante la construcción. Estos costos de inversión suelen denominarse Costos de la Agencia.

En cuanto a los costos de mantenimiento, son aquellos correspondientes a las obras necesarias para mantener un adecuado

estado para la circulación. Las acciones necesarias se determinan basándose en la definición de una política de mantenimiento. En general esta depende de las características de la vía, del nivel de tránsito y de las acciones climáticas, etc. Estos costos de mantenimiento suelen denominarse Costos Recurrentes.

Los costos de funcionamiento se refieren a aquellos necesarios para que las obras provean de un servicio adecuado. Se incluirían aquí aspectos diversos como incremento de los gastos de la agencia para gestionar las obras durante su vida útil y otros gastos diversos como costo de electricidad para señales y luminarias durante la vida útil, operativos de cierre programados, gastos de operación de elementos como puentes levadizos, etc.

Dado que el estudio de factibilidad económica se integra con los estudios de ingeniería que dan la viabilidad técnica y con los estudios ambientales que dan la viabilidad ambiental, existe una retroalimentación entre estos estudios.

El estudio de factibilidad económica recibe de los estudios de ingeniería las definiciones del proyecto con las inversiones en obras a precios de mercado según cálculos y presupuestos, con los costos de expropiaciones si correspondieren, con los costos de conservación según programación en el tiempo del mantenimiento, y con los costos de explotación si correspondieren.

El estudio de factibilidad económica recibe de los estudios ambientales, con el alcance fijado en el MEGA II: Manual de Evaluación y Gestión Ambiental de Obras Viales (DNV,2007), información sobre las externalidades positivas y negativas del proyecto y de costos ambientales a ser considerados en el análisis beneficio-costos (por ejemplo el costo de reasentamientos por nuevos trazados, etc.).

Los valores monetarios expresados a precios de mercado deben transformarse a precios sociales. Por definición el Precio de cuenta o precio social o precio de la comunidad o precio económico o precio sombra representa el costo en el que incurre la economía de una sociedad para producir un bien antes que cualquier tipo de factor modifique su valor, tal como impuestos, tasas, subsidios o conversiones de algún tipo de cambio que resulte de un valor distinto al de un mercado en el que las divisas se intercambian libremente. Así, el precio de cuenta resulta de la aplicación de factores de corrección denominados Relación

Precio de Cuenta o Razón Precio de Cuenta (RPC) según la siguiente expresión

$$PC = RPC \times PM$$

Donde PC es el precio de cuenta, PM el precio de mercado y RPC la relación entre ambos.

### 4.3 Indicadores

Las tareas descritas en los apartados anteriores asociadas con la demanda (necesidades satisfechas de la sociedad que ocurren en distintos años) y con la oferta (recursos sacrificados de la sociedad que ocurren en distintos años) suministran toda la información para construir flujos de fondos del proyecto y generar indicadores de rentabilidad, con consideraciones de riesgo y de impactos distributivos.

#### 4.3.1 Rentabilidad

De los diversos indicadores de eficiencia que pueden obtenerse del análisis beneficio-costos, se consideran indicadores de renta del proyecto (en \$ y en %) y de renta del primer año

**Valor Actual Neto Económico (VANE):** indicador de renta monetaria neta del proyecto

$$VANE = \sum_{t=1}^n \frac{(BSND + BSNI + H)_t}{(1 + d_s)^t}$$

Dónde:

BSND es el beneficio social neto directo del proyecto en un año t, y corresponde a la diferencia entre la cantidad de bienes o servicios producidos (Xi) por su precio social (pi) y la cantidad de recursos consumidos (Yj) por su precio social (pj); BSNI es el beneficio social neto indirecto por cambios inducidos en la producción y el consumo en un año t; H representa costos y beneficios intangibles que influyen en la calidad de vida y pueden incluir efectos sobre la distribución personal y regional del ingreso nacional y ds es la tasa de descuento social

La expresión general del VANE intenta medir todos los impactos del proyecto en un indicador monetario, lo cual ha dado lugar a debates sobre la subjetividad que puede incorporarse en el análisis técnico, en particular en los términos BSNI y H, que en alguna medida intentan capturar los efectos del proyecto en la sustentabilidad ambiental y en la equidad social.

Considerando los avances teóricos en economía ambiental es posible monetizar con razonabilidad varias externalidades ambientales, lo cual contribuye a incorporar resultados de los estudios de impacto ambiental en el flujo de fondos del VANE. No ocurre lo mismo si se pretende incorporar los impactos distributivos del proyecto en un indicador de eficiencia, dado que los objetivos de eficiencia y de distribución no son simultá-

neamente optimizables. Al sumar los beneficios y los costos sin distinguir el origen personal o geográfico, se está implícitamente usando la función de bienestar social utilitaria, y para modificarla previamente se requieren valoraciones con coeficientes de ponderación asociados a otras funciones de bienestar social de preferencia.

Por ello hay preferencia en mantener por separado el análisis de eficiencia económica del análisis de impactos distributivos, lo que permite asociar la expresión del VANE directamente con flujo de fondos del proyecto.

$$VANE = -I_0 + \sum_{j=1}^n \frac{(B_j - C_j)}{(1 + d_s)^j}$$

Dónde I<sub>0</sub>: inversión inicial en precios sociales (año 0); n: periodo de análisis; C<sub>j</sub>: costos e inversiones en precios sociales y externalidades negativas (valores corrientes de los años 1 a n); B<sub>j</sub>: beneficios en precios sociales y externalidades positivas (valores corrientes de los años 1 a n; en el año n incluye el valor residual de las inversiones Vr) y ds: tasa de descuento social.

**Tasa Interna de Retorno Económica (TIRE):** indicador de la rentabilidad porcentual de las inversiones

La TIRE se define como aquella tasa de descuento que aplicada al cálculo del VANE hace que éste resulte igual a cero, o sea que los beneficios actualizados igualan a las inversiones y costos actualizados. El valor debe despejarse de la ecuación VANE=0

En concordancia con la tasa de descuento social habitual en Argentina del 12%, los proyectos viales con TIRE superiores al 12 % deberían implementarse, en tanto si no alcanzan el 12% deberían rechazarse. No obstante, cuando se trata de grandes obras viales, atendiendo al concepto de la tasa de descuento social, pueden aceptarse como eficientes valores inferiores al 12%.

Los indicadores VANE y TIRE suministran información relevante para ordenar prioridades, por ejemplo cuando la mejora vial de una ruta se subdivide en tramos para su evaluación económica y los tramos se influyen mutuamente, o en el caso de programas de obras con restricciones financieras.

**Índice de Beneficio del Primer Año (IBPA)** como indicador de la conveniencia de ejecutar de inmediato la inversión o de postergarla para un año futuro específico.

El proceso de obtención de los indicadores se realiza con planillas de cálculo o con programas específicos para obras viales como el HDM-4 antes mencionado.

### 4.3.2 Riesgo

#### Análisis de sensibilidad de riesgos.

En términos generales el análisis de sensibilidad consiste en la creación de escenarios ¿qué pasa si?, con la intención de reflejar el impacto de los diferentes riesgos del proyecto. La manera más simple de realizarlo es aplicar cambios sistemáticos sobre la totalidad de los costos y beneficios del proyecto, modificando en consecuencia el flujo de caja y los correspondientes indicadores (VANe, TIRe). Estos cambios se realizan tomando como punto de partida al Escenario Base o más probable de inversión inicial y de demanda de tránsito, y generando otros escenarios con diferentes niveles de inversión y diferentes proyecciones de tránsito.

Otra forma de realizar el análisis de sensibilidad es determinar lo que se conoce como valores límites o de cambio, para cada una de las variables bajo análisis. Consiste en estimar el porcentaje de incremento o decremento de las citadas variables para los cuales el VANe = 0. Los valores límites informan sobre la robustez del proyecto con respecto a cada una de las variables en consideración.

#### Análisis probabilístico de riesgo

Para explorar la influencia de numerosas variables en conjunto se emplea la técnica de simulación de Monte Carlo. El método de simulación de Monte Carlo se basa en información sobre las distribuciones de probabilidad de cada una de las variables de riesgo y permite obtener una distribución de probabilidades para el VANe o la TIRe. Las variables son seleccionadas en base a aquellos parámetros más influyentes en el flujo de caja y con mayor incertidumbre. Típicamente se seleccionan como variables de riesgo los costos de construcción, los costos de mantenimiento, los beneficios del tránsito normal, los del tránsito generado o inducido, los del tránsito derivado y otros beneficios considerados.

El procedimiento de Monte Carlo muestrea aleatoriamente de cada una de las distribuciones de probabilidad de las variables y calcula el VANe (o la TIRe). Tomando un número muy grande de muestras se obtienen distribuciones del VANe y TIRe que pueden considerarse representativas de la variación conjunta y simultánea de las variables consideradas.

Existen programas de computación como el Cristal Ball (Oracle, 2006) que permiten optar entre diferentes distribuciones para asignar a las variables de riesgo y definir sus parámetros característicos. Las más comúnmente empleadas son las distribuciones Uniforme, Normal y Triangular. Los resultados dan información más completa para la toma de decisiones porque, si están bien planteadas las distribuciones de las variables de riesgo, muestra no los resultados de algunos escenarios como hace el análisis de sensibilidad, sino los resultados de todos los escenarios posibles, con los valores medios de los indicadores (VANe y TIRe) y las correspondientes estadísticas y distribuciones de frecuencias, como muestra la Figura N° 3

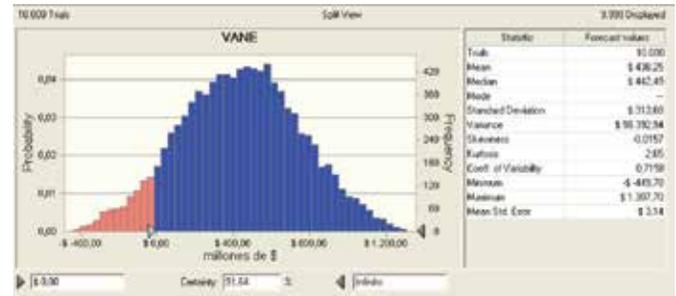


Figura N° 3: Ejemplo de estadísticas y distribución de frecuencias para VANe

### 4.3.3 Impacto Distributivo

Los indicadores del análisis beneficio-costos como el VANe confrontan beneficios totales versus costos totales, pero no explicitan la distribución de los beneficios y de los costos porque utiliza valores agregados de los miembros de la sociedad. No sólo interesan los niveles de consumo de bienes y servicios sino también la distribución de esos consumos entre los distintos agentes.

Si  $W$  es la función de bienestar de la sociedad compuesta por la cantidad y distribución de las utilidades de sus individuos, un cambio  $\Delta W$  producido por un proyecto se puede expresar como

$$\Delta W = \sum_i \phi_i \text{VAN}_i$$

Dónde  $\phi_i$  : ponderador distribucional para el individuo  $i$

$\text{VAN}_i$  : Valor presente del proyecto para el individuo  $i$

Si se establecen todos los ponderadores iguales a uno quedan separados los objetivos de eficiencia y de distribución, con el criterio de eficiencia de Kaldor-Hicks de transferibilidad entre ganadores y perdedores.

Para combinar los enfoques de eficiencia y distribución en un mismo indicador, se requiere establecer criterios para definir los ponderadores, por ejemplo mayor peso individual a los individuos de menores ingresos. Este abordaje se ha ido abandonando por cuestionamientos teóricos y dificultades prácticas. Entonces el análisis del impacto distributivo requiere identificar los grupos de interés y medir su participación en los beneficios. La distribución de beneficios puede plantearse en diferentes dimensiones:

- Equidad intertemporal: entre distintos periodos de tiempo (temporalidad generacional).

- Equidad interpersonal: entre distintos segmentos de la población (agentes económicos, niveles de ingreso)
- Equidad espacial: entre distintas regiones geográficas (territorialidad),

Las comparaciones interpersonales se pueden presentar en forma de una Matriz de Distribución o Matriz de Incidencia de Beneficios. La matriz presenta en las filas los grupos de interés y en las columnas los tipos de beneficios (positivos o negativos). Los grupos típicamente considerados son los consumidores, los productores, el sector público (los contribuyentes) y el resto de la sociedad. En proyectos viales las inversiones y costos de mantenimiento son afrontadas por el sector público (los contribuyentes, que también son consumidores, productores y resto de la sociedad).

Los beneficios por disminución de costos generalizados de viaje son cuantificados como excedentes del consumidor y asignados a los viajes durante la vida útil del proyecto, pero capturados de distinta forma según sean pasajeros, cargas, demanda existente o nueva demanda. Para los pasajeros o cargas en vehículos privados el beneficio es capturado por el usuario, pero en servicios comerciales de transporte, el beneficio puede quedar para el operador si no modifica las tarifas o ser transferido al pasajero o al dador de carga, según la competitividad del mercado.

El impacto en términos de la distribución geográfica de los beneficios o impacto territorial distingue la magnitud de beneficios que serán directamente aprovechados por los habitantes localizados en la región del proyecto y los que serán para habitantes distribuidos en el país.

Como los efectos directos de la construcción de obras viales (empleo, actividad comercial e industrial subsidiaria) son de impacto económico positivo para el área de localización, la concentración de inversiones en una región puede resultar eficiente y al mismo tiempo alejarse de una equidad espacial, integradora del territorio. Pero el objeto de análisis del impacto distributivo en la dimensión geográfica no es la localización de las inversiones sino el lugar de origen de los beneficiarios. Con el propósito de ilustrar la distribución geográfica de los beneficios se distinguirá entre beneficiarios locales (de la región) y nacionales, según se trate de tránsito de corta o larga distancia. En áreas metropolitanas o con poblaciones próximas, un alto porcentaje del tránsito tiene orígenes y destinos cercanos, en tanto dicho porcentaje disminuye en las típicas rutas interprovinciales. En proyectos internacionales, tomando cada país como territorios económicos independientes, el impacto en cada territorio puede medirse por las exportaciones e importaciones de bienes y servicios.

El análisis de impactos distributivos debe suministrar información objetiva, exenta de juicios de valor, y enfocada a los principales

efectos distributivos de comparar la situación con y sin proyecto.

#### 4.3.4 Impacto sobre los sectores económicos

Otro efecto que puede evaluarse de las inversiones viales es el impacto en la Matriz Insumo Producto, o sea sus implicancias en términos de la demanda que su ejecución supone sobre el nivel de actividad y empleo sectoriales, así como para el conjunto de la economía. En Argentina el procedimiento está normalizado a partir de la utilización de Estructuras de Costos por Tipo de Obra (ECTO), que reordena el agrupamiento de los ítem de obras viales en función de las diversas etapas del “proceso de producción” de la misma, lo que permite realizar los cálculos de impacto en función de los sectores de actividad de la Matriz Insumo Producto. (DNIP, 2010).

## 5. CONCLUSIONES

Con los criterios y métodos actuales del ABCS, la información generable en estudios de factibilidad económica de obras viales es más robusta y completa que la obtenible hace 40 años, y proporciona información más relevante para decidir políticas públicas.

Pueden mencionarse como ítems satisfactoriamente resueltos en materia de factibilidad económica de obras viales, en Argentina:

- Criterios de evaluación de inversiones viales en contexto con el desarrollo sustentable
- Herramientas de análisis de buena precisión para abordar estudios de demanda y para valorar costos de usuarios directos, variables con las características y el estado de las infraestructuras viales
- Integración institucional con todo tipo de inversiones públicas

En tanto los ítems no tan satisfactoriamente resueltos involucran:

- Cuantificación de la incidencia económica de aspectos ambientales y sociales.
- Herramientas de análisis poco desarrolladas para estimar beneficios indirectos (beneficios y costos de no usuarios)
- Identificación de escala de proyectos viales que justifique metodologías de evaluación multicriterio.

Si bien quedan aspectos a fortalecer para alcanzar una información más completa que permita mejorar la toma de decisiones, es recomendable evitar esfuerzos desproporcionados en obtener precisión para variables cuyo efecto es poco relevante en el resultado.

Dada la diversidad y complejidad dinámica de las variables involucradas en la construcción de flujos de fondos con beneficios y costos del proyecto, aún obteniendo la máxima precisión posible para las variables observables (tránsito actual, cómputos y presupuestos de obras) existen variables futuras no observables con rangos importantes de variación, que in-

ciden directamente en los indicadores del análisis beneficio-costos. La incertidumbre que es inherente a los valores futuros de las variables se explicita con rangos tratables en el análisis de riesgos, por lo que los trabajos de campo y los procesamientos a realizar en los estudios de factibilidad deben ser consistentes con la precisión global de los indicadores.

## 6. REFERENCIAS

AASHTO (1960). "Road User Benefit Analyses for Highway Improvements" American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, DC, EEUU.

AASHTO (2010 a). "User and non user benefit analysis for highways". American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington D.C., EEUU.

AASHTO (2010 b). "Highway Safety Manual". American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington D.C., EEUU.

Banco Mundial (1987). "The Highway Design and Maintenance Standards Model". Watanatada, Haral, Paterson, Dhareshwar, Bhandari y Tsunokawa. The Johns Hopkins University Press. Baltimore; EEUU

Banco Mundial (1999). "Roads Economic Decision Model (RED) for the Economic Evaluation of Low Volume Roads". Archondo-Callao, R. Africa Transport Technical Note 18. AFTIE, Road Management Initiative (RMI) SSATP), Washington D.C., EEUU.

Banco Mundial (2005). "Notes on the economic evaluation of transport Projects". TRN-5 to TRN-26. Washington, DC, EEUU

CEDEX (2010). Manual de Evaluación económica de Proyectos de Transporte. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas. Ministerio de Fomento. Madrid, España

DNIP (2010) "Guía Confección de ECTOs y Manual Complementario para la

Evaluación de Impacto de las Obras Públicas". Dirección Nacional de Inversión Pública. Ministerio de Economía y Finanzas Públicas. Buenos Aires, Argentina

DNV (1972) "Guía para factibilidad de Obras Viales" (Guía Amarilla). Dirección Nacional de Vialidad. Buenos Aires; Argentina

DNV (1993). "Manual de evaluación y gestión ambiental de obras viales". MEGA. Dirección Nacional de Vialidad. Buenos Aires, Argentina

DNV (2007). "Manual de evaluación y gestión ambiental de obras viales". MEGA II. Dirección Nacional de Vialidad. Buenos Aires, Argentina

DNV (2014). "Costos de Operación de Vehículos" COSTOP. Dirección Nacional de Vialidad. Gerencia de Planeamiento, Investigación y Control. Buenos Aires, Argentina

DNV (2015). "Actualización de la Guía para Estudios de factibilidad de obras viales". Dirección Nacional de Vialidad. Informe final preparado por el ISIT-Universidad Nacional de Córdoba, Argentina

Field B., Field M. (2003). "Economía del ambiente". McGraw-Hill, 3a ed, México  
Fontaine Ernesto (2008) "Evaluación social de proyectos", 13ª Ed. Pearson Educación de México

Guess, George M.; Farnham, Paul G. (2000). Cases in Public Policy Analysis. Washington, DC: Georgetown University Press. pp. 304-308.

Grimaldi R., Beni P. (2013) Open issues in the practice of cost benefit analysis of transport projects. 13th WCTR, Rio de Janeiro, Brasil

Oracle (2006). Crystal Ball User's Guide. Oracle Corporation, EEUU

Ortúzar, J. de D. y Willumsen, L.G. (2011) Modelling Transport. John Wiley & Sons.

PIARC (2004). HDM 4 - Highway Development and Management Series. Volume 1 to 6. World Road Association. Paris, Francia.

Rus, Ginés de, Betancor O., Campos J. (2006). Manual de Evaluación Económica de Proyectos de Transporte. Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Washington, DC, EEUU



## Planes de investigación y vigilancia sonoro-atmosférica

- Análisis de **sensibilidad ambiental** de áreas de influencia
- Elaboración de **líneas de base**
- Identificación de **contaminantes de preocupación** y recurrencia
- **Monitoreos de calidad del aire, meteorología y ruidos**
- **Interpretación integral** de información
- **Comunicación** de resultados



Pensamos **en todos**

Generamos soluciones ambientales integradas, pensando en la sustentabilidad de nuestros clientes, de la comunidad y del ambiente.

## 04. DETERMINACIÓN DE 'PUNTOS NEGROS' DE SINIESTRALIDAD EN LAS AUTOPISTAS DE LA CIUDAD DE BUENOS AIRES

**Autores:** Pablo Tatarletti, Daniel López

### RESUMEN

Según la Organización Mundial de la Salud, los siniestros viales se han transformado en una de las principales causas de muertes en todo el mundo. De acuerdo a datos de la propia OMS, es esperable que para el año 2030, de no modificarse la situación actual, los siniestros viales se constituyan en la quinta causa de muertes a nivel mundial.

A partir del análisis de la información existente, es posible estudiar la implementación de medidas tendientes a mejorar los niveles de seguridad vial en calles, avenidas y autopistas.

En consecuencia, si pensamos a la mejora de la seguridad vial como un proceso cuyo objetivo final es reducir la cantidad de siniestros viales y las víctimas derivadas de los mismos, puede considerarse como un primer eslabón del mismo a la detección de aquellos lugares donde la concentración de siniestros es mayor. Esto último no es otra cosa que la identificación de los 'puntos negros'.

En este trabajo se presentará la metodología desarrollada en la Gerencia de Seguridad Vial y Tránsito de Autopistas Urbanas S.A. para determinar cuáles son, dentro de la red de autopistas de la Ciudad, los tramos o lugares donde la concentración de siniestros viales es mayor.

Establecida la metodología a utilizar, el siguiente paso consistirá en aplicarla considerando los siniestros viales registrados en los últimos años. Esto permitirá determinar los 'puntos negros' en las autopistas de la Ciudad.

En el final del trabajo se presentarán conclusiones, de carácter preliminar, que servirán de punto de partida para las etapas posteriores del proceso continuo de mejora de la seguridad vial.

### DETERMINACIÓN DE 'PUNTOS NEGROS' DE SINIESTRALIDAD EN LAS AUTOPISTAS DE LA CIUDAD DE BUENOS AIRES

El presente trabajo es el resultado del estudio realizado sobre la Red de Autopistas de la Ciudad de Buenos Aires, con la finalidad de identificar los sectores de dicha red que presentan mayores grados de peligrosidad. Estos sectores son los denominados 'puntos negros' de siniestralidad de la red.

El trabajo está dividido en dos partes bien diferenciadas: en la primera de ellas se presenta la Metodología específicamente desarrollada para la determinación de los puntos negros; en la segunda parte, la aplicación de dicha metodología y la determinación propiamente dicha.

El trabajo finaliza con un análisis de aquellos tramos que presentan los niveles de peligrosidad más elevados y una serie de conclusiones que se han podido deducir de los resultados obtenidos.

### METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE 'PUNTOS NEGROS'

En esta parte del trabajo se tratan cada uno de los pasos a seguir para determinar los puntos negros de la red analizada, y que en forma conjunta constituyen la metodología desarrollada para tal fin.

La aplicación de esta metodología nos permitirá conocer los tramos de la red más peligrosos. A partir de su identificación, y enmarcados en el proceso que se muestra en la figura 1, se buscará mejorar los niveles de seguridad vial en estos sectores y, en consecuencia, en la red de autopistas de la Ciudad.



**Figura 1:** Componentes del proceso de mejora de la seguridad vial

Como se ha mencionado, y queda claramente explicitado en el diagrama de la figura anterior, la identificación de los sectores más peligrosos de la red, es uno de los componentes de un proceso continuo destinado a elevar los niveles de seguridad vial. Efectivamente, el conocimiento de los lugares que prioritariamente necesitan ser analizados y eventualmente intervenidos, constituye el punto de partida del proceso. Sin embargo, la mejora de la seguridad vial solo se alcanzará cuando dicho proceso logre completarse.

## ELECCIÓN DEL MÉTODO A UTILIZAR

El primer paso que debemos dar en el camino de la determinación de los puntos negros de la red es elegir cuál de los distintos métodos disponibles utilizaremos. Esta elección es fundamental por dos aspectos: el primero es la influencia en la solidez de los resultados, y el segundo es la variación en la cantidad de información necesaria de acuerdo al método elegido. A mayor necesidad de información, mayor solidez en los resultados obtenidos.

Sea cual sea el método elegido, en todos los casos el resultado de su aplicación es la obtención de un valor numérico, que puede estar dado por una cantidad (por ejemplo en el método de la cantidad de siniestros) o por una tasa o índice (como en el caso del método de la tasa de siniestros). A partir de la determinación de este valor para cada uno de los sectores sujetos a análisis se procede a realizar una comparación, ya sea con el resto de los sectores analizados o con un determinado valor de referencia y se determinan los lugares peligrosos de la red.

El método de la cantidad de siniestros, si bien su utilización es relativamente sencilla y requiere de poca información, su aplicación es adecuada en el caso de volúmenes vehiculares bajos y con poca variaciones entre los diferentes sectores analizados, dado que la determinación de los lugares peligrosos se realiza a partir de una comparación directa de la cantidad de siniestros ocurridos. Cuando esta situación no es la que se da, su utilización puede conducirnos a conclusiones equivocadas. Consecuentemente, este método fue descartado en nuestro estudio.

Desde hace varios años, venimos calculando de manera mensual una serie de índices que permiten mensurar y analizar la evolución de la siniestralidad de la red de autopistas. El cálculo de estos índices se hace para la totalidad de la red. Ya que se cuenta con esta experiencia, se consideró adecuado y viable utilizar el método de la tasa de siniestros para identificar los puntos negros de la red.

Como se ha mencionado más arriba, esta clase de métodos implican una mayor necesidad de información, pero conducen a resultados más sólidos. La información necesaria para la aplicación del modelo elegido deberá considerar:

- Tramos o sectores de análisis.
- Período de tiempo.
- Demanda.
- Siniestros viales.

Analizaremos cada uno de estos requerimientos en los siguientes párrafos, cuando hagamos la descripción de la metodología desarrollada, paso a paso.

## DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

Se comentó en el punto anterior acerca de la elección del método que se utilizará para realizar el estudio, y de los requerimientos de información necesarios a tal fin. A continuación, describiremos los pasos que será necesario seguir para alcanzar el resultado deseado.

### Paso 1: Determinación de los tramos de análisis.

Como primera medida, debemos determinar los sectores de la red de autopistas sobre los cuales aplicaremos la metodología. La red de autopistas de la Ciudad de Buenos Aires tiene una longitud total de 42 kilómetros de autopistas de doble sentido de circulación y está compuesta por las siguientes arterias:

- Autopista 25 de Mayo (AU1).
- Autopista Perito Moreno (AU6).
- Autopista Dellepiane.
- Autopista Presidente Cámpora (AU7).
- Autopista Presidente Illia.
- Autopista Presidente Frondizi (AU 9 de Julio Sur).
- Av. Lugones.
- Av. Cantilo.

El análisis abarcará la totalidad de las vías que componen la mencionada red, sin considerar los ramales de ingreso, ramales de egreso y ramales de distribuidores dado en estos casos específicos no se cuenta con la totalidad de la información necesaria. Sin embargo, sabemos que la cantidad de siniestros viales que ocurren en los ramales es muy baja respecto del total de siniestros. Por lo tanto, no considerar los ramales en el análisis no afectará la validez del mismo.

Dicho esto, se procedió a dividir la red completa en aquellos tramos, que posteriormente serán analizados de manera individual. Cada tramo debe conservar cierta homogeneidad a lo largo de su desarrollo en cuanto a sus características geométricas (por ejemplo, igual número de carriles) y también en relación a los volúmenes vehiculares circulantes.

Procediendo de esa manera, y respetando las mencionadas premisas, se obtuvieron los tramos de cada una de las autopistas que se serán sometidos a estudio.

Una vez definidos cada uno de los tramos se determinó su longitud, insumo fundamental para el análisis.

### Paso 2: Elección del período de tiempo que abarcará el estudio.

En el primer paso respondimos a la pregunta '¿Dónde?'. Nos queda ahora determinar la respuesta a la pregunta '¿Cuándo?'. Esto se logra estableciendo el lapso de tiempo sobre el cual vamos a trabajar.

No hay ninguna limitación en cuanto a este aspecto. Sin embargo, no resulta aconsejable adoptar períodos demasiado cortos, ya que puede darse el caso que la información no sea suficiente como para obtener buenos resultados. Es habitual que esta clase de análisis se realicen considerando períodos anuales.

En nuestro caso se ha decidido adoptar un período de 24 meses consecutivos: los años 2014 y 2015 completos. La razón por la cual se ha tomado esta decisión es precisamente lo mencionado en el párrafo anterior: contar con una cantidad suficiente de registros que permitan un análisis sólido y la obtención de resultados lo suficientemente confiables. Hubiese sido posible adoptar un período menor, pero debido a que la elección de los tramos se hizo con el mayor detalle posible, se corría el riesgo de que una buena porción de esos tramos no tuvieran registros de siniestros, lo cual no hubiese sido fructífero. En consecuencia, tomando como periodo de tiempo dos años, esa posibilidad queda prácticamente descartada.

### Paso 3: Determinación de la demanda.

En este caso, la demanda no es otra cosa que las cantidades de vehículos circulantes por cada uno de los tramos, en el periodo de tiempo adoptado.

La manera habitual de determinar estos valores es a partir de la multiplicación del tránsito medio diario (TMD) del período correspondiente por la cantidad de días de dicho período.

En nuestro caso, debido a que a lo largo de toda la red existen ‘puntos de medida’ que recopilan continuamente información referida a volúmenes vehiculares y velocidades de circulación, ha sido posible determinar la demanda de cada uno de los tramos de manera directa, ya que se tuvo en cuenta para la determinación de los tramos la existencia de, como mínimo, un punto de medida en cada uno de ellos.

### Paso 4: Determinación de los siniestros viales.

Para cumplir con esta etapa de la metodología, en primera medida es necesario escoger que clase de siniestro vial va a considerarse para el análisis. Cuando hablamos de tipo o clase de siniestro vial nos referimos específicamente a si se considerarán todos los siniestros ocurridos (lo que serían los siniestros totales), solamente aquellos donde se hayan registrado personas heridas, o víctimas fatales (también es posible englobar heridos y fallecidos para hablar de siniestros con víctimas), aquellos en los que intervienen una clase de vehículos en particular, etc. Una vez definido este aspecto, debe obtenerse la cantidad de hechos ocurridos en cada tramo para el periodo de tiempo determinado.

En el caso del presente trabajo se han considerado los siniestros totales ocurridos (es decir, tanto los que registran víctimas como los que no, y abarcando todas las clases de vehículos intervinientes).

Una vez que hemos elegido trabajar con los siniestros totales,

es necesario obtener las cantidades en cada uno de los tramos. Esta información se obtuvo a partir de la base de datos de siniestros viales de la red de autopistas. Cuando ocurre un siniestro vial se recoge una gran cantidad de información, la cual se almacena en esta base de datos. A partir de ello, y teniendo en cuenta la autopista, el sentido de circulación y el punto kilométrico, se ubicó geográficamente a cada uno de los siniestros viales ocurridos en los años 2014 y 2015 y se los agrupó de acuerdo a los tramos en los que fue dividida la red. De esta manera, quedó determinada la cantidad de siniestros producidos en cada uno de los tramos elegidos.

### Paso 5: Cálculo de la Tasa de Siniestros.

En este último paso, debemos determinar el valor (en este caso se tratará de una tasa) que servirá como medida de comparación para determinar los tramos más peligrosos de la red.

La fórmula de la tasa elegida se muestra a continuación:

$$TS_i = (ST_i / VKMR_i) * 100.000.000$$

**Donde:** ‘TS<sub>i</sub>’ es la tasa de siniestros en el tramo ‘i’.

‘ST<sub>i</sub>’ es la cantidad de siniestros en el tramo ‘i’.

‘VKMR<sub>i</sub>’ es la cantidad total de vehículos-kilómetro recorridos en el tramo ‘i’.

El valor resultante de la división entre la cantidad de siniestros y los vehículos-kilómetros recorridos se multiplica por 100 millones simplemente para que los valores de la TS que se obtengan sean más ‘amigables’, más sencillos de leer.

Hemos mencionado arriba a la cantidad de vehículos-kilómetros recorridos (VKMR). Esto no es otra cosa que la multiplicación directa de la demanda del tramo que se está estudiando por la longitud del mismo. La unidad en la cual se expresan los VKMR es, por lógica, ‘veh-km’. Es decir que:

$$VKMR_i = D_i * L_i$$

**Donde:** ‘D<sub>i</sub>’ es la demanda (volumen vehicular) en el tramo ‘i’.

‘L<sub>i</sub>’ es la longitud del tramo ‘i’.

Al intervenir los VKMR en la fórmula de la TS, inmediatamente los resultados obtenidos se independizan de dos variables de mucha influencia en la cantidad de siniestros que pueden ocurrir en un tramo, como son la longitud y la cantidad de vehículos. La probabilidad de ocurrencia de un siniestro aumenta a medida que la longitud es mayor y los vehículos circulantes crecen. De manera que, el cálculo de una tasa que incluye estos aspectos hace que los resultados obtenidos sean comparables, a pesar de que las longitudes y la demanda de los tramos varíen. Una vez que se haya determinado la Tasa de Siniestros para cada uno de los tramos considerados, en el período de tiempo adoptado, podrán determinarse cuáles son los tramos más peligrosos de la red.

## APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA

Hasta aquí, en la primera parte del trabajo, se ha descrito detalladamente la metodología desarrollada. En esta segunda parte es el momento de aplicarla para determinar los tramos más peligrosos de la red de autopistas.

### Paso 1: Determinación de los tramos de análisis.

En primer lugar, cada una de las autopistas que componen la red total fue dividida en una cantidad determinada de tramos, según el caso. El criterio para establecer esta división fue, como se ha mencionado, que cada tramo sea homogéneo en cuanto a sus características geométricas y los volúmenes vehiculares circulantes.

De acuerdo a ello, y debido a que por lo general las características geométricas de la traza de las autopistas se mantienen a lo largo de cada una de ellas, aquellos puntos en los cuales se produce una variación de los volúmenes vehiculares circulantes en la traza (por ejemplo el lugar donde un ramal de ingreso se une a la traza de la autopista) delimitan dos tramos contiguos. Sin embargo, a pesar de que lo mencionado en el párrafo anterior se verifica en la mayor parte de la red, existen casos en los cuales no se cuenta con puntos de medida antes y después de un ramal de acceso o egreso. En estos casos hubo que hacer agrupaciones de manera tal que algunos ramales quedan inmersos dentro de un tramo. Pero por tratarse de ramales de baja demanda, se consideró válida la adopción de esos tramos. En el cuadro 1 que se observa a continuación se presenta el detalle de la cantidad de tramos en los que fue dividida cada una de las autopistas de la red, para cada sentido de circulación.

Cuadro 1: Cantidad de tramos por autopista.

AUTOPISTA	SENTIDO CENTRO	SENTIDO PROVINCIA	TOTAL
AU FRONDIZI	4	4	8
AU 25 DE MAYO	11	11	22
AU DELLEPIANE	3	3	6
AU ILLIA	3	4	7
AU PERITO MORENO	5	5	10
AU CAMPORA	1	1	2
AV. CANTILLO	-	4	4
AV. LUGONES	7	-	7
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>	<b>32</b>	<b>66</b>

Como puede observarse en el cuadro precedente, se han considerado un total de 66 tramos a analizar. Es oportuno recordar que no han sido considerados, en ningún caso, ramales de ingreso, ramales de egreso, ni tampoco los ramales de los distribuidores.

Finalmente, y teniendo en cuenta que es un dato necesario para el cálculo de la Tasa, se determinó la longitud de cada uno de los tramos obtenidos.

### Paso 2: Elección del período de tiempo que abarcará el estudio.

Como ya se ha mencionado, el período elegido abarca los años 2014 y 2015 completos, es decir, 24 meses. Esta decisión estuvo basada en la necesidad de contar con un número suficiente de casos que permitan un análisis y resultados confiables.

### Paso 3: Determinación de la demanda.

La demanda, materializada en la cantidad de vehículos circulantes por cada uno de los tramos, se determinó de acuerdo a la información registrada por cada uno de los puntos de medida que se encuentran diseminados a lo largo de todas las autopistas que componen la red. Además de estos puntos de medida, también se utilizó información de los vehículos pasantes por cada una de las estaciones de peaje.

Toda esta información obtenida permitió consolidar los volúmenes circulantes por cada uno de los tramos determinados al inicio. Conocidos los volúmenes vehiculares, y también la longitud de cada tramo (obtenidos en el Paso 1), la determinación de la cantidad de vehículos-kilómetro recorridos (VKMR) es directa, y surge a partir de la multiplicación de ambos datos.

En el Cuadro 2, se presenta un resumen de los VKMR de cada una de las autopistas.

Cuadro 2: VKMR por autopista y sentido de circulación (en millones). Años 2014 y 2015.

AUTOPISTA	SENTIDO CENTRO	SENTIDO PROVINCIA	TOTAL
AU FRONDIZI	151,40	164,70	316,10
AU 25 DE MAYO	498,81	487,25	986,06
AU DELLEPIANE	192,70	182,46	375,16
AU ILLIA	66,89	198,04	264,92
AU PERITO MORENO	311,33	310,38	621,71
AU CAMPORA	24,67	30,13	54,80
AV. CANTILLO	0,00	253,22	253,22
AV. LUGONES	535,84	0,00	535,84
<b>TOTAL</b>	<b>1.781,64</b>	<b>1.626,17</b>	<b>3.407,81</b>

### Paso 4: Determinación de los siniestros viales.

Como se ha explicado al momento de desarrollar la metodología, de acuerdo a la información existente en la base de datos de siniestros viales, se procedió a ubicar (de acuerdo a la autopista, el sentido de circulación y el punto kilométrico en el cual tuvo lugar el hecho) todos los siniestros viales ocurridos entre los días 1 de enero de 2014 y 31 de diciembre de 2015, inclusive. Una vez realizada esta tarea, fueron agrupados y asignados a cada uno de los 66 tramos considerados.

En la tabla a continuación, las cantidad total de siniestros por autopista y sentido de circulación, para el periodo considerado.

**Cuadro 3:** Siniestros totales por autopista y sentido de circulación. Años 2014 y 2015.

AUTOPISTA	SENTIDO CENTRO	SENTIDO PROVINCIA	TOTAL
AU FRONDIZI	116	120	236
AU 25 DE MAYO	370	413	783
AU DELLEPIANE	158	119	277
AU ILLIA	49	55	104
AU PERITO MORENO	294	206	500
AU CAMPORA	7	14	21
AV. CANTILO	0	102	102
AV. LUGONES	197	0	197
<b>TOTAL</b>	<b>1.191</b>	<b>1.029</b>	<b>2.220</b>

### Paso 5: Cálculo de la Tasa de Siniestros.

En los cuatro pasos anteriores fueron recolectados y obtenidos todos los datos necesarios. Finalmente, en este último paso se debe aplicar la fórmula de la Tasa de Siniestros y obtener el valor correspondiente para cada uno de los tramos.

A continuación se presentan una serie de cuadros en los cuales vemos, para cada uno de los tramos elegidos, la ubicación (autopista y sentido de circulación), los vehículos-kilómetro recorridos (que surgen a partir de los volúmenes vehiculares y las longitudes de tramo), la cantidad de siniestros y, finalmente, el valor de la Tasa de Siniestros (TS) obtenidos a partir de la aplicación de la fórmula correspondiente. Cada autopista se presenta en un cuadro diferente.

**Cuadro 4:** Cálculo de la Tasa de Siniestros de la AU Frondizi. Años 2014 y 2015.

AUTOPISTA	SENTIDO	TRAMO	VKMR (en millones)	SINIESTROS	TS
AU FRONDIZI	CENTRO	1	60,46	29	47,96
		2	22,59	11	48,70
		3	58,00	54	93,11
		4	10,35	22	212,47
	PROVINCIA	5	14,48	6	41,44
		6	89,89	73	81,21
		7	2,43	3	123,69
		8	57,91	38	65,62

**Cuadro 5:** Cálculo de la Tasa de Siniestros de la AU 25 de Mayo. Años 2014 y 2015.

AUTOPISTA	SENTIDO	TRAMO	VKMR (en millones)	SINIESTROS	TS
AU 25 DE MAYO	CENTRO	1	22,71	43	189,35
		2	86,07	67	77,84
		3	156,60	103	65,77
		4	60,31	33	54,72
		5	54,70	36	65,81
		6	23,51	14	59,55
		7	11,52	9	78,13
		8	21,57	5	23,18
		9	23,12	23	99,50
		10	9,28	9	96,96
		11	29,42	28	95,16
	PROVINCIA	12	32,41	19	58,61
		13	8,91	5	56,10
		14	22,15	21	94,79
		15	22,68	19	83,77
		16	11,88	4	34,24
		17	22,88	34	148,60
		18	56,61	47	83,02
		19	57,37	42	73,21
		20	148,33	96	64,72
		21	83,30	77	92,44
		22	20,91	49	234,29

**Cuadro 6:** Cálculo de la Tasa de Siniestros de la AU Perito Moreno. Años 2014 y 2015.

AUTOPISTA	SENTIDO	TRAMO	VKMR (en millones)	SINIESTROS	TS
AU PERITO MORENO	CENTRO	1	18,55	26	140,16
		2	133,61	60	44,91
		3	52,96	18	33,99
		4	63,80	148	231,97
		5	42,40	42	99,05
	PROVINCIA	6	42,65	39	91,45
		7	65,35	62	94,87
		8	52,19	10	19,16
		9	129,91	72	55,43
		10	20,29	23	113,34

**Cuadro 7:** Cálculo de la Tasa de Siniestros de la AU Cámpora. Años 2014 y 2015.

AUTOPISTA	SENTIDO	TRAMO	VKMR (en millones)	SINIESTROS	TS
AU CAMPORA	CENTRO	1	24,67	7	28,38
	PROVINCIA	2	30,13	14	46,47

**Cuadro 8:** Cálculo de la Tasa de Siniestros de la Av. Cantilo. Años 2014 y 2015.

AUTOPISTA	SENTIDO	TRAMO	VKMR (en millones)	SINIESTROS	TS
AV. CANTILO	PROVINCIA	1	32,36	13	40,17
		2	61,33	17	27,72
		3	28,62	12	41,93
		4	130,91	60	45,83

**Cuadro 9:** Cálculo de la Tasa de Siniestros de la AU Dellepiane. Años 2014 y 2015.

AUTOPISTA	SENTIDO	TRAMO	VKMR (en millones)	SINIESTROS	TS
AU DELLEPIANE	CENTRO	1	75,88	55	72,49
		2	55,03	51	92,68
		3	61,80	52	84,14
	PROVINCIA	4	59,11	41	69,36
		5	46,01	36	78,24
		6	77,33	42	54,31

**Cuadro 10:** Cálculo de la Tasa de Siniestros de la AU Illia. Años 2014 y 2015.

AUTOPISTA	SENTIDO	TRAMO	VKMR (en millones)	SINIESTROS	TS
AU ILLIA	CENTRO	1	19,15	7	36,56
		2	12,88	18	139,75
		3	34,86	24	68,85
	PROVINCIA	4	63,65	23	36,13
		5	29,63	3	10,12
		6	25,76	9	34,94
		7	78,99	20	25,32

**Cuadro 11:** Cálculo de la Tasa de Siniestros de la Av. Lugones. Años 2014 y 2015.

AUTOPISTA	SENTIDO	TRAMO	VKMR (en millones)	SINIESTROS	TS
AV. LUGONES	CENTRO	1	138,62	88	63,48
		2	23,21	7	30,16
		3	126,56	35	27,66
		4	34,32	13	37,88
		5	72,05	15	20,82
		6	83,62	24	28,70
		7	57,47	15	26,10

En el cuadro siguiente, podemos observar el cálculo de la Tasa de Siniestros para cada una de las autopistas que componen la red, ordenadas de acuerdo a la TS en forma descendente.

**Cuadro 12:** Tasa de Siniestros por autopista. Años 2014 y 2015.

AUTOPISTA	VKMR (en millones)	SINIESTROS TOTALES	TS
AU PERITO MORENO	621,71	500	80,42
AU 25 DE MAYO	986,06	783	79,41
AU FRONDIZI	316,10	236	74,66
AU DELLEPIANE	375,16	277	73,83
AV. CANTILO	253,22	102	40,28
AU ILLIA	264,92	104	39,26
AU CAMPORA	54,80	21	38,32
AV. LUGONES	535,84	197	36,76
TOTAL	3.407,81	2.220	65,14

Del cuadro anterior observamos una importante diferencia en los valores de la TS de las cuatro primeras autopistas (Perito Moreno, 25 de Mayo, Frondizi y Dellepiane) con el resto. Esas cuatro autopistas conforman lo que se denomina 'traza sur' (junto con la AU Cámpora que, como puede observarse en los VKMR y siniestros totales, tiene muy poca participación). Todas están localizadas en la zona sur de la Ciudad, se encuentran conectadas y prácticamente duplican su valor respecto de las de la 'traza norte' (AU Illia, Av. Lugones y Av. Cantilo).

Lo mencionado está revelando una problemática mucho más marcada en el grupo de la traza sur. En efecto, si calculamos la TS de este grupo, el valor que obtendremos es de 78,12 mientras que el de la traza norte es la mitad.

A partir de ello, y para establecer un valor de referencia que nos permita determinar, en principio, cuáles de los tramos analizados pueden considerarse como 'puntos negros' y cuáles no, asumiremos como aceptables (y por ende no serán puntos negros) aquellos tramos cuya TS no supere a la TS de la traza sur en más de un 25%. Es decir, nuestro valor de referencia será 97,65.

Consecuentemente, comparando los valores de TS de cada uno de los tramos, encontramos un total de once cuya TS está por encima del valor de referencia y que, por ende, consideraremos como puntos negros de la red.

En el Cuadro 13 que se observa a continuación podemos ver a los once tramos mencionados. Luego, describiremos brevemente la situación en cada uno de ellos.

**Cuadro 13:** Puntos negros de la red.

#	AUTOPISTA	SENTIDO	TRAMO N°	TS
1	AU 25 de Mayo	Provincia	22	234,29
2	AU Perito Moreno	Centro	4	231,97
3	AU Frondizi	Centro	4	212,47
4	AU 25 de Mayo	Centro	1	189,35
5	AU 25 de Mayo	Provincia	17	148,60
6	AU Perito Moreno	Centro	1	140,16
7	AU Illia	Centro	2	139,75
8	AU Frondizi	Provincia	7	123,69
9	AU Perito Moreno	Provincia	10	113,34
10	AU 25 de Mayo	Centro	9	99,50
11	AU Perito Moreno	Centro	5	99,05

## 1. AU 25 de Mayo (sentido Provincia) Tramo 22:

Es el tramo con la TS más alta de toda la red de autopistas. Su característica distintiva y fundamental es que en el mismo se encuentra la estación de Peaje Dellepiane (sentido Provincia), el área de aproximación (zona anterior a la línea de cabinas) y el área de partida (sector posterior a la línea de cabinas). En la zona de aproximación se generan maniobras muchas veces riesgosas, ya que los vehículos cambian repentinamente de carril buscando las vías que tienen colas de menor longitud, atraviesan varios carriles en cortas distancias para acceder a las vías que quieren utilizar (vías de pesados, exclusivas de telepeaje, etc.), frenan bruscamente o se distraen buscando el dinero para pagar el peaje. En el área de partida, se produce una competencia por el lugar, ya que se pasa de la zona de las cabinas (con muchos carriles) a sectores donde los carriles van confluyendo unos en otros hasta alcanzar el número final que la traza posee, aguas abajo de la estación. Todas estas situaciones se conjugan para transformar a la estación de peaje y sus aéreas anexas en un punto peligroso de la red.

## 2. AU Perito Moreno (sentido Centro) Tramo 4:

Ubicado en el segundo lugar en cuanto a la TS, y muy cercano al primero, tiene la misma característica que el caso anterior: dentro de este tramo se encuentra ubicada la estación de Peaje Avellaneda (Centro), área de aproximación y partida, por lo que tenemos aquí una situación de similares características a la descrita en el caso anterior.

## 3. AU Frondizi (sentido Centro) Tramo 4:

En este caso tenemos un escenario diferente a los dos anteriores. Este tramo de la AU Frondizi (o AU 9 de Julio SUR) en su sentido de ingreso a la Ciudad, va desde los ramales de salida de la traza hacia el Distribuidor 9 de Julio hasta el final de la Autopista, en su intersección con la Av. San Juan. Dicha intersección es semaforizada, lo que provoca una interrupción del flujo de salida. En el período pico matutino, dada la magnitud de los volúmenes vehiculares circulantes, el tramo se congestiona casi completamente, dando lugar a maniobras temerarias por parte de los conductores y circulación por banquetas.

## 4. AU 25 de Mayo (sentido Centro) Tramo 1:

Nuevamente aparece un tramo en el cual se ubica una estación de peaje. En este caso se trata del Peaje Dellepiane (Centro), y por supuesto incluye a sus áreas de aproximación y salida.

## 5. AU 25 de Mayo (sentido Provincia)

### Tramo 17:

Este tramo presenta características distintivas respecto de los que hemos visto hasta el momento. Con una longitud de 700 metros, se desarrolla entre el ramal de egreso de la calle Alberti y el de ingreso de la calle Catamarca. El primero de los ramales, al reducir el volumen vehicular sobre la traza de la AU 25 de Mayo genera que los vehículos aumenten la velocidad. Sin embargo, a los pocos metros se encuentran con un flujo que ingresa a la

Autopista por el ramal de Catamarca (incluidos buses y vehículos pesados de 2 y 3 ejes). Esto genera una reducción abrupta de la velocidad de circulación sobre la traza y una peligrosa turbulencia. El resultado es un sector peligroso de la red, aguas arriba del ramal de ingreso de la calle Catamarca, que es precisamente el tramo en cuestión.

## 6. AU Perito Moreno (sentido Centro)

### Tramo 1:

Con este tramo aparece en escena una nueva característica que influye notablemente en el aumento de la peligrosidad: los entrecruzamientos. En efecto, este tramo de la AU Perito Moreno va desde su nacimiento, a la altura de los ramales que ingresan desde la Av. General Paz (tanto desde el sur como desde el norte) hasta el ramal de salida de la calle Gallardo. Los extremos de este tramo están separados por apenas 400 metros, en los cuales se produce el entrecruzamiento de dos flujos vehiculares significativos: los que ingresando desde la Av. General Paz buscan continuar su trayecto por la AU Perito Moreno, y los que llegando desde el Acceso Oeste intentar salir por el ramal de Gallardo. La turbulencia en la circulación generada por el entrecruzamiento transforma al tramo en cuestión en un sector peligroso de la red.

## 7. AU Illia (sentido Centro)

### Tramo 2:

Este tramo presenta una característica novedosa y otra que no lo es tanto. La primera es que se trata del primer tramo (y único entre los once) que no pertenece a la denominada 'traza sur' de la red: se encuentra ubicado en la AU Illia. Y la característica que se repite con algunos tramos anteriores, en particular con tres de ellos, es que en este tramo también encontramos una estación de peaje: Illia sentido Centro. Consecuentemente, encontramos aquí la misma problemática que en los tramos anteriores con esta característica distintiva.

## 8. AU Frondizi (sentido Provincia)

### Tramo 7:

En este caso encontramos un tramo de similares características al que mencionamos en el puesto 5, cuyo inicio coincide con el ramal de egreso de la calle Lamadrid y finaliza con el ramal de ingreso de Av. Suarez. En este caso, hay una diferencia con el anterior caso: por el ramal de Av. Suarez hay un ingreso

importante de vehículos pesados de gran porte, lo cual empeora la situación.

## 9. AU Perito Moreno (sentido Provincia)

### Tramo 10:

Este caso es el mismo, en cuanto a características y ubicación, que describimos en el puesto 6, pero en el sentido de circulación contrario. Aquel se trataba del sentido Centro de la AU Perito Moreno, mientras que en este caso es el sentido Provincia. Sin embargo, tenemos los mismos conflictos. Un flujo vehicular que, en este caso, ingresa por el ramal de la calle Gallardo y se dirige hacia el Acceso Oeste entrecruza con otro flujo que desde la AU Perito Moreno busca los ramales que conectan con la Av. General Paz. Una vez más, la zona turbulenta generada por los cambios de carril y entrecruzamientos vehiculares se transforma en un problema de seguridad vial.

## 10. AU 25 de Mayo (sentido Centro)

### Tramo 9:

En este tramo se produce una situación idéntica a la descrita en el caso precedente. Un tramo comprendido entre un ramal de ingreso a la traza, el de la calle Solís, y los ramales de salida hacia el Distribuidor 9 de Julio que conectan con la AU Frondizi y la Av. 9 de Julio. Nuevamente aquí, el entrecruzamiento de flujos vehiculares genera una zona significativamente insegura.

## 11. AU Perito Moreno (sentido Centro)

### Tramo 5:

Este tramo, que conecta a la AU Perito Moreno con la AU 25 de Mayo sentido hacia el Centro, es quizás el que mayor incertidumbre genere a la hora de tratar de explicar el elevado valor de la Tasa de Siniestros que registra. En efecto, no hay una característica sobresaliente como en los anteriores tramos. En este caso podría tratarse de una sumatoria de diferentes situaciones que se conjugan para transformarlo en uno de los puntos negros de la red: la congestión que durante el período pico matutino de los días hábiles ocupa la totalidad de su extensión (con las maniobras temerarias de los automovilistas y motociclistas y la circulación por banquetas que esta situación trae aparejada) y el hecho de que más de la mitad del tramo se desarrolla en curva pueden ser dos causas que, sumadas a las obras que se realizaron en ese sector durante una buena porción del período de tiempo analizado (construcción de un carril exclusivo para transporte masivo de pasajeros), hayan generado las condiciones necesarias para transformar a este tramo en uno de los más peligrosos de la red.

## CONCLUSIONES PRELIMINARES DEL ESTUDIO

Si bien es necesario analizar con detenimiento y profundidad cada uno de los tramos descriptos precedentemente y que



## 05. CARRETERAS ADAPTADAS A LA POBLACIÓN QUE ENVEJECE

**Autores:** Francisco Alonso, Mónica Alonso, Sergio Useche, Cristina Esteban

### RESUMEN

Hemos tardado décadas en tener consideración hacia el factor humano en el ámbito de la seguridad vial y todavía restan asignaturas pendientes a profundizar como el atender a las diferencias individuales. A nadie se le escapa el hecho indiscutible de que la población está envejeciendo. El aumento de la esperanza de vida, unido a la disminución de la natalidad, ha supuesto un envejecimiento acelerado de la población. Al igual que adaptamos los distintos entornos de la vida cotidiana a la población que envejece, en el entorno viario y concretamente el diseño de carreteras esta consideración no puede quedar relegada. En el presente artículo se realizan una serie de reflexiones sobre la importancia de realizar esta adaptación y sobre cuáles son las principales necesidades y capacidades diferenciales de los mayores respecto al resto de la población en general. Finalmente se discutirán posibles medidas para realizar dicha necesaria adaptación.

**Palabras Claves:** Infraestructura, Carreteras, Seguridad Vial, Personas mayores, Conductores

### INTRODUCCIÓN

La pregunta que podríamos plantearnos inicialmente es el porqué debería tenerse en cuenta la edad de los usuarios para diseñar y mejorar las carreteras. En un primer momento se nos pasaría por la cabeza reflexionar acerca de en qué medida las personas mayores son representativas como grupo poblacional de usuarios viales, se ven más afectadas por la accidentalidad vial y en qué medida son iguales al resto de los usuarios viales o se diferencian de ellos.

Es bien conocido que los accidentes de tráfico son uno de los mayores problemas de salud pública a los que nos enfrentamos las sociedades modernas. Además, en torno al 90% de los accidentes viales son fundamentalmente resultado de dos aspectos: por un lado, de lo que tradicionalmente se ha denominado el “factor humano” (Montoro, Alonso, Esteban & Toledo, 2000; Vega-Jaramillo et al., 2012)<sup>(i,ii)</sup>, por otro, de la interacción entre factor humano y diseño vial.

Obviamente, es un hecho indiscutible el que la población española, como en la mayoría de los países, está envejeciendo. La esperanza de vida en aumento y la disminución de la natalidad, que en España es la más baja de Europa, entre otros factores, conllevan un envejecimiento acelerado de la población. Concretamente, si atendemos a las cifras en España, tan sólo en 30 años el número de personas mayores de 65 años se

ha duplicado. Además, según los datos que reporta el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC, 2010)<sup>(iii)</sup>, se espera que para 2050 en nuestro país esta población represente aproximadamente el 30% de la población total. **(Foto 1)**

Si atendemos al censo de conductores, las personas mayores representaban en el año 2012 el 14% del total de conductores activos, según se refleja en la recientemente defendida tesis doctoral de Silvia Apuzzo dirigida por los doctores Francisco Alonso y Angel Egido (Apuzzo, 2015)<sup>(iv)</sup>.

Haciendo una breve comparación sobre el porcentaje de población mayor que dispone de carnet de conducir, en países como EEUU, en 1997 estos representaban el 92% de los hombres y el 70% de las mujeres mayores de 60 años y se esperaba en 2012, casi todos los hombres y 9 de cada 10 mujeres.

Algunos estudios afirman que, poblacionalmente, las personas mayores están sobre-representadas en los índices de accidentalidad vial (Hakamies-Blomqvist, 2004)<sup>(v)</sup> y consecuentemente representan un grupo de riesgo.

Realmente, hemos tardado décadas en tener consideración hacia el factor humano en seguridad vial, pero todavía siguen restando pendientes asignaturas a profundizar, como el atender a las diferencias individuales.



**Foto 1:** En España el número de personas mayores de 65 años se ha duplicado en los últimos 30 años y en 2050 representará el 30% de la población.

Hoy en día la conducción es, si cabe, una tarea más complicada y desafiante de lo que lo ha sido nunca, debido a la cantidad de vehículos y usuarios de las vías, mas altas

velocidades, mayores estímulos y entornos de conducción complejos.

Si pensamos en el usuario de tráfico, podríamos fijarnos en los cambios en la edad de la población de usuarios, ya que sin duda alguna, la edad está asociada con cambios positivos (e.g. mayor índice de conductas protectoras al volante) y negativos (i.e. deterioro de la capacidad perceptual y motora, pérdida progresiva de la memoria y el flujo del procesamiento de información y las respuestas efectivas durante la conducción) (Montoro, Alonso, Esteban & Toledo, 2000; Owsley, 2004; Forteza, 1984)<sup>(I,VI,VII)</sup>.

Pues bien, habitualmente, tal como la población envejece, todos los entornos tienden a adaptarse a las condiciones específicas de la población. Esto nos hace pensar que uno de esos contextos, en los cuales debemos centrar mayor atención, es el entorno viario. Pues, así como en diferentes ámbitos de actuación (como el sistema sanitario y sus especialidades, la ciencia en general, las diferentes Tecnologías y las comunicaciones) se debe pasar por un proceso de adaptación, en el diseño de las carreteras apremia la exigencia de ajustarse a las necesidades de la Tercera Edad para garantizar su seguridad en las vías.

Pero podríamos preguntarnos el porqué es importante que el diseño de las carreteras se ajuste al envejecimiento de la población. La respuesta a esta pregunta es bien sencilla de encontrar, pues un buen argumento es el que cada año, alrededor de 500 personas de la tercera edad pierden la vida en accidentes de tráfico (Fundación Mapfre, 2013)<sup>(VIII)</sup>. Por lo tanto, éste segmento es cuatro veces mayor que el resto de segmentos de edad en la población general, pudiendo afirmarse que corresponde a una proporción significativa de la población española. Adicionalmente, cabe destacar que, ciertamente, las necesidades y capacidades de los mayores son diferenciales del resto de la población. De acuerdo con Apuzzo (2015)<sup>(IV)</sup>, las personas mayores son uno de los grupos de la estructura demográfica española que se ve más afectado por las barreras del entorno. En relación al resto de la población y respecto a las limitaciones o discapacidades que les afectan, destacaremos su situación familiar, como principal elemento diferencial de este colectivo.

Cuando atendemos a las cifras de las OMS sobre la repercusión de la accidentalidad vial a los distintos grupos de edad, la mayor afección corresponde a aquellos grupos económicamente activos. De este modo, las mayores tasas de mortalidad por cada 100.000 habitantes corresponden al grupo de edad de 15 a 29 años en los países de ingresos altos. Sin embargo, en los países de ingresos bajos y medianos las tasas más altas tienden a corresponder a las personas de 60 años y más. Así, a nivel mundial, manejando los datos de un año como el 2002, se registraron más de 193.000 defunciones causadas por el tráfico entre las personas que superan los 60 años de edad.

Se confirma pues que su tasa de mortalidad por cada 100.000 habitantes resulta la más elevada de todos los grupos de edad en los países de ingresos bajos y medianos. Es obvio, que frente a un accidente de tráfico las personas de mayor edad por lo general tienen menos capacidad de recuperación y más probabilidades de fallecer o quedar gravemente discapacitadas que los jóvenes.



**Foto 2:** A nivel mundial en 2002 se produjeron más de 193.000 muertos en personas de más de 60 años. La tasa de mortalidad en conductores de edad superior a 75 años es cinco veces superior a la media (fuente: AEC).



**Figura 1.** Proporción de fallecidos por accidente de tráfico en la tercera edad, respecto a su proporción poblacional en el año 2013 en España (DGT, 2014).

Además, en cuanto a las cifras de siniestralidad, si atendemos al año 2013 la proporción de fallecidos en Accidentes de Tráfico de la Tercera Edad doblaba su proporción en la población (DGT, 2015)<sup>(IX)</sup> (ver Figura 1).

Las cifras en otros países, como es el caso de Estados Unidos, también muestran coherencia con estas proporciones. Adicionalmente, las personas por encima de 75 años sufren más muertes por accidente de tráfico que cualquier otro cohorte de población, salvo aquellos por debajo de 25 años. Y también por longitud conducida experimentan más accidentes que el resto de conductores salvo los adolescentes. Según la Comisión Europea (2002)<sup>(X)</sup>, la tasa de mortalidad para conductores de más de 75 años es cinco veces superior a la media poblacional, y su tasa de lesiones o heridas es dos veces superior al resto de la población (**Foto 2**). Luego, aquí tenemos el segundo gran problema, la lesividad de este colectivo.

En la ciudad, las situaciones viales de mayor complejidad con las que se encuentran las personas de edad avanzada en sus desplazamientos son, entre otros:

- 1) El rol como conductores, en un entorno típicamente estresante, encuentran problemas en situaciones de tráfico complicadas como pueden ser la mala iluminación, el exceso de señalización (no toda ella relevante), los cruces congestionados y tramos con demasiada información;
- 2) El rol de peatón, con unas infraestructuras y mobiliario urbano no del todo adaptado, que aumenta su vulnerabilidad frente a los vehículos motorizados, y
- 3) El uso de los sistemas de transporte público, que aún hoy no resulta del todo accesible para la población de mayor edad (Apuzzo, 2015)<sup>(iv)</sup>.

En este artículo nos centraremos esencialmente en el rol como conductores que desempeñan las personas mayores de 64 años en España.

En general, con el envejecimiento quedan afectadas capacidades básicas para la conducción y operación de vehículos y uso de las vías. Adicionalmente las condiciones físicas y de salud de este colectivo hace que generalmente se trate de individuos que consumen fármacos que habitualmente afectan a la capacidad de conducción. Todo ello se une a la experiencia de conducción de estos individuos y las conductas de exceso de confianza, vicios y costumbres adquiridas a lo largo de los años de conducción y el tiempo transcurrido desde la obtención de su permiso de conducción con falta de reciclaje.

Cabe mencionar que toda intervención para el incremento de la seguridad vial debe partir de la identificación y transmisión de la existencia de una problemática concreta, de la concienciación por parte de los conductores de que existe un peligro real que le puede afectar personalmente y a su entorno y de la adopción de una serie de medidas que resulten pertinentes para contrarrestar el riesgo vial de los usuarios (Nassar, 1996; Persaud, Lyon & Nguyen, 1999)<sup>(xi,xii)</sup>. En esta línea, el ingeniero en contacto con la carretera y con competencias que pueden alterar la seguridad vial debe poseer al menos una primera aproximación acerca de los distintos elementos intervinientes en el tráfico, como son el vehículo, la vía-entorno y el factor humano, determinando la importancia de cada uno de ellos, así como la interrelación entre los mismos en la dinámica viaria.

Aprender que el factor humano es el elemento fundamental sobre el que recaen la mayor parte de la siniestralidad, hace pensar que las acciones prioritarias de prevención deben dirigirse hacia este elemento, en términos de su impacto en el estudio, diseño e implementación de las carreteras. Es preciso entender que cualquier medida que se realice sobre el resto del sistema, que no tenga en cuenta al usuario vial, no tendrá el éxito esperado al no tener en cuenta la interacción de cada uno de los elementos con el factor humano (Alonso, 2015)<sup>(xiii)</sup>.



**Foto 3.** Más que limitar la movilidad de conductores y personas de edad avanzada, se deben encontrar soluciones seguras para todo tipo de usuarios.ç

## OBJETIVOS Y DATOS DE INTERÉS

### 1. El impacto del envejecimiento poblacional en el entorno vial y su seguridad

Se entenderá pues que el diseño de las carreteras debería atender plenamente las necesidades y capacidades de cada uno de sus respectivos usuarios. El énfasis debe ser mayor al identificar grupos de usuarios vulnerables, como la población de personas mayores. Más si tenemos en cuenta que estos participan como distintos usuarios, no sólo como conductores de vehículos, sino, aún cuando dejan de conducir sus vehículos pasan activamente a la población de usuarios peatones vulnerables.

En síntesis, este artículo tiene por objetivo central el desarrollar una reflexión sobre la importancia del diseño y adaptación de las vías a las necesidades de una población que envejece. En el caso de las personas de la tercera edad, concretamente, es posible afirmar que tienen tanto necesidades especiales como capacidades diferenciales con respecto al perfil del “conductor joven o adulto” que suele usar las vías.

De importancia diferencial resulta el conocimiento de las medidas y contramedidas que para mejorar la seguridad vial se realizan sobre la carretera. Valga como ejemplo que en un estudio previo, publicado en esta misma revista, se podía observar como con el incremento de la edad se da un mayor desconocimiento de la medida de señalización de los puntos negros. (Alonso, 2015)<sup>(xiv)</sup>.

En los últimos tiempos, algunos polémicos accidentes han llevado a la reflexión pública en cuanto a cómo tratar a la población de mayor edad conductora y a una preocupación de la población por reforzar los mecanismos de control y evaluación de las capacidades de los mismos para la obtención y mantenimiento de la vigencia de las licencias de conducción. Sin embargo, no parece tan obvia la reflexión sobre la adaptación del entorno de las vías a los mismos, el tamaño de la señalización o las letras, la iluminación, o los diferentes estímulos

sensoriales, serían algunos de los aspectos complementarios objeto de reflexión. Más que limitar la movilidad de los conductores mayores y las personas de edad avanzada, en general, necesitamos encontrar soluciones seguras que satisfagan las necesidades de todo tipo de usuarios. **(Foto 3)**

## 2. Factores implicados en la conducción y aumento del riesgo vial

Si atendemos a las principales funciones psicológicas que se ponen en marcha durante la conducción de vehículos, se requiere en primer lugar una correcta capacidad perceptiva y atencional. El realizar una correcta interpretación y evaluación de la situación permite tomar las decisiones acerca de la acción o maniobra más adecuada de entre todas las posibles para el problema específico a que se enfrenta el individuo. Adicionalmente, se requiere ejecutar la maniobra con la mayor rapidez y precisión posible, lo que se denomina capacidad de respuesta del conductor y hace referencia al conjunto de actividades sensorio motrices y psicomotoras. Depende de procesos y funciones (personalidad, inteligencia, estilos cognitivos, motivación, aprendizajes experiencia, memoria...), que modulan el funcionamiento de los procesos psicológicos implicados en la conducción a los distintos niveles (inferiores y superiores), confiriendo una relativa estabilidad al procesamiento particular de la información que lleva a cabo cada individuo (Montoro, Alonso, Esteban & Toledo, 2000)<sup>(i)</sup>.

Un programa de licencias de conducción y su renovación no debe basarse únicamente en la edad sino que debe tener en cuenta las capacidades, habilidades y pautas de consumo de fármacos de los conductores. En el caso específico de las personas mayores, si bien los mayores tienden a ser más conscientes de los riesgos al volante (y tienden a modular su comportamiento en función de ello), existe una marcada disminución de sus funciones motoras, sensoriales y cognitivas, propia del proceso de envejecimiento (Smiley, 2004; Cantón-Cortés, Durán & Castro, 2010)<sup>(xv,xvi)</sup>.

Podríamos decir que pese a que este colectivo no se caracteriza por conductas arriesgadas al volante sí que sufren en cierta medida de un exceso de confianza debido a la experiencia y a la falta de conciencia sobre su pérdida de capacidad. Esto afecta la eficacia de cuestiones tan esenciales como reconocer señales, calcular adecuadamente el espacio disponible en el carril o estimar la velocidad ideal para trazar una curva o segmento vial (Díaz, 2008)<sup>(xvii)</sup>. **(Foto 4)**

Se requiere también realizar cambios en el diseño de los vehículos, otro factor explicativo de una tasa importante de accidentes de tráfico, que permitan atender en mayor medida a las necesidades de este colectivo de conductores, supliendo en cierta medida sus privaciones. Otro factor que resulta determinante es la rigidez cognitiva (excesiva automatización) que desarrollan los conductores con mayor experiencia, que

con frecuencia les impide reaccionar adecuadamente a demandas o situaciones que les resultan novedosas con respuestas retardadas de evitación.

Aunque en las carreteras interurbanas existe una alta concentración de la accidentalidad de personas mayores, no se trata de un problema aislado, pues muchos de los accidentes que les involucran también se producen en los contextos urbanos, por lo cual sus necesidades trascienden también a las ciudades., donde como repasamos anteriormente se producen situaciones viales de complejidad. Concretamente es bien sabido que tanto en vías urbanas como carreteras interurbanas una importante concentración del número de accidentes se produce en las intersecciones.

Algunos factores específicos, muy característicos de nuestras carreteras, aumentan el riesgo de accidentalidad para las personas mayores, dado que aumentan simultáneamente las demandas al conductor, algunos de ellos son:

- escasa iluminación de las vías, la cual se ha visto acrecentada por las medidas adoptadas en el contexto de la reciente crisis económica;
- carriles estrechos, que reducen el margen de error al maniobrar el vehículo;
- señalización confusa o sobreabundante, que sobrecarga de información (muchas veces contradictoria) al conductor;
- déficits de mantenimiento adecuado y conservación de las vías; y
- el comportamiento de riesgo de otros usuarios viales y la baja detección del peligro (puntos negros o "hot-spots", zonas críticas no demarcadas claramente)<sup>(xviii,xix,xx)</sup>.



**Foto 4.** En este colectivo se produce una falta de conciencia sobre su pérdida de capacidad (foto cortesía de la Guardia Civil O.R.I.S. Audiovisuales).

## Discusión

Si lo planteamos desde una perspectiva holística, el estudio de la interacción entre factor humano e infraestructura requiere abarcar distintos aspectos como la percepción, limitaciones visuales, forma de agrupación y comunicación, interacción con

tecnología, organización y prácticas política, sociedad, cultura, laborales, entorno socio-político y físico.

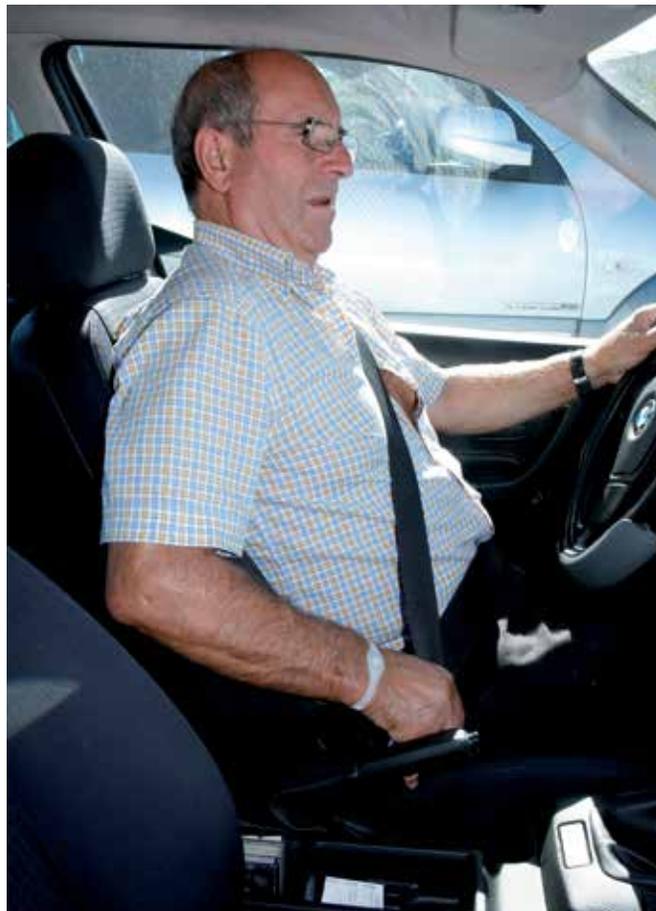
Es un error frecuente en el diseño de carreteras la asunción de todos los usuarios viales como iguales y a la vez capaces de comprender, interpretar e interactuar adecuadamente con todos los elementos presentes en las carreteras. Más aún, procesos psicológicos como la atención, percepción, memoria y pensamiento, aunque no son las únicas, son todavía claves y hay que profundizar en el estudio de las mismas en función de las características la población propia de cada país, patrón y cultura de conducción. Si tenemos en cuenta que en el caso español la población está envejeciendo, entonces deberíamos asumir que las condiciones y especificaciones de las vías deben tender a adaptarse a esta situación, porque esto implica que las capacidades y necesidades de los usuarios viales son diferenciales y dinámicos. En el plano técnico, se debe prestar atención a todos los elementos de diseño, instalaciones y sus características. En este sentido, se siguen llevando a cabo investigaciones sobre estas variables, utilizando nuevas tecnologías disponibles como la simulación mediante realidad virtual, recursos de creciente interés en los ámbitos técnico y científico.

Es especialmente relevante la realización de estudios propios en España, adaptados a las características, las necesidades y los fenómenos existentes en la población, porque a menudo tenemos que conformarnos con estudios de otros ámbitos socio-culturales cuya generalización a nuestra nación es problemática o no resulta del todo plausible. Cabe plantearse si, en la actualidad, los parámetros de diseño y señalización se adaptan (o no) a la población actual y hasta que punto los modelos de conducción se acomodan y representan las capacidades de la población de edad avanzada, así como los propios modelos de simulación. Si no es así, el diseño no puede ser seguro para toda la población.

Todavía resta mucho por hacer para introducir la cultura de la seguridad vial e integrar el factor humano en el ámbito específico de la ingeniería vial. De hecho, no existe mucha bibliografía dedicada a estos temas ni suficientes estudios experimentales. Existen todavía relativamente pocas investigaciones desarrolladas en el ámbito de la interrelación infraestructura-factor humano, en comparación a otros aspectos como el estudio de factores de riesgo como puede ser el alcohol, y pocos relativos a la edad, para cuyo caso existe un desarrollo más evidente y diversificado en la literatura internacional.

En una investigación publicada hace algunos años por Austroads (2004)<sup>(xxi)</sup> se denota la importancia de considerar el envejecimiento de la población como un factor determinante dentro del diseño vial. En este orden de ideas, la seguridad vial en las los países cuyo grueso poblacional envejece en mayor proporción se verá seriamente afectada durante las próximas décadas por el aumento del índice de accidentalidad vial,

esencialmente aquellos accidentes que involucran a la población de tercera edad (Austroads, 2004)<sup>(xxi)</sup>. **(Foto 5)**



**Foto 5.** La seguridad vial en los países que envejecen se verá seriamente afectada en las próximas décadas por un aumento del índice de accidentalidad vial, esencialmente por accidentes de la tercera edad.

Una medida para contrarrestar oportunamente esta situación parece ser la intervención integral tanto del factor humano (generando mayor formación vial y reconocimiento de las limitaciones de los conductores) como del estructural, es decir, se requiere mejorar el diseño de las vías de modo que generen carreteras autoexplicativas y más perdonantes que eviten los accidentes y minimicen las consecuencias de los mismos en caso de ocurrencia (Alonso et al., 2003; Noland, 2003)<sup>(xxii,xxiii)</sup>.

Un entorno vial seguro requiere una mínimos de información, advertencia, tiempo de reacción, coherencia, repetición, control, velocidad, perdón o lesividad, rodadura y oportunidades de descanso (Alonso et al., 2013)<sup>(xxiv)</sup>. Pero, a su vez, el sistema debe ser perdonante, conteniendo la gravedad de las consecuencias y la lesividad en caso de error o comportamiento inapropiado del usuario del sistema. Un entono de carreteras autoexplicativo se consigue categorizando correctamente la escena de acuerdo con los esquemas existentes (Dijkstra&Twisk, 1991)<sup>(xxv)</sup>.

Según Kerschner&Aizenburg (1999)<sup>(xxvi)</sup>, existen medidas que permitirían reducir el impacto del envejecimiento de la población en los factores humano, vehicular y estructural. En cuanto al factor humano, es preciso mejorar el reconocimiento de los conductores de mayor edad, generando mejores y más consistentes metodologías para la evaluación de las capacidades y limitaciones de estos. Asimismo, potencializar la formación de los grupos específicos de riesgo (e.g. entrenamiento cognitivo para mayores) (Owsley, 2004; Wilde, 1988)<sup>(vi,xxvii)</sup>.

En el contexto vehicular, se hace precisa la adaptación de los vehículos a las limitaciones de los conductores de la tercera edad a través de la implementación de más y mejores dispositivos y mecanismos de accesibilidad y monitoreo debidamente adaptados (Caird, 2004)<sup>(xxviii)</sup>, dado que es necesario garantizar que estos dispositivos no constituyan un factor de distracción o sobrecarguen cognitivamente al conductor (como ocurre frecuentemente con algunos dispositivos facilitadores para la conducción, como los navegadores), faciliten su desplazamiento bajo parámetros de mayor seguridad, como se visiona ocurra con el diseño de vías más inteligentes y automatizadas (o Smart Roads).

De acuerdo con Alonso (2015)<sup>(xiv)</sup>, en cuanto al factor estructural, una vía perfectamente diseñada, tendrá unas características de legibilidad y consistencia que lleven al usuario a adquirir una velocidad adecuada. Además, al proporcionar información al conductor se debe hacer de forma controlada para no superar su capacidad de analizarla y provocar la sobrecarga. Una vía bien diseñada por sí misma ayudará al conductor en su tarea reduciendo la necesidad de limitaciones de velocidad y señalización de peligro (Kononov, 2002)<sup>(xxix)</sup>.

La información debe ser aportada al usuario de la carretera de forma coherente. El conductor construye sus expectativas a partir de experiencias previas. Además, debe ser lo más autoexplicativa posible. El concepto de vía autoexplicativa se basa en que los elementos de diseño y equipamiento de la vía provoquen unas expectativas a cerca del comportamiento y actitudes esperadas de los usuarios, induciendo a una velocidad y maniobras determinadas. Un entorno de carretera autoexplicativo es el diseñado y construido para obtener evaluaciones correctas de los usuarios sobre lo que constituye un comportamiento apropiado (IN-SAFETY, 2008; Díaz& de La Peña, 2003)<sup>(xxx,xxxii)</sup>.

En este contexto, la filosofía adoptada en los países más vanguardistas en seguridad vial en el ámbito europeo apuesta por conceptos como las Carreteras Perdonantes (o Forgiving Roads), cuya definición se deriva de dos aspectos esenciales:

- Primero, que se diseñan bajo el presupuesto de ser aquellas que “perdonan el error del conductor”, es decir, que asumen que el error humano puede existir, pero tienden a

minimizar la probabilidad de un accidente derivado de él y,

- segundo, si este ocurriera, disponen de especificaciones que reducen su gravedad o impacto sobre los usuarios viales (Alonso, Esteban, Calatayud & Ballestar, 2011)<sup>(xxxi)</sup>.

Son también parámetros generales de las “autoexplicativas” que todo usuario debería realizar la misma lectura de la carretera, sus señales y condiciones, la lectura de la carretera y sus señales debe ser sencilla, rápida y no ambigua, o que debe hacer una coherencia entre las expectativas del conductor y las condiciones reales de la vía a nivel de trazado, señalización y condiciones específicas de manera consistente (De La Peña, 2008; Díaz& de La Peña, 2003)<sup>(xxxii,xxxiii)</sup>.

Algunas de las principales medidas de mejora que podemos destacar serían: zonas de velocidad reducida, incrementar la visibilidad de las señales (Verticalidad y a la derecha de la calzada); Notoriedad (más visibles, letra grande) o Más comprensibles (fácilmente identificables y legibles), márgenes despejados de mayor amplitud, sin obstáculos, mejores trazados y mantenimiento constante de estos, pavimentos antideslizantes, o mejor contención - barreras de seguridad, que disminuyan la severidad de las potenciales lesiones o consecuencias que un accidente puede conllevar (Fundación Mapfre, 2013; Fundación Mapfre & AEC, 2014)<sup>(viii,xxxiv)</sup>.

En síntesis, es hacer la carretera “más amigable” para el procesamiento de la información (por ejemplo, carreteras con menos señales, pero más claras y efectivas). Carreteras que tengan en cuenta que, con la edad, la vista, el oído y los reflejos no son los mismos. La buena combinación de los mecanismos de seguridad Activa (los que evitan que el accidente tenga ocurrencia) con los elementos de seguridad Pasiva (los que reducen su magnitud).

Pero la mejora técnica de estas carreteras debe acompañarse de procedimientos de intervención de los accidentes y mejor asistencia a las víctimas de los mismos (Alonso, Esteban, Calatayud & Ballestar, 2011)<sup>(xxxv)</sup>, pues ni siquiera una “carretera autoexplicativa y perdonante” reduce a cero la probabilidad de ocurrencia de los accidentes y evita totalmente las consecuencias. También es preciso fomentar los hábitos seguros y el uso adecuado de las medidas de seguridad pasiva (como el casco y el cinturón de seguridad) en los grupos de riesgo, sobre todo aquellos que, como en el caso de la tercera edad, tienden a sufrir daños de mayor gravedad como consecuencia de los accidentes de tráfico.

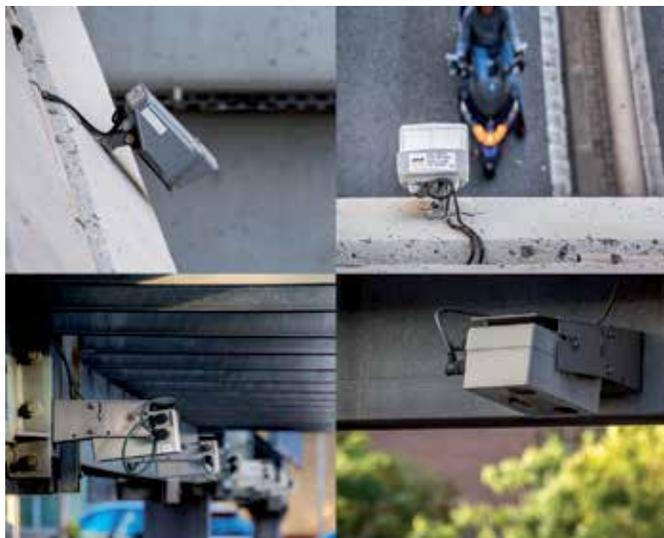
Un concepto reciente que sobrepasa la mera adaptación de ciertas especificaciones técnicas en el diseño de las carreteras, es el de las Carreteras del Futuro o Smart Roads, siendo estas consideradas no sólo carreteras de menor riesgo latente, sino más bien “inteligentes”, construidas con el objetivo de aumentar la seguridad y mejorar la eficiencia energética, representando

una buena alternativa en términos de coste-beneficio. Tienen mejoras de seguridad como la iluminación interactiva (al paso de los vehículos), los avisos en tiempo real de condiciones adversas (e.g. asfalto deslizante, incidencias, accidentes-mantenimiento en la vía) y líneas y señales de mayor visibilidad. Por supuesto, eliminan la necesidad de elementos que aumentan la gravedad de los accidentes, como las farolas y otros elementos potencialmente obstaculizantes.

Más allá del mero diseño de carreteras, las proyecciones más vanguardistas apuntan a lo que hoy en día conocemos como las Smart Cities (ciudades más inteligentes, automatizadas y pensadas para integrar la seguridad y la funcionalidad de todos sus espacios y elementos), pero aún nos queda pendiente preguntarnos dónde están los conductores inteligentes, pues así como casi la totalidad de los accidentes de tráfico se explican por el factor humano, la mayoría de las intervenciones -si no la totalidad de ellas- deben tener en cuenta al conductor como una fuente potencialidad de seguridad vial. Pues bien, se desconoce hasta ahora el concepto, pero el equipo de investigación que ha desarrollado este artículo está trabajando en ello mediante la Cátedra SISTEM para la innovación y en el apoyo a la gestión eficiente y sostenible de la movilidad.

Es indudable que la necesidades de los usuarios viales deben ser identificadas mediante la investigación, abordadas a través de la construcción e implementación de buenas intervenciones y progresivamente mejoradas a partir de las experiencias exitosas que conlleva el quehacer de la Seguridad Vial. Y lo entendemos porque consideramos que entre todas las razones que ralentizan el avance en este ámbito hay una que destaca con fuerza por su trascendencia: el divorcio entre la ciencia y la práctica de la seguridad vial (Alonso,2012)<sup>(xxxv)</sup>.

**(Foto 6)**



**Foto 6.** Una de las razones que ralentizan los avances es el divorcio entre la ciencia y la práctica de la seguridad vial (en la foto vista de varios detectores de vehículos no intrusivos).

## CONCLUSIONES

Proteger a la población que envejece es un proceso integral e interdependiente. No basta solamente con mejores carreteras, ni únicamente educación y formación sin desarrollo estructural.

Es necesario diseñar y construir carreteras más “autoexplicativas”, “perdonantes” e “inteligentes” no exclusivas, pero sí incluyentes para la población de mayor edad. Tanto el diseño como la acción/implementación de estos escenarios debe partir, sin duda, de la investigación científica y el desarrollo técnico, ámbitos capaces de concebir e integrar las necesidades de la población con las potencialidades aplicables a la Seguridad Vial de este tipo de carreteras.

El avance real vendrá cuando se integre eficientemente la relación Carretera-Vehículo-Conductor de una forma sencilla y amigable con todos los usuarios de la vía, sobre todo a los grupos más vulnerables. En otras palabras, la mejora potencial parte de la adaptación de los factores técnico y tecnológico con el humano, pues es en función de este que se han desarrollado.

Finalmente, cabe anotar que el impacto de las carreteras adaptadas a la población no es absoluto, sí es medible y comprobable; sin embargo, es un cambio positivo que ocurrirá gradualmente, en cuanto las vías se vayan adaptando a las necesidades de los usuarios viales y protegiéndolos de los accidentes de tráfico y/o la gravedad de sus consecuencias.

## REFERENCIAS

- I. Montoro, L., Alonso, F., Esteban, C. & Toledo, F. (2000): *Manual de Seguridad Vial: El Factor Humano*. Barcelona: Ariel – INTRAS.
- II. Vega-Jaramillo, A., Calzada-Pérez, M., López, M. & Antolín, G. (2012). *Causas y variabilidad de accidentes de tráfico en carreteras urbanas*. *Carreteras: Revista técnica de la Asociación Española de la Carretera*, 185, pp. 20-31.
- III. CSIC (2010). *El envejecimiento de la población*. *Lychnos: Cuadernos de la Fundación General CSIC*, 2, pp. 6-11.
- IV. Apuzzo, S. (2015). *La movilidad y la seguridad vial en la ciudad: percepciones y experiencias de las personas de edad avanzada*. Tesis Doctoral. Valencia: Universitat de València.
- V. Hakamies-Blomqvist, L. (2004). *Safety of older persons in traffic*. In: *Transportation in an aging society: A decade of experience*. *Conference Proceedings*, 27, pp. 22-35.
- VI. Owsley, C. (2004). *Driver capabilities*. In: *Transportation in an aging society: A decade of experience*. *Conference Proceedings*, 27, pp. 44-55.
- VII. Forteza, J.A. (1984). *Edad y Conducción: peculiaridades y problemas de las personas mayores frente a la conducción*. *Actas de la Primera Reunión Internacional de Psicología de Tráfico y Seguridad Vial*. Valencia, Spain.
- VIII. Fundación Mapfre (2013). *Estudio sobre mayores de 65 años y seguridad vial*. Disponible en: [https://www.fundacionmapfre.org/fundacion/es\\_es/imagenes/mayores-y-seguridad-vial\\_tcm164-5588.pdf](https://www.fundacionmapfre.org/fundacion/es_es/imagenes/mayores-y-seguridad-vial_tcm164-5588.pdf)
- IX. DGT (2015). *Anuario estadístico de accidentes, año 2014*. Dirección General de Tráfico. Madrid.
- X. Comisión Europea (2002). *Libro Blanco. La política europea de transportes de cara al 2010: La hora de la verdad*. Oficina de publicaciones oficiales de las comunidades europeas.
- XI. Nassar, S. (1996): *Integrated Road Accident Risk Model*. Phd. Thesis, Waterloo, Ontario, Canada.

- XII. Persaud, B., Lyon, C. y Nguyen, T. (1999). Empirical Bayes procedure for ranking sites for safety investigation by potential for improvement. *Transportation Research Record*, 1665, 7-12.
- XIII. Alonso, M. (2015). *La integración del factor humano en el ámbito técnico de la gestión de las carreteras y la seguridad vial: un enfoque investigativo*. Tesis doctoral. Valencia: Universitat de València.
- XIV. Alonso, F., Alonso, M., Esteban, C., Calatayud, C. (2014). Conocimiento y opinión de los conductores de la medida de señalización de los puntos negros. *Carreteras: Revista técnica de la Asociación Española de la Carretera*, (195), 66-76.
- XV. Smiley, A. (2004). Adaptive strategies of older drivers. In: *Transportation in an aging society: A decade of experience*. Conference Proceedings, 27, pp. 36-43.
- XVI. Cantón-Cortés, D., Durán, M. & Castro, C. (2010). Conducción y envejecimiento. *Revista Española de Geriatría y Gerontología*, 45(1), pp. 30-37.
- XVII. Díaz, J. (2008). Hacia unos límites de velocidad más consistentes. *Securitas Vialis*, 1:3-9.
- XVIII. Alonso, F., Esteban, C. & Calatayud, C. (2012). *La Gestión de los Puntos Negros en el marco de los Sistemas de Gestión de la Seguridad de infraestructuras viarias*. Etrasa-Springer
- XIX. OECD road research group (1976). *Hazardous road locations: identification and countermeasures*. Paris: OECD.
- XX. Overgaard-Madsen, J.C. (2005). *Skadesgradsbasered sortpletudpegning – fra crash prevention til loss reduction i de danske vejbestyrelses sortpletarbejde*. PhD afhandling. Trafikforskningsgruppen, Institut for samfundsudvikling og planlægning. Aalborg Universitet, Aalborg.
- XXI. Austroads (2004) *Environment and Design for Older Drivers: Stage II. (Vol.1-2)*. Report AP-R261. Sydney, NSW: Austroads publication.
- XXII. Alonso, F., Sanmartín, J., Calatayud, C., Esteban, C., Montoro, L., Alamar, B. et al. (2003). *Formación y Educación Vial: Una visión a través de la población española*. Cuadernos de Reflexión Attitudes. Barcelona: Attitudes.
- XXIII. Noland, R.B. (2003). *Traffic fatalities and injuries: the effect of changes in infrastructure and other trends*. *Accident Analysis and Prevention*, 35 (4), 599-611.
- XXIV. Alonso, F., Alonso, M., Esteban, C. & Calatayud, C. (2013). *Protocolo del estudio "Investigación, desarrollo e innovación para el diseño y desarrollo de un plan integral de eliminación y erradicación de puntos negros en las carreteras"*. Securitas Vialis. Etrasa-Springer. 14:5-25
- XXV. Dijkstra, A. & Twisk, D.A.M. (1991). *Beknopte literatuurstudie inzake categorie-indeling van wegen*. Leidschendam: StichtingWetenschappelijkOnderzoekVerkeersveiligheid, SWOV.
- XXVI. Kerschner, H. & Aizenburg, R. (1999). *Transportation in an aging society*. Auckland: The Beverly Foundation.
- XXVII. Wilde, G.J.S. (1988). Risk homeostasis theory and traffic accidents: propositions, deductions and discussions of dissension in recent reactions. *Ergonomics*, 31(4), 441-468.
- XXVIII. Caird, J. (2004). *In-Vehicle Intelligent Transportation Systems*. In: *Transportation in an Aging Society: A decade of experience*. Conference Proceedings, 27, pp. 236-255.
- XXIX. Kononov, J. (2002) *Identifying Locations with Potential for Accident Reductions: Use of Direct Diagnostics and Pattern Recognition Methodologies*. In: *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 1784, TRB, National Research Council, Washington, D.C., pp. 153-158.
- XXX. IN-SAFETY (2008). *Implementation scenarios and further research priorities regarding forgiving and self-explaining roads*. *Infrastructure and Safety*. Disponible en: [http://ec.europa.eu/transport/roadsafety\\_library/publications/in-safety\\_d5\\_3.pdf](http://ec.europa.eu/transport/roadsafety_library/publications/in-safety_d5_3.pdf)
- XXXI. Alonso, F., Esteban C., Calatayud, C. & Ballestar, M.L. (2011). *Carreteras Perdonantes: Eliminación de los Puntos Negros*. IV Congreso Internacional de Prevención de Riesgos en los Comportamientos Viales. PRECOVIR'11. Valencia.

# Con el esfuerzo diario de nuestros trabajadores estamos llevando adelante el plan vial más grande de la historia de Santa Fe



**5 de octubre - Día del Camino**



