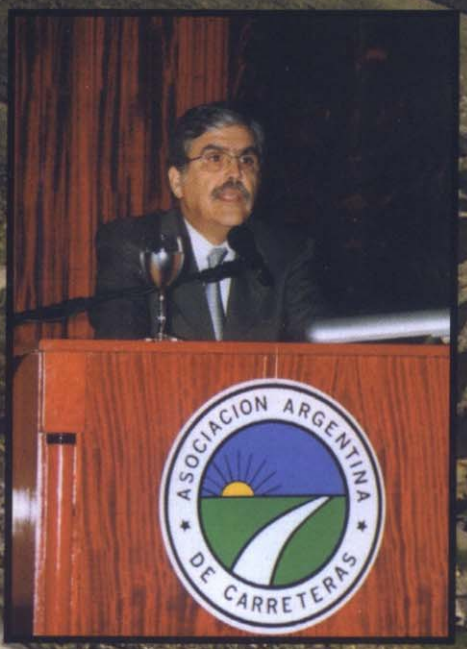
Año L - Número 176 - Diciembre 2004

CARRETERAS

ASOCIACION ARGENTINA DE CARRETERAS



DIA DEL CAMINO:

Tiempo de Balance y Anuncios Promisorios

"Por más y mejores caminos"

Más. Eso es lo que su empresa recibe cuando recibe nuestro asfalto.

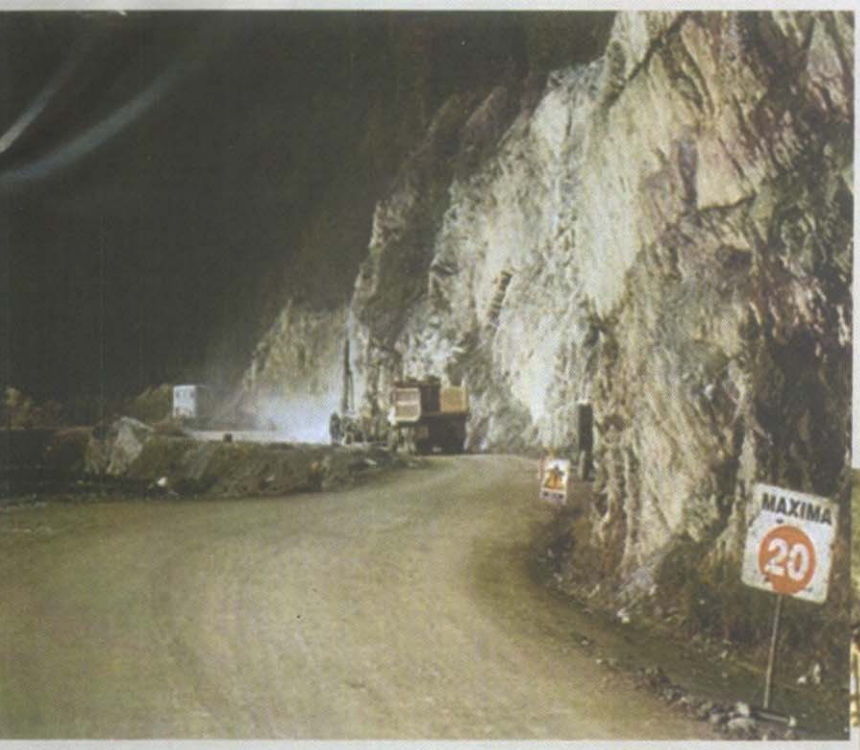
Asfaltos
Servicio y Tecnología

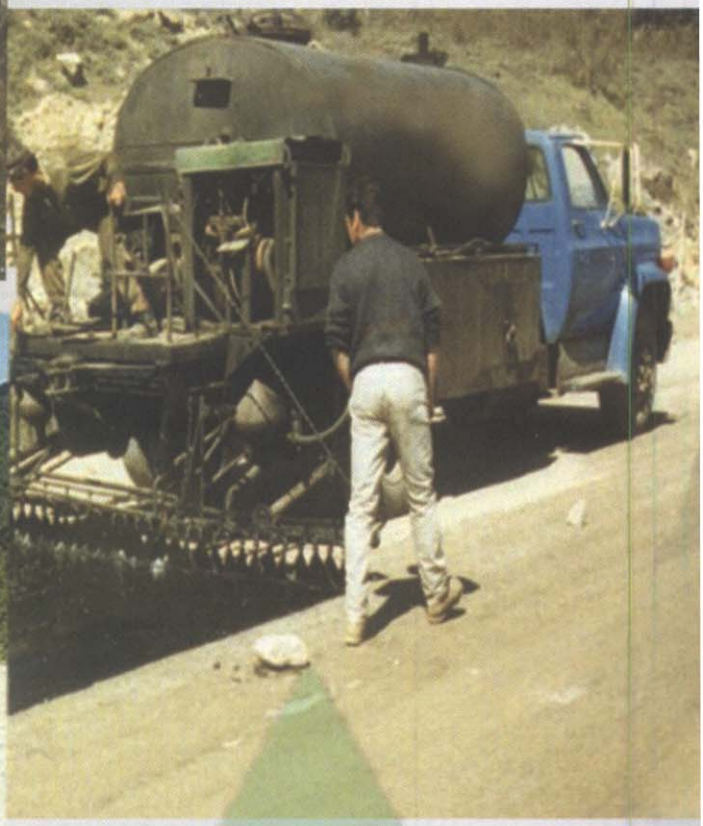
Un equipo de especialistas técnicos para asesorarlo del principio al fin de la operatoria. Comunicación en red. Flota de camiones propios. Laboratorio móvil. Ensayos y pruebas a su disposición. Asfaltos de Repsol YPF. Mucho más respaldo detrás de cada pedido.

repsolypf.com

REPSOL YPF

Argentina
un país en serio





VIALIDAD UNE AL PAÍS

AV.JULIO A. ROCA 738 - CIUDAD AUTÓNOMA DE BUENOS AIRES
TEL: 4343-8521 AL 29 .- www.vialidad.gov.ar

EDITORIAL

Por el Lic. Miguel A. Salvia

Lic. Miguel A. Salvia

TIEMPO DE BALANCE Y ANUNCIOS PROMISORIOS

La celebración del Día del Camino fue un marco propicio para que las autoridades y el sector vial hicieran un balance de lo actuado y plantearan su visión para el futuro inmediato. El Ministro Julio De Vido ratificó el apoyo a la inversión vial, comprometiendo recursos adicionales para mantener en crecimiento las inversiones en el sector. La prioridad puesta en la necesaria inversión vial genera todo nuestro apoyo y colaboración en el desarrollo sostenido del sector, tendiendo a modificar profundamente el estado de nuestra red en todos sus niveles.

Por su parte, en este último período se realizó la Convención de la Cámara Argentina de la Construcción y allí nuevamente los Ministros de Economía y Producción, y de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios, así como el Presidente de la Nación ratificaron el rumbo en materia de inversión pública haciendo una fuerte reafirmación en materia de inversión vial.

Apoyamos esta visión convencidos de la necesidad de dar un salto en la calidad de nuestra Red Vial, así como en la necesidad de nuestro sistema productivo y nuestra población de mejorar la situación económica y la calidad de vida.

Ambos eventos están reflejados en la presente edición de Carreteras.

Pero como una muestra del dinamismo del sector, también informamos sobre la realización de importantes reuniones técnicas celebradas en estos dos meses, que ponen de manifiesto la voluntad de nuestros profesionales y sus empresas por mejorar sus conocimientos técnicos y generar una activa transferencia tecnológica.

Este esfuerzo de la comunidad vial tendrá su broche en el XIV Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito, cuya nueva fecha de realización, entre el 26 y el 30 de Setiembre de 2005, permitirá una activa presencia de profesionales locales y extranjeros, junto a una exhibición de realizaciones, proyectos, nuevos productos y servicios.

Precisamente, uno de los temas planteados como centrales del Congreso, la Integración Física Sudamericana, ha tenido al cierre de esta edición una importante definición política, al firmar los doce Presidentes de la Región la constitución de la Comunidad Sudamericana de Naciones, hecho trascendente en la historia de nuestro continente.

Merece destacarse que uno de los primeros acuerdos regionales consiste en trabajar en el desarrollo de los 31 corredores de vinculación regional, definidos en un trabajo efectuado por los gobiernos en el marco de la Iniciativa de Integración Regional Sudamaricana (IIRSA), con el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo.

Esto pone de manifiesto lo que señalamos reiteradamente en el sentido de desarrollar un Plan de Infraestructura que tenga en cuenta nuestras necesidades de transporte y viabilice la posibilidad de ejecutar estos 31 proyectos, con una integración interna que permita generar un sistema integrado nacional y regional.

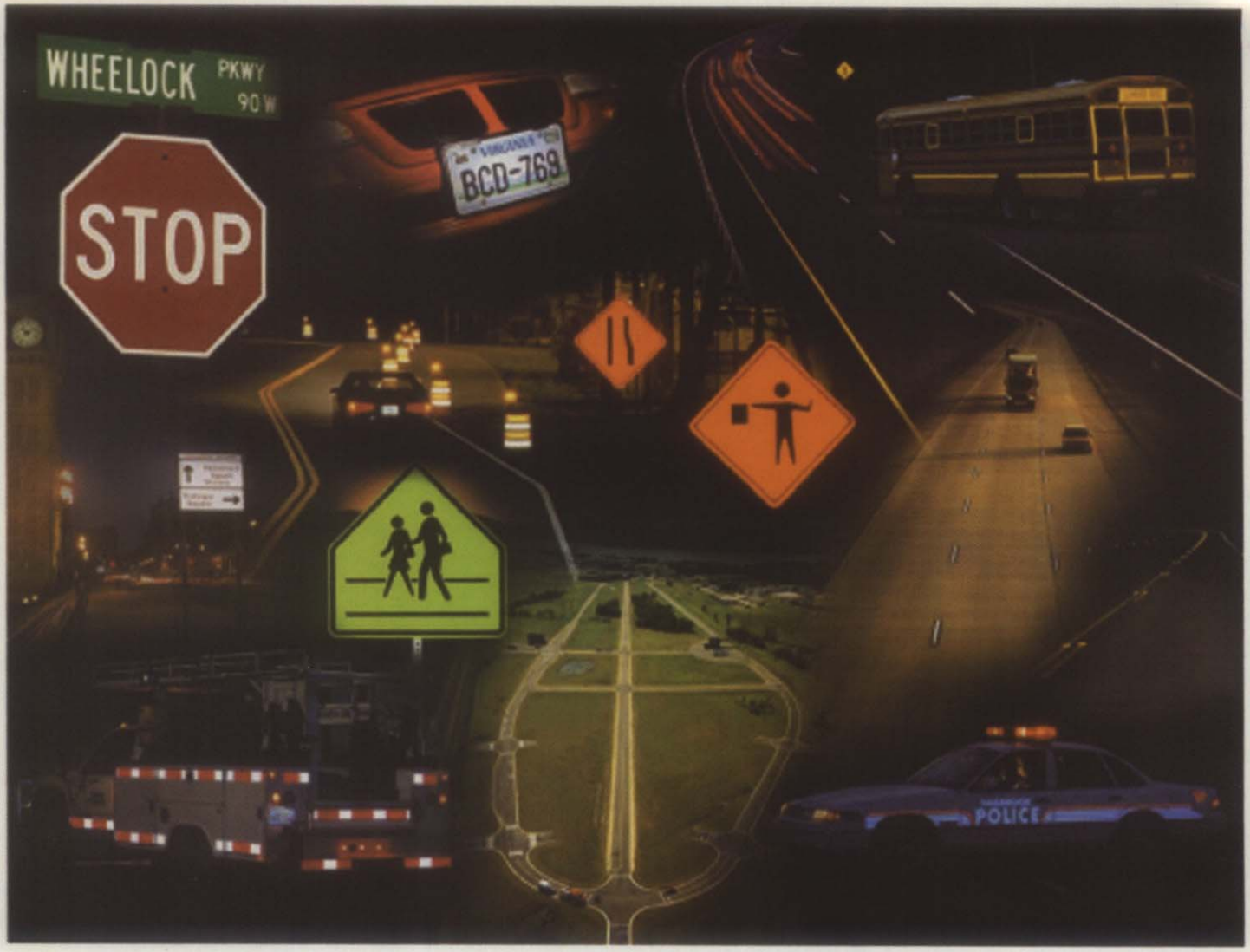
En ese sentido, creemos conveniente profundizar el estudio de las vinculaciones regionales, analizando la intermodalidad en el transporte, considerando que el transporte carretero es central no sólo en nuestro país, sino también en toda Sudamérica, a pesar de la difícil accesibilidad geográfica en muchas zonas de la Región.

Pero esta integración necesita simultáneamente redefinir nuestro sistema vial, tanto en sus redes, recursos y sistemas de gerenciamiento, para generar planes sustentables que mejoren lo existente y modernicen nuestra red de caminos.

Encarando este desafío y avanzando hacia un esquema racional de intermodalidad, podremos aprovechar los beneficios económicos y sociales de una Red Sudamericana integrada.

Este será seguramente el objetivo a cumplir para los próximos años, y ello requiere un plan sustentable de infraestructura vial, tomando en cuenta la experiencia en el planeamiento y en la gestión de las últimas décadas.

Esperando que el próximo año nos encuentre en esta acción, deseamos a todos nuestros lectores un venturoso y próspero año 2005.



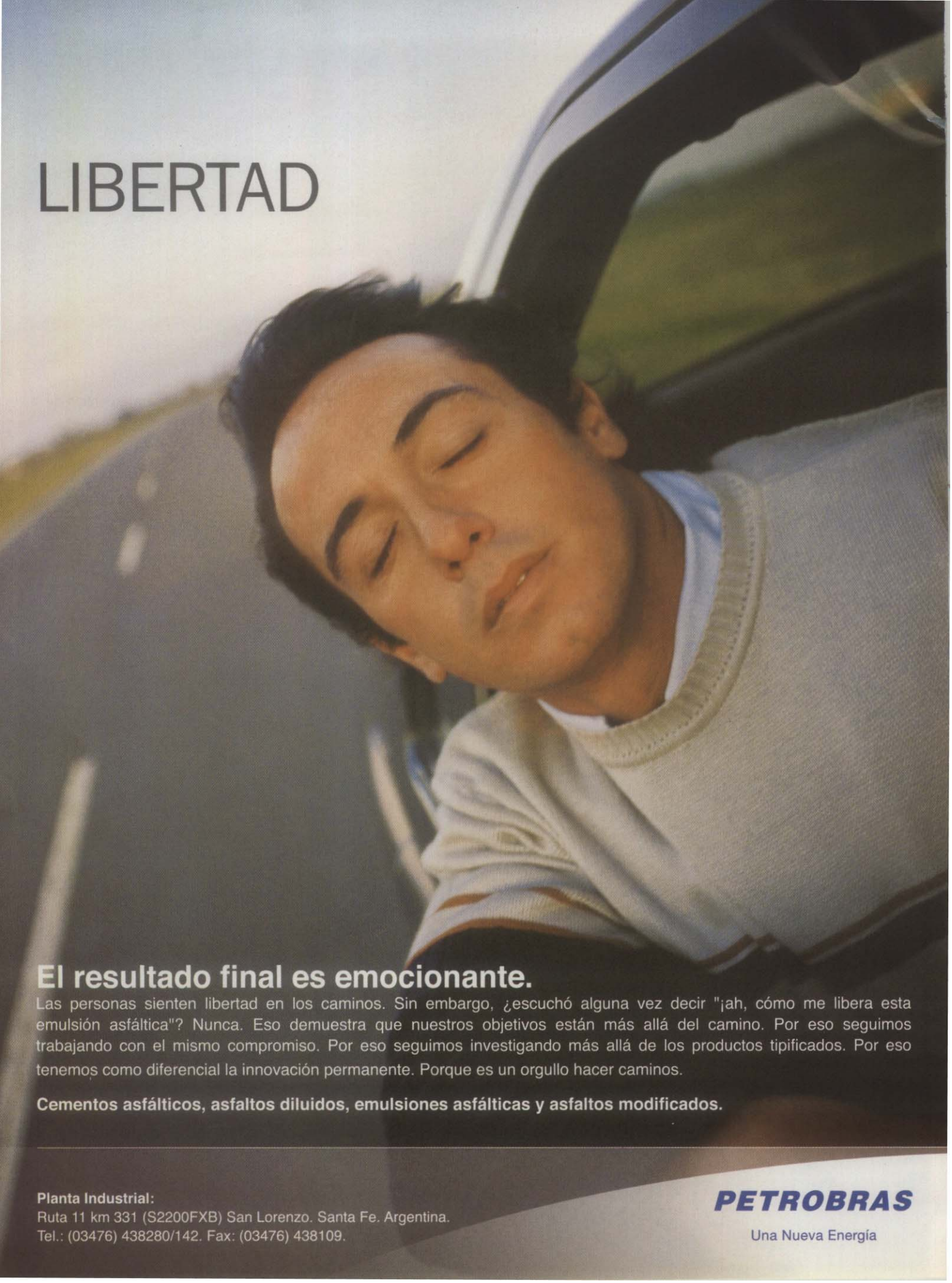
Láminas Reflectivas 3M

Desempeño superior en señales de tránsito, demarcación de vehículos y señalización de caminos

Muchas felicidades y los mejores deseos para el año que comienza

3M Argentina S.A.C.I.F.I.A.
División Sistemas de Seguridad para el Tránsito
Los Árboles 842 – Hurlingham (1686) Bs. As.
Tel:011- 4469-8267 / 8391 – Fax:011-4469-8261

3M *Innovación*



El resultado final es emocionante.

Las personas sienten libertad en los caminos. Sin embargo, ¿escuchó alguna vez decir "¡ah, cómo me libera esta emulsión asfáltica"? Nunca. Eso demuestra que nuestros objetivos están más allá del camino. Por eso seguimos trabajando con el mismo compromiso. Por eso seguimos investigando más allá de los productos tipificados. Por eso tenemos como diferencial la innovación permanente. Porque es un orgullo hacer caminos.

Cementos asfálticos, asfaltos diluidos, emulsiones asfálticas y asfaltos modificados.

Planta Industrial:
Ruta 11 km 331 (S2200FXB) San Lorenzo. Santa Fe. Argentina.
Tel.: (03476) 438280/142. Fax: (03476) 438109.

PETROBRAS
Una Nueva Energía

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

STAFF

JUNTA EJECUTIVA

Presidente:
Lic. Miguel A. Salvia
Vicepresidente 1°:
Ing. Jorge W. Ordóñez
Vicepresidente 2°:
Dr. Obdulio A. Barbeito
Secretario:
Ing. Nicolás M. Berretta
Prosecretario: Ing. Héctor Biglino
Tesorero: Sr. Hugo Badariotti
Protesorero: Sr. Néstor Fittipaldi
Director Ejecutivo: Ing. Juan Morrone

CARRETERAS
Año L-Número 175
Octubre 2004

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

Diseño Gráfico:
José Romera
Fotografía:
Fabián Córdoba
Fotocromía:
Duckfeet
Impresión:
Forma color

CARRETERAS, revista técnica impresa en la República Argentina, editada por la Asociación Argentina de Carreteras (sin valor comercial).
Realizada por B &R Producciones Tel.: 4642-0107
brproducciones@yahoo.com

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

Email:secretaria@aacarreteras.org.ar
www. aacarreteras.org.ar

Celebración del Día del Camino: Página 10

Entrevista con el Director General de la IRF: Página 18

Informaciones de Vialidad Nacional: Página 24

INDICE

Editorial	5
Celebración del Día del Camino	10
La Obra Vial del Año	14
Mención especial a una obra en Mendoza	16
Seminario Seguridad Vial IRF	17
Entrevista con el Director Gral. de la IRF	18
XIV Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito	21
Reunión del Asfalto	22
Informaciones de Vialidad Nacional	24
Congreso de las Ciencias del Tránsito	27
Entrevista con el Interventor de la Dirección Provincial de Vialidad de Corrientes	28
Entrevista con el Administrador de la Dirección Provincial de Vialidad de Neuquén	32
50 Años de Vialidad del Chaco	35
52° Convención de la CAC	36
Breves	39
Eventos	40
Sección Técnica	41

Foto de tapa: Corredor Vial del Paso de Jama; Arq. Julio De Vido; Entrega del premio a la "Obra Vial del Año".

Entrevista con el Interventor de Vialidad de Corrientes: Página 28

Entrevista con el Administrador de Vialidad de Neuquén: Página 32

52° Convención de la CAC: Página 36

5 DE OCTUBRE: DIA DEL CAMINO

El tradicional festejo organizado por la Asociación Argentina de Carreteras contó con la presencia del Ministro De Vido y de otras importantes autoridades del sector vial y la infraestructura

El martes 5 de octubre la Asociación Argentina de Carreteras celebró el Día del Camino con su tradicional cena de camaradería, en la que se dieron cita más de trescientos representantes de organismos viales nacionales e internacionales, instituciones, empresarios y profesionales vinculados a la actividad vial.

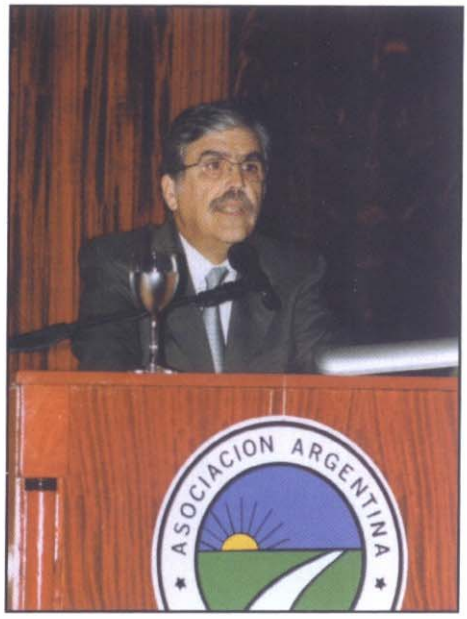
Entre las autoridades presentes se encontraban el Arq. Julio De Vido, Ministro de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios de la Nación; el Dr . Eduardo Fellner, Gobernador de la Provincia de Jujuy; el Diputado Nacional Esc. Hugo Toledo, Presidente de la Comisión de Obras Públicas de la Honorable Cámara de Diputados de la Nación; el Ing. José Francisco López, Secretario de Obras Públicas de la Nación; la Arq. Graciela Elena Oporto, Subsecretaria de Obras Públicas de la Nación; el Ing. Nelson Periotti, Administrador General de la Dirección Nacional de Vialidad; el Sr. José Estabillo, Presidente del Fondo Fiduciario Federal de Infraestructura Regional; el Ing. Arcángel Curto, Administrador de la Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires, el Sr. Juan Gaviria, del Banco Mundial; y la Junta Ejecutiva de la Asociación Argentina de Carreteras, presidida por el Lic. Miguel Ángel Salvia. Asimismo, se dieron cita representantes de la Cámara Argentina de la Construcción, de otras entidades del sector y delegados de la AAC en el interior del país.

El Secretario de la Asociación Argentina de Carreteras, Ing. Nicolás M. Berretta, dio la bienvenida a los numerosos e importantes asistentes. A continuación, el Lic. Miguel Angel Salvia, Presidente de la AAC, pronunció un discurso en el que hizo un agudo análisis de la realidad vial argentina. "Todo el sector vial y la sociedad en su conjunto comparte la necesidad de retomar y acrecentar el camino de la inversión, como una palanca efectiva del desarrollo y un eficaz instrumento en la lucha contra la pobreza -señaló-. Se ha percibido con absoluta claridad que la postergación de las inversiones necesarias produce el deterioro y la destrucción de los caminos, tal como la Asociación Argentina de Carreteras desde hace décadas viene advirtiendo".

El Presidente de la AAC realizó un profundo análisis de la realidad del sector vial argentino

Salvia afirmó que este año vial "ha sido fecundo, con una importante cantidad de obras en ejecución y un alto número de licitaciones que permitieron hacer efectivo el cambio de visión sobre la obra vial y pasar de la esperanza a las realizaciones concretas. El reinicio de un conjunto de obras demoradas por la crisis económica y la puesta en marcha de proyectos estratégicos, la relicitación de contratos C.Re.Ma., las obras en los corredores viales concesionados y las obras de seguridad vial son una realidad contundente".

Ingos. Aldo Roggio, José López, Carlos Wagner, Arq. Julio De Vido y Lic. Miguel Salvia



El Ministro de Planificación hizo un repaso de este primer año de gestión en el área de infraestructura

José Estabillo, Presidente del Fondo Fiduciario Federal de Infraestructura Regional; Arq. Graciela Oporto, Subsec. de Obras Públicas; Ing. Francisco Darío Morandini, Ministro de Ambiente y Obras Públicas de la Provincia de Mendoza; Dip. Nac. Esc. Hugo Toledo.

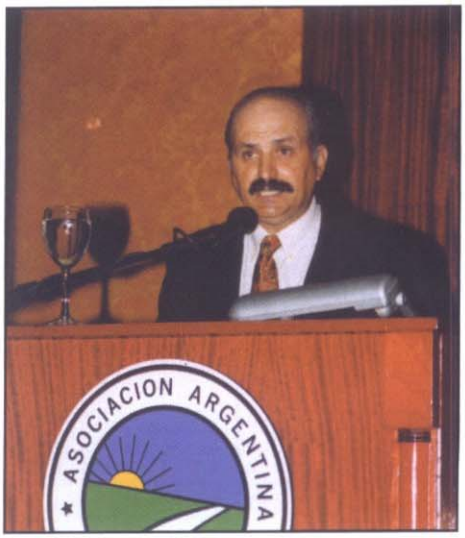
Al respecto, el presidente de la AAC recordó los problemas generados por un largo período sin ejecución de obras: ausencia de proyectos actualizados, dificultad empresaria para conseguir mano de obra calificada y problemas en la provisión de insumos básicos para la obra vial, entre otros. "Aspiramos a que el Presupuesto 2005 contenga las partidas necesarias para la ejecución de las obras en marcha y las licitadas este año, así como la continuidad de las nuevas licitaciones".

Salvia instó a desarrollar un nuevo sistema vial que redefina recursos y formas de gerenciamiento de las redes para adaptarlas al nuevo esquema regional que la integración física con los países socios requiere. "Si el sistema carretero es el núcleo del sistema de transporte, será necesario pensar en un sistema permanente, que se nutra de un esquema de financiamiento estable con un sistema ordenado y previsible de recursos".

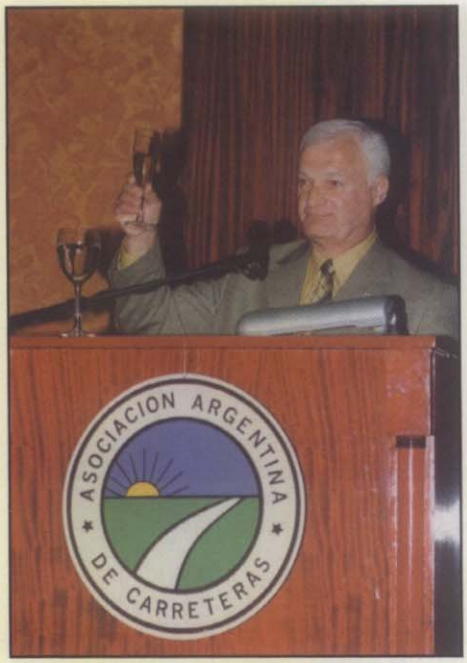
En cuanto al planeamiento, el titular de la AAC subrayó la necesidad de generar un esquema de mantenimiento en toda la red, que eleve los bajos niveles actuales de transitabilidad permanente. "El avance que ha significado destinar una parte importante de la tasa del gasoil hacia la inversión debería complementarse con la asignación de nuevos recursos con destinos específicos a la inversión vial. Es necesario encarar el nuevo sistema en forma integral, comenzando con la red Nacional, fijando un esquema de recursos para las redes provinciales y una política activa para el desarrollo del primer eslabón del sistema de transporte, los caminos rurales".

Salvia llamó a realizar un reconocimiento a la Dirección Nacional de Vialidad, entidad rectora de la Vialidad Argentina que, adaptándose a las nuevas condiciones, estará llamada a ser "la vanguardia del planeamiento y el desarrollo tecnológico vial". También expresó su agradecimiento a los organismos viales provinciales, "que en condiciones críticas y con una escasez aguda de recursos, son vitales para participar en esta necesaria reconstrucción de la red vial argentina".

Dr. Eduardo Fellner, Gobernador de la Pcia. de Jujuy, Ing. Jorge Ordóñez, Vicepdte. 1° AAC, Ing. Nelson Periotti, Administrador Gral. DNV, Dr. Obdulio Barbeito, Vicepdte. 2° AAC.



Ing. Nicolás Berretta, Secretario de la AAC



El Admnistrador General de la DNV hizo el brindis final de la noche

Un importante número de asistentes se dio cita en el Hotel Panamericano para celebrar el Día del Camino

Por último, el titular de la Asociación convocó a todos los presentes a participar del XIV Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito a realizarse en septiembre de 2005. "Debemos reafirmar este compromiso de transferencia tecnológica, de análisis de los requerimientos de una red física regional y de compromiso político de la sociedad en lograr un salto en la calidad del sistema de transporte carretero", concluyó.

NUMEROS QUE HABLAN

El Ministro de Planificación Federal Inversión Pública y Servicios, Arq. Julio De Vido, destacó en su discurso que la actividad vial ha avanzado 4 ó 5 puntos por arriba de lo esperado y proyectado a principios de 2004. Para graficar esta afirmación, el Ministro de Planificación Federal Inversión Pública y Servicios hizo un repaso numérico de lo realizado durante este año en la gestión de la Dirección Nacional de Vialidad y adelantó el Presupuesto 2005 para el sector.

La comparación entre mayo de 2003 y las cifras actuales arroja, según afirmó De Vido, las siguientes conclusiones:

- Las obras licitadas ascendían en esa fecha a 122, mientras que hoy son 215 (75 por ciento más);
- Las obras en ejecución eran 70 y actualmente son 121 (73 por ciento más);
- Las obras en condiciones de preadjudicación subieron de 8 a 55 (587 por ciento más);
- Las obras neutralizadas descendieron de 44 a 13 (70 por ciento menos).
- La longitud licitada a mayo de 2003 era de 14.278 km y actualmente es de 19.281 km (35 por ciento más).
- La inversión prevista para las obras licitadas, que en aquel momento era de 1.849 millones de pesos, en la actualidad alcanza los 4.511 millones de pesos.

"En estos indicadores es importante destacar la incidencia de las obras previstas en el decreto 508/04, con 1.629 millones de pesos, y de los contratos C.Re.Ma. contemplados hasta la fecha, con un 74% de financiación del Banco Mundial y un 26% del Estado Nacional"- precisó el Ministro-. En cuanto a los convenios de transferencia de funciones operativas con las provincias argentinas, en el 2003 se celebraron 9 con 5220 km y 16,6 millones de pesos, mientras que al día de hoy hemos celebrado 13 convenios con 7063km y 65,4 millones de pesos. Se incrementó la inversión 294 por ciento".

De Vido subrayó que se han realizado 113 aperturas de licitaciones públicas, equivalentes a un presupuesto de 2.153 millones de pesos, y que el presupuesto 2004, inicialmente fijado en 832 millones de pesos (un 20,5 % del presupuesto de obras del Estado Nacional) finalmente pasó a ser de 1.003 millones, de los cuales se ha ejecutado el 68%.

"Para el año 2005 ese presupuesto va a ser de 1.391 millones, lo que significa un 25,5% del presupuesto de obras –aseguró-

El Sr. Hugo Badariotti, Tesorero de la AAC, compartió la mesa con funcionarios del Banco Mundial y de otras instituciones del sector

. Esto marca que la actividad vial, además de haber crecido cuantitativamente, ha crecido cualitativamente y en ese sentido vamos a seguir trabajando y dando celeridad a todos los trámites del orden de la administración nacional".

El Ministro de Planificación convocó a todos los miembros de la administración pública, fundamentalmente a la DNV, a "trabajar denodadamente para ejecutar hasta el último peso del presupuesto del año 2004 y 2005". También hizo un llamado a las consultoras privadas que están llevando adelante proyectos de significativa importancia "que durante muchos años se han levantado como bandera de propaganda política pero que ni siquiera tienen listas las carpetas con los proyectos".

De Vido instó a sumarse a esta convocatoria al Estado Nacional, las provincias, las empresas adjudicatarias de proyectos, los contratistas y a todos los trabajadores viales del país. "El día 5 de octubre es el día del trabajador vial, porque no hay caminos sin trabajadores viales, sin empresas viales, sin consultoras, sin los institutos del Estado que deben recuperar su jerarquía. Por eso los convocamos desde el Gobierno Nacional a realizar un esfuerzo conjunto", concluyó.

ENTREGA DE PREMIOS

Como ya es tradicional en la celebración del Día del Camino, la Asociación Argentina de Carreteras distinguió a las obras viales inauguradas durante este "año vial" que, por su trascendencia y aplicación de tecnología de punta, representan un importante aporte al sistema caminero del país.

En esta oportunidad recibió el premio a la "Obra Vial del Año" la Ruta Nacional Nº 52 – Cuesta del Lipan, Tramo: Empalme Ruta Nacional N°9 – Empalme Ruta Nac. N°40 Norte, en la Provincia de Jujuy, ejecutada por convenio entre la Nación y la provincia a través de un contrato con Benito Roggio e Hijos S.A.

La mención especial fue entregada por el Lic. Miguel A. Salvia, el Ministro de Ambiente y Obras Públicas de la Provincia de Mendoza, Ing. Francisco Darío Morandini, y el Administrador General de la Dirección Provincial de Vialidad de esa provincia, Ing. Jorge Mastrascusa.
Recibió la distinción el Arq. Emilio Paredes, director de Vialmani S.A.

El Ing. Aldo Roggio recibe el premio a la "Obra Vial del Año" de manos del Gobernador de Jujuy, Dr. Eduardo Fellner; del Pdte. de la AAC, Lic. Miguel Salvia, y del Pdte. de la Dirección Provincial de Vialidad de Jujuy, Ing. Juan José Montaldi.

Asimismo, se entregó una mención especial a la obra Autopista Ruta Nacional Nº40 S, Tramo: Luján de Cuyo – Tunuyán Sección I: Km. 16 – Empalme Ruta Nacional N°7", en la Provincia de Mendoza, ejecutada por la provincia de Mendoza a través de la Dirección Provincial de Vialidad mediante un contrato con la empresa Vialmani S.A

Luego de presenciar un video ilustrativo de ambas obras premiadas, las autoridades de la AAC realizaron una nueva presentación formal del "XIV Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito" 2005. Al respecto, destacaron que el Congreso es ya el mayor evento de la transferencia tecnológica, la capacitación, el potencial técnico y profesional del país y la región, y mostraron avances de la organización del evento.

A todos los presentes se les hizo entrega de un ejemplar de la edición especial de la revista Carreteras por el Día del Camino y para finalizar la celebración el presidente de la Asociación invitó al Administrador General de la Dirección Nacional de Vialidad a realizar un brindis.

El Ing. Periotti expresó su reconocimiento a los "hombres viales" que desde todos los puntos del país le dan prestigio a nuestras instituciones. "Queremos que se afiance este presente en el tiempo a partir de una interpretación de la política vial como una verdadera política de Estado y de desarrollo territorial –señaló-. Brindemos en este Día del Camino con fe y con esperanza en los tiempos que vienen".

LA CONCRECION DE UN ANHELO

El corredor vial por el Paso de Jama ha sido un proyecto impulsado por la Dirección Nacional de Vialidad, que lo definió como el Corredor Norte de la integración bioceánica con Chile. En particular, la obra premiada por la Asociación Argentina de Carreteras corresponde a la Red Nacional de Caminos y por eso en las tramitaciones e inspecciones tuvo una activa participación la DNV, que realizó múltiples gestiones para la reanudación de la obra en el año 2002 y 2003, adaptando los contratos a la nueva situación económica. Este esfuerzo conjunto de las Vialidades Nacional y Provincial apoyándose mutuamente indica el camino del aprovechamiento conjunto de los recursos humanos y materiales.

La Asociación Argentina de Carreteras distinguió como la "Obra Vial del Año" a la "Ruta Nacional N° 52 – Cuesta del Lipan", Tramo Empalme Ruta Nacional N°9 – Empalme Ruta Nacional N°40 Norte, que forma parte del corredor Paso de Jama, un proyecto ejecutado por convenio entre la Nación y la provincia de Jujuy, mediante un contrato con la empresa Benito Roggio e Hijos S.A.

El corredor vial por el Paso de Jama es un anhelo de muchos años del pueblo jujeño que con su concreción logrará un vínculo ágil y seguro para todo el Noroeste argentino, desde y hacia Chile. A través de este paso se logra flanquear sin mayores inconvenienes la Cordillera de los Andes, lo que permite afianzar una carretera con un tránsito seguro, reduciendo los costos de transporte. Este proyecto es de un elevado interés para la región, ya que posibilitará y facilitará los medios para el intercambio comercial y la salida a los puertos del Océano Pacífico, completando de esta forma el Corredor Bioceánico que une los puertos del Océano Atlántico en San Pablo (Brasil) con los puertos del Océano Pacífico en Antofagasta y Mejillones (Chile) atravesando las tres repúblicas latinoamericanas de Brasil, Argentina y Chile con influencia sobre Paraguay y Bolivia.

El proyecto original incluyó la pavimentación total de la Ruta Nacional N° 52 y la ex Ruta Provincial N° 16, y la repavimentación y mejoramiento de la Ruta Nac. N° 9 (en el sector que une la ciudad de San Salvador de Jujuy con Purmamarca), y la Ruta Nac. N° 66 (en el sector situado entre la ciudad de San Salvador de Jujuy y el acceso a la localidad de Perico).

La longitud de la obra y la diversidad de entornos que atraviesa es una particularidad importante del proyecto ya que en sus 275 km de longitud, dentro de una extensión total de 360 km, se buscaron soluciones técnicas diversas de acuerdo al entorno.

El Proyecto se encuentra dividido en 11 tramos o secciones, organizadas de la siguiente manera:

- **Obras en Zonas Urbanas**: las Secciones I y II del proyecto contemplaron la concreción de una Autovía de 25 km que une la ciudad de San Salvador de Jujuy con la ciudad de Perico y el Aeropuerto Internacional de Jujuy.

- Obras en Zonas de Variantes: la Sección III nace en la localidad de Yala a 14 km de San Salvador y concluye en la localidad de Volcán. En esta sección se construyen las variantes de Barcena y Arroyo.

- Obras en Zonas de Alteos: la Sección IV del proyecto, que continúa desde Volcán hasta el empalme de la Ruta Nacional N° 9 con la Ruta Nacional N° 52, se caracteriza por los alteos de la rasante de la RN 9 actual y los mejoramientos geométricos de su trazado.

- Obras en Zonas de Cuestas: Este tramo se inicia con las Secciones V y VI de la obra que atraviesan la conocida Cuesta del Lipán después de pasar por la localidad de Purmamarca. Las obras realizadas en este tramo, premiadas por la Asociación Argentina de Carreteras, incluyeron la construcción de un camino de montaña en media ladera con "caracoles" por medio de los cuales se logra un ascenso de más de 1.000 mts (de 1.000 a 2.000 msnm) en una longitud de 18 Km, llegando en algún punto de la Sección VI a 4.200 msnm.

-Obras en Zonas de Puna: las Secciones VII a XI se hallan inmersas en el típico paisaje de la puna. Atraviesan los 137 km restantes hasta la frontera con Chile.

TRABAJOS EJECUTADOS EN LA CUESTA DEL LIPAN

La obra premiada por la Asociación Argentina se encuentra a unos 70 km al norte de San Salvador de Jujuy. Abandonando la RN 9 se empalma la Ruta Nacional N° 52, que hacia el Oeste conduce directamente hacia el límite con Chile.

La Cuesta del Lipán comprende la Sección V, Ruta Nacional N° 52 - Empalme Ruta Nacional N° 9, y parte de la Sección VI, Ruta Nacional N° 52 – Cuesta de Lipán.

Con una longitud de 37.412,50 metros, la obra fue realizada sobre el trazado existente en camino de montaña a media ladera. Se modificó el eje en algunos sectores y se ampliaron los radios de las curvas en la Cuesta del Lipán.

OBRAS DE ARTE MENORES

Se construyeron alcantarillas de caño de chapa galvanizada de diámetros varios con cabezales de hormigón simple, alcantarillas de caño de hormigón armado con cabezales de hormigón simple y alcantarillas de hormigón armado tipo 0-41211-I.

OBRAS COMPLEMENTARIAS

Se ejecutaron obras complementarias para la protección de taludes con gaviones, piedra suelta y mampostería de piedra con junta tomada con mortero de cemento, y calzadas de hormigón armado, entre otras. Se colocaron 13.000 metros de barandas metálicas para defensa galvanizadas tipo flex beam y 3225 pretiles de hormigón armado para delimitar la zona de seguridad de la traza.

CONDICIONES DE TRABAJO

Debido a que se trabajó sobre un camino con tránsito permanente,se construyeron todas las etapas en media calzada . El equipo sufrió las consecuencias de la altura.

MEMORIA DESCRIPTIVA

Para la ejecución de la obra se instaló un obrador de producción en la progresiva 20+000, desde donde se coordinaron las tareas de supervisión, control de calidad y las de mantenimiento de los equipos. En la localidad de Purmamarca se instaló la planta de asfalto donde se produjo todo el concreto asfáltico para la obra. Los áridos para el hormigón y la mezcla asfáltica se produjeron en la localidad de Tumbaya y se transportaron a la obra utilizando camiones para tal fin.

Estructura de la calzada

Sub base granular de e=0.15 m, ancho = 7.50 m
Base granular de e=0.15 m, Ancho = 7.10
Imprimación con EM1 en 7.10 m de ancho
Carpeta de concreto asfáltico de e=0.04 m x 6.70 m de ancho

Cantidades

Terraplén: 260.000 m3
Sub base y base granular: 62.100 m3
Carpeta asfáltica: 24.500 TN

UNA SALIDA AL MERCOSUR

La Asociación Argentina de Carreteras distinguió con una mención especial la obra "Autopista Ruta Nacional Nº40 S", Tramo Luján de Cuyo - Tunuyán Sección I: Km 16 - Empalme Ruta Nacional N°7, en la Provincia de Mendoza. En la concreción de esta obra tuvo una alta participación la Dirección Nacional de Vialidad, ya sea en la inspección como en la adaptación del proyecto a las necesidades planteadas, resolviendo todos los problemas que se presentaron frente a la crisis económica de fines de 2001.

Inaugurada en julio de este año, la obra premiada ha sido ejecutada por la provincia de Mendoza a través de la Dirección Provincial de Vialidad mediante un contrato con la empresa Vialmani S.A. de un monto actualizado de $ 24.265.542,46.

Con 7300 m de longitud total, la vía constituye un tramo del Corredor Bioceánico, donde se desarrolla un intenso tránsito comercial internacional entre los países del Mercosur. A su vez, permite una vinculación directa de las provincias del centro oeste (Mendoza, San Juan, La Rioja) por la Ruta 40 Sur o por la Ruta Nacional N° 143 con las provincias de Neuquén, La Pampa y Río Negro, entre otras.

Las calzadas principales fueron realizadas con un pavimento tipo asfáltico y un ancho de 7.30 metros, con una separación de 11.50 m. Cada una de ellas lleva dos banquinas con tratamiento bituminoso tipo doble, una interior de 1.50 m y otra exterior de 3 m de ancho.

Como solución al estrangulamiento provocado por los importantes volúmenes de tránsito, el proyecto introdujo la construcción de un sifón de cruce del Canal Matriz San Martín por debajo de la doble vía. Esta obra debió ser ejecutada durante la cota anual de riego del año 2002 en un plazo de 60 días, íntegramente en hormigón armado, con una sección de 6 metros de ancho por 2.65 de alto, dos cámaras de carga y descarga y un descargador de fondo para la limpieza del sifón.

El cruce ferroviario se resolvió con un puente en distinto nivel sobre la doble vía que se ejecutó con un sistema de pilas y estribos de hormigón armado y tablero principal de hormigón pretensado en dos vanos de 16.60 m cada uno. En primer lugar, se efectuaron puentes de servicio provisorios con durmientes de madera y rieles de acero que pudieran mantener la circulación del tren mientras se ejecutasen las pilas y cabezales de estribos. Posteriormente, se ejecutaron los tableros pretensados en una posición paralela y al mismo nivel que los cabezales para ser trasladados hasta su posición final mediante gatos hidráulicos.

Para el cruce sobre el Río Mendoza se aprovechó el puente existente para el paso de la calzada al Oeste, al que se le realizaron algunas reparaciones y modificaciones, y se construyó un puente nuevo para la calzada Este con un tablero, vigas de arriostramiento, estribos y pilas de HºAº, y vigas longitudinales de hormigón pretensado con vanos de 25 m y una longitud total de 325 m. Este nuevo puente está provisto de defensas tipo new jersey, baranda metálica peatonal, caños de desagües y obras de protección con colchonetas.

En las intersecciones con las calles perpendiculares ubicadas al sur del río Mendoza, Quintana y Olavarría, se construyeron cruces a distinto nivel, con la realización de dos puentes en la traza de la doble vía sobre la calle Olavarría y de un puente en calle Quintana sobre la doble vía con losas alivianadas de HºAº apoyadas sobre vigas cargadero. Estas vigas se ejecutaron apoyadas sobre los macizos de tierra armada contenidos por los paramentos de tierra armada en los terraplenes de las intersecciones. Es la primera vez que se utiliza en Mendoza este sistema, que consiste en el montaje de placas de hormigón prefabricadas en forma vertical con anclajes que se van colocando en el terraplén a medida que se efectúa la compactación.

Para el enlace de las calzadas principales con las calles transversales anteriores se adoptó una disposición tradicional tipo diamante con ramas de salida y acceso con pavimento de hormigón. Asimismo, se incluyó en el proyecto la ejecución de las calles laterales, lo que permitirá el ordenamiento del tránsito local entre el Río Mendoza y la Ruta Nacional N° 7.

LA IMPORTANCIA DE LA SEGURIDAD VIAL

Exitoso seminario de IRFy ARTBA en nuestro país

Entre el 2 y el 6 de diciembre se llevó a cabo en Buenos Aires el Seminario Ejecutivo sobre Seguridad Vial, organizado por la International Road Federation y el American Road & Transportation Builders Association– Transportation Development Foundation y patrocinado en esta oportunidad por la Asociación Argentina de Carreteras y el Institute of Transportation Engineers, con el apoyo del Banco Mundial.

Participaron del evento las máximas autoridades de las entidades organizadoras, entre las que se encontraban Patrick Sankey, Director General de la IRF, Bradley Sant, Director de ARTBA-TD, Miguel Salvia, Presidente de la AAC, y funcionarios del área en nuestro país, tales como el Subsecretario de Transporte Terrestre, Jorge González, y el Subsecretario de Tránsito y Transporte del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, Andrés Borthagaray.

El espíritu del seminario fue crear un foro para la educación, compartir ideas y soluciones en un esfuerzo para reducir los accidentes fatales en los caminos del mundo.

Durante los cinco días se trataron todos los aspectos de la seguridad en el camino, focalizando en especial aquellos relacionados con la Seguridad de la Infraestructura. El objetivo del programa fue sensibilizar a los representantes del transporte sobre el dilema de la seguridad vial y compartir las mejores prácticas que se utilizan en el mundo, sobre todo en aquellos países que han sido exitosos en reducir los lesionados y muertos en accidentes de tránsito.

Los asistentes al seminario fueron especialistas y profesionales relacionados con la construcción de carreteras, la administración, la operación y programas de seguridad vial de países como Bolivia,Curacao, Kuwait, Estados Unidos, Perú, Malawi, Sudáfrica, Portugal, Suecia, entre otros. Los participantes argentinos fueron representantes de la Dirección Nacional de Vialidad, de la Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires, de la Dirección Provincial de Vialidad de Neuquén y de la empresa AUSA.

Las actividades incluyeron sesiones sobre diseño, construcción, mantenimiento y aspectos operacionales de la seguridad vial. Los expositores de organizaciones líderes en ese campo discutieron ideas, programas y productos que han sido probados eficazmente en la reducción de los accidentes de tránsito con su secuela de heridos y muertos.

El Seminario tuvo un día de campo donde los participantes realizaron una auditoría de seguridad vial en un camino, tanto en los aspectos de diseño, como en el estado de la zona, el señalamiento y la ubicación de la cartelería.

Funcionarios del Transporte, profesionales dedicados al diseño vial, ingenieros y contratistas de la construcción vial se dieron cita en el Hotel Panamericano para participar de un debate fundamental y adquirir nuevos conocimientos sobre un tema siempre vigente.

(Dado que el Seminario se realizó al cierre de esta edición, publicaremos las conclusiones en el próximo número de Carreteras.)

Andrés Borthagaray, Jorge González, Miguel Salvia y Patrick Sankey

Los asistentes en una de las intensivas jornadas

"EN AMERICA DEL SUR SE NECESITAN BUENOS PROYECTOS"

El director de la International Road Federation con sede en Bruselas, Ing. Antony Pearce, estuvo de visita en la Argentina para coordinar la apertura de una oficina de la IRF en nuestro país y reunirse con el Ministro De Vido y otras autoridades del sector. En entrevista con Carreteras, analizó el panorama vial mundial y los proyectos para el continente.

"Estoy muy contento de estar acá y de apoyar las iniciativas de la Asociación Argentina de Carreteras, que es miembro de la IRF desde hace más de 40 años". Así comenzó su presentación el Director de la Federación Internacional de Carreteras, una institución de 66 años presente en más de 70 países. Recién llegado de Chile, donde la IRF negoció un acuerdo con la CEPAL, el Ing. Pearce señaló que la entidad que dirige está interesada en desarrollar un programa vial en América del Sur y para eso tiene pensado llevar a cabo una conferencia internacional en el marco del XIV Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito 2005.

El director de la IRF mantuvo una enstrevista con el Ministro de Planificación e Infraestructura, Arq. Julio De Vido, y con otros miembros del Gobierno en material vial y de obras públicas. "Esta es mi primera visita a Argentina y estoy encantado con la recepción de nuestros amigos y sorprendido por cómo en América del Sur están a la vanguardia en la industria vial –afirmó-. Por eso queremos llamar la atención de la comunidad internacional sobre lo que están haciendo acá".

-¿Cuáles son los temas que va a focalizar la IRF en América del Sur y específicamente en Argentina?

Además de transporte multimodal nos interesa la seguridad vial y el mantenimiento. En cuanto a seguridad vial, la IRF trabaja el tema en todos sus programas. En Europa somos signatarios de la Carta Europea en Seguridad Vial, que pretender reducir en 10 años la cantidad de muertes en rutas a la mitad, de 40 mil a 20 mil. Este es un tema económico muy importante porque en Europa cada muerte en ruta está valuada en un millón de euros, dado que en su mayoría las víctimas son jóvenes.

Si se multiplica eso por la cantidad de muertes nos damos cuenta de la dimensión del problema, que es mucho peor que las grandes enfermedades. Para 2020 el Banco Mundial estima que la tercera causa de muerte va a ser los accidentes.

El tema de mantenimiento es también muy importante. Hemos viajado por rutas argentinas, incluso por la ruta a Rosario, que es una de las mejores, pero que también tiene problemas de mantenimiento. Este es un problema de organización, de capacidad técnica y de dinero. Hay varias buenas rutas que si no se mantienen pueden convertirse en un problema mayor.

Con las demás agencias regionales de las Naciones Unidas hemos hecho una lista de temas a ser abordados y focalizamos en seguridad vial y multimodalidad. En Europa, el 95% de la tonelada/valor del transporte de carga se realiza por ruta, es decir que en el mundo real la carga empieza y termina en la ruta. La multimodalidad es importante porque refuerza el rol del camino.

-¿Qué opina respecto de la posibilidad de extender las vías ferroviarias en nuestro país?

Sus rutas están muy congestionadas, manejar en Buenos Aires o en los accesos es una pesadilla, por eso creo que es un beneficio mover el transporte de cargas a las vías ferroviarias. En Londres, por ejemplo, la gente tiene que pagar 5 libras para entrar a la ciudad por día y de ese modo se ha logrado bajar en un 16 % la cantidad de autos. Esto descomprime la parte más seria y hace que las rutas provean un mejor servicio a quienes lo pagan. El dinero recaudado con ese sistema debe ser destinado al transporte público y así se compran 200 nuevos micros por año.

-¿Se ha firmado algún convenio con las autoridades de Obras Públicas argentinas?

En la mayoría de los países donde la IRF tiene miembros el Gobierno es uno de ellos, así como también los son el sector

privado, las asociaciones nacionales viales y las universidades o institutos de investigación. El Ministro de Vido dejó establecida la intención de que el Gobierno se una a la Federación y después discutimos acerca de cómo la IRF puede cooperar para que el Gobierno alcance sus objetivos en el país y en relación con otros países. Esta fue la primera reunión pero estoy seguro de que no va a ser la última. Espero que la próxima vez firmemos un acuerdo de colaboración.

El Ing. Pearce en entrevista con Carreteras

-¿En qué aspectos manifestó interés el Ministro para que la IRF colabore?

Está interesado en multimodalidad, seguridad vial y mantenimiento, los mismos temas que nosotros consideramos. También en los tramos faltantes de determinadas redes, sobre todo en aquellos internacionales, que es donde nosotros podemos ayudar reuniendo al sector público y al privado de distintos países. Esto puede ser en una primera instancia a los 14 países de Sudamérica o a los cuatro del Mercosur o a los siete del Mercosur ampliado, pero la intención es que discutan las interconexiones. El Mercosur está centrando su atención en el corredor central que pasa por San Pablo, Uruguay, Argentina y desemboca en Valparaíso y ése es uno de los proyectos centrales de la IRSA (Iniciativa para la Infraestructura Regional Sudamericana), financiado por el BID.

Hemos venido por pocos días a la Argentina pero la Asociación Argentina de Carreteras va ser nuestra vía de comunicación para seguir en contacto con el gobierno.

- ¿Considera que los gobiernos de Argentina y Chile son conscientes de la necesidad de invertir en infraestructura para el desarrollo económico?

El Ministro De Vido subrayó que el Gobierno ha destinado un presupuesto importante a las obras de infraestructura y que pretenden que sea invertido de manera sabia. Nuestro rol es acercar los sectores público y privado para discutir cuáles son los mejores proyectos a ser financiados. La situación en Chile es diferente, porque en los últimos 9 años ha habido un plan de inversión privada en rutas. Sin embargo, ambos países comparten la necesidad de conectar a comunidades viales y desarrollar mejores caminos rurales. Los estudios del Banco Mundial señalan la importancia de comunicar aquellas comunidades que están aisladas y ésa es una necesidad que nos transmitieron ambos ministerios. Estas rutas no tienen que ser costosas. Por ejemplo, en Chile han estado experimentando con rutas de sal y en Libia contribuimos al debate sobre la estabilización de las rutas del desierto. El tema es cómo se invierte el dinero para obtener el mayor beneficio para más cantidad de gente. En cada caso hay que encontrar cuál es la situación más eficiente para cada una de las comunidades.

-¿Cómo es el modo de intervención de la IRF en estos casos?

Lo hacemos de diferentes maneras. Hace poco estuvimos en China para una conferencia sobre la reconstrucción de la Ruta de la Seda y vimos que juntando a los sectores público y privado, a los contratistas y a los inversores podemos concretar los proyectos. La Autopista Panamericana es otro buen ejemplo de que este tipo de encuentros ayuda para la realización de los proyectos.

Una de las razones por las que quisimos venir aquí es que mantenemos contacto con el Banco Europeo de Inversiones, que manifestó su interés en financiar proyectos en Sudamérica, tales como tramos faltantes o intercambiadores multimodales. Mi impresión es que en Sudamérica el problema no es la falta de dinero sino la falta de buenos proyectos.

-¿Cómo explicaría eso?

El Gobierno Argentino nos ha informado que tienen dinero en su presupuesto para este año y el próximo y nos pidió consejo respecto de los proyectos a encarar. Eso no es algo que nosotros como federación internacional debamos hacer. Lo que nosotros podemos ofrecer es el conocimiento acerca de qué es lo que funciona internacionalmente y cuáles son los temas a desarrollar en el futuro. Creo que el diálogo con el Gobierno Argentino va seguir siendo fructífero.

-¿Por qué se decidió la apertura de una oficina de la IRF en la Argentina?

La IRF está comprometida a ser local en todos lados y por eso anunciamos la apertura de una nueva oficina en El Cairo y estamos esperando abrir nuevas representaciones. Vamos a abrir una en Buenos Aires en colaboración con la Asociación Argentina de Carreteras y nuestros socios locales para que atienda los asuntos regionales. Esta oficina trabajará con nuestros miembros locales para dar la mejor capacitación, compenetrados con las necesidades locales en materia financiera y para aportar soluciones directamente a los problemas de esta región.

-¿Cuándo van a abrir la oficina en Argentina?

Creemos que en tres meses.

-¿Considera que el desarrollo de la red de caminos debe ser estatal o privada?

Si miramos lo que está sucediendo globalmente, el mundo se está moviendo hacia un esquema en el que la gente paga de acuerdo al uso que hace de la ruta. En Europa, por ejemplo, la Comisión Europea está poniendo en funcionamiento una red

de satélites llamado Galileo que va a estar en funcionamiento en 2008. Utilizando una tecnología de tarjetas inteligentes el usuario pagará de acuerdo a la cantidad de metros usada. Todos los gobiernos europeos mostraron su intención de adherir a este sistema. El Gobierno Británico ha dicho que va a aprovechar para empezar a solucionar el problema de la congestión. Entonces se van a eliminar las patentes y las tasas al combustible. Imagino que en 50 años los gobiernos del mundo van a tender a este sistema de pago por uso. En cuanto al financiamiento de la construcción de rutas y el mantenimiento, depende de si el gobierno quiere utilizar ese dinero recaudado en la construcción y el mantenimiento de la infraestructura vial o si decide enviarlo al presupuesto general para otros gastos públicos.

-¿Cuál será el aporte de la IRF para el Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito 2005?

Proponemos llevar a cabo una reunión internacional para lanzar el programa para América del Sur en el marco del Congreso. Esta reunión convocará mucha gente de negocios internacional al congreso. Los temas más importantes a tratar serán mantenimiento, seguridad y tramos faltantes, entre otros.

-¿Cuál es su opininón respecto de los recursos humanos de la industria vial en Argentina?

Estoy impresionado, hay muy buenos ingenieros civiles y he trabajado en el pasado con ellos. Además, tienen muy buenos institutos de investigación universitarios que están haciendo un muy buen trabajo. Hace poco se ha creado un grupo en la IRF que reúne 250 académicos de todo el mundo para colaborar en proyectos y trabajar juntos.

-¿La IRF seguirá otorgando becas de estudio de posgrado?

El programa de becas se ha venido desarrollando por muchos años. Hemos tenido 1040 becarios que ahora ocupan posiciones relevantes en gobiernos y en la industria. Este programa no sólo es importante por la capacitación, sino también para mantener este contacto entre los becarios que han pasado por el programa. Creo que este programa es uno de los hitos más exitosos de la IRF.

NUEVA FECHA PARA EL XIV CONGRESO ARGENTINO DE VIALIDAD Y TRANSITO

Teniendo en cuenta que ha sido fijado el domingo 23 de octubre como fecha para la elección de legisladores en la mayoría de las provincias argentinas, y a fin de facilitar la asistencia de participantes de todo el país al Congreso, el Comité de Organización decidió adelantar su realización para el 26 al 30 de septiembre.

Mediante una exitosa gestión ante las autoridades del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, se obtuvo esta modificación de fecha que posibilitará la participación activa de profesionales de todo el país y de las autoridades gubernamentales.

NUEVA FECHA

XIV CONGRESO ARGENTINO DE VIALIDAD Y TRÁNSITO

Centro de Exposiciones
de la Ciudad de Buenos Aires

Av. Pte. Figueroa Alcorta y Av. Pueyrredón

Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito

2005
EXPOVIAL
ARGENTINA

Buenos Aires
REPÚBLICA ARGENTINA

26 al 30 de septiembre de 2005

"Más y mejores caminos, para el desarrollo y la seguridad vial"

LLAMADO A PRESENTACIÓN DE TRABAJOS

El presente llamado constituye una convocatoria para todos aquellos que tienen vocación por dar a conocer sus estudios y propuestas y así contribuir al éxito del Congreso.

TEMARIO DEL CONGRESO

- Gerenciamiento de redes viales
- Transporte carretero
- Seguridad vial
- Proyecto de carreteras
- Pavimentos
- Puentes y obras de arte
- Gestión ambiental
- Caminos rurales
- Vialidad urbana
- Desarrollo tecnológico
- Transporte inteligente

RECEPCIÓN DE TRABAJOS

- Los Resúmenes de los Trabajos podrán ser presentados hasta el **14 de marzo de 2005**.
- Los Trabajos podrán presentarse hasta del **30 de junio de 2005**

Ambos en la sede de la Secretaría del Congreso.

Condiciones: Las condiciones de presentación podrán ser consultadas en la pagina web: www.aacarreteras.org.ar o en la Primera Comunicación del Congreso.

PREMIOS A OTORGAR

Se otorgarán 4 Premios, uno **(1)** de **$ 10.000** y tres **(3)** de **$ 5.000** a los mejores trabajos presentados

Organizan:

Asociación Argentina de Carreteras

Consejo Vial Federal

Dirección Nacional de Vialidad

Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires

Secretaría del Congreso: Av. Paseo Colón Nº 823 - 7º Piso (C1063ACI) C. A. de Buenos Aires, Argentina
Tel.: (+54-11) 4362-1957 Tel./Fax: (+54-11) 4362-0898
E-mail: congreso@aacarreteras.org.ar - http://www.aacarreteras.org.ar

XXXIII REUNION DEL ASFALTO

En la ciudad de Mendoza se llevó a cabo una nueva edición de la Reunión organizada por la Comisión Permanente del Asfalto, que fue un éxito de convocatoria.

Entre los días 22 y 26 de noviembre de 2004 se llevó a cabo en la sede del Centro de Congresos y Exposiciones "Gobernador Emilio Civit" de la ciudad de Mendoza la XXXIII Reunión del Asfalto organizada por la Comisión Permanente del Asfalto.

La capital mendocina fue nuevamente sede de este importante evento tecnológico, luego de la XVII Reunión Anual de 1971 celebrada en la Unión Comercial e Industrial de aquella ciudad.

Esta nueva edición contó con una asistencia que superó los 170 inscriptos de la actividad pública y privada, con una importante presencia de extranjeros.

Estuvieron representadas, además de la Dirección Nacional de Vialidad, las Vialidades Provinciales de Buenos Aires, Neuquén, La Pampa, Mendoza, Santa Fe, Córdoba, Río Negro, Santa Cruz, Salta, Misiones y Tucumán. Entre las Universidades presentes en el evento se encontraban la Universidad Nacional de Buenos Aires, Universidad Nacional de La Plata, Universidad Nacional del Nordeste, Universidad de la Patagonia San Juan Bosco, Universidad Nacional de San Juan y las Regionales La Plata y Mendoza de la Universidad Tecnológica Nacional. También participaron de la Reunión representantes de los Gobiernos de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y de la Municipalidad de Godoy Cruz (Mendoza) y de los Institutos de investigación CIC - LEMIT (La Plata), IMAE (Rosario) y LEMAC (La Plata).

La delegación extranjera estuvo compuesta por representantes de la Asociación Española de la Carretera, Asociación Uruguaya de Caminos, Universidad Politécnica de Cataluña (Barcelona –España), Universidad Juan Misael Saracho (Bolivia), Universidad Nacional de Itapuá (Paraguay), Universidad Técnica Federico Santa María (Chile), Instituto de Materiales de la Paz (Bolivia), de la firmas Shell de la República de Chile, de Dupont de México, Repsol-YPF de España, de Shell Global Solution de Francia y de Petrobras de Brasil.

En el acto inaugural estuvieron presentes el Ministro de Obras Públicas de la Provincia de Mendoza, Ing. Francisco Morandini, el Administrador de la Dirección Provincial de Vialidad de Mendoza, Ing. Jorge R. Mastrascusa, el Presidente de la Asociación Argentina de Carreteras, Lic. Miguel A. Salvia, el Decano de la Facultad Regional Mendoza de la Universidad Tecnológica Nacional, Ing. Eduardo Balash, y el Tesorero y Consejero de la Asociación Española de la Carretera, Dr. Gregorio Casas Carrillo.

Para dar por inauguradas las sesiones hizo uso de la palabra el Presidente de la Comisión Permanente del Asfalto, Dr. Jorge O. Agnusdei, quien destacó el liderazgo que mantiene el asfalto en sus diferentes usos y formas de aplicación como alternativa válida en todos los

Las autoridades en la apertura de la Reunión

campos de su aplicación, y resaltó la importancia de la Reunión para el intercambio de experiencias y el conocimiento de nuevas formas de utilización de los materiales bituminosos.

Por otra parte, subrayó los grandes desarrollos obtenidos como resultado de las innovaciones de los productores para adecuar los materiales a los actuales requerimientos. Del mismo modo, puso de manifiesto el constante aumento de la utilización de nuevas y novedosas mezclas asfálticas que permiten alcanzar mayor capacidad estructural y proveer mejores carpetas de rodamiento con el objetivo de aumentar los niveles de seguridad y el confort de los conductores. Respecto de la evolución del mercado asfáltico, señaló la importancia del aumento del 33% de la producción de este año frente a igual período del año pasado que, si bien aún se halla muy lejos de alcanzar los máximos históricos, es un fuerte signo de reactivación.

Luego de efectuar un resumen de las actividades llevada a cabo por la Comisión Permanente del Asfalto, el Dr. Agnusdei finalizó agradeciendo a todos los que de una u otra manera hacen posible la continuidad de la realización de estas Reuniones.

También hicieron uso de la palabra en el acto inaugural el Ing. Francisco Morandini, el Ing. Jorge Mastrascusa y el Lic. Miguel A. Salvia.

El homenaje al Ing. Juan Antonio Fernández del Campo, bajo cuyo nombre se realizo la Reunión, estuvo a cargo del Ing. Félix Lilli, Vicepresidente de la Comisión Permanente del Asfalto, quien destacó la personalidad y trayectoria del profesional español fallecido a mediados del corriente año.

A continuación, el Dr. Gregorio Casas Carrillo, en representación de la Asociación Española de la Carretera, de la cual fuera presidente el Ing. Fernández del Campo, agradeció a la Comisión Permanente del Asfalto el homenaje ofrecido y resaltó también las actividades del profesional que ha dejado un imborrable recuerdo tanto en su país como en el extranjero.

Para la Reunión se recibieron 51 trabajos técnicos, de los cuales fueron expuestos y debatidos 46 de autores de nuestro país y el extranjero. Los trabajos expuestos abarcaron casi todos los aspectos que hacen al uso y estudio de los materiales bituminosos, no sólo en el campo de la gestión de rutas rurales, sino también en calles urbanas y en aeropuertos. También hicieron su aporte los trabajos presentados que versan sobre la problemática de los pavimentos urbanos y sus particulares características debido a las necesidades de las grandes ciudades.

Dr. Casas Carillo, Dr. Agnusdei y Lic. Salvia

Dentro de las conferencias de destacados profesionales extranjeros, el Ing. Rodrigo Miró Recasens, de la Universidad Politécnica de Cataluña (España), disertó sobre el "Diseño y caracterización de mezclas recicladas en caliente con elevado porcentaje de mezcla recuperada". A su turno, el Ing. Laurent Porot, de Shell Global Solutions de Francia, expuso sobre el "Valor ingenieril aplicado a la optimización de diseños de pavimentos utilizando asfaltos alternativos". Por su parte, el Ing. Antonio Páez Dueñas de España habló sobre los "Ligantes bituminosos para aplicación en caliente y frío" y la Ingª Leni Leite de Brasil abordó el tema de los "Ligantes para mezclas a bajas temperaturas".

En el acto de clausura de la XXXIII Reunión del Asfalto,el Ing. Félix Lilli efectuó un resumen de los temas tratados durante el desarrollo de las sesiones y dio una visión de los aportes logrados en el campo de aplicación de los materiales bituminosos. A continuación, el presidente de la Comisión Permanente del Asfalto agradeció a quienes colaboraron con el éxito del evento y muy especialmente a las autoridades de la Dirección Provincial de Vialidad de Mendoza por el apoyo a la organización.

El Subadministrador de la Dirección Nacional de Vialidad, Ing. Julio Ortiz Andino, agradeció en representación del señor Administrador General la invitación para participar de la Reunión y convocó a seguir en el futuro con los esfuerzos que permiten darle continuidad a esas reuniones.

Para completar el programa previsto, la Dirección Provincial de Vialidad de Mendoza organizó un tour técnico que visitó la Doble Vía Ruta Nacional Nº 40 Sur en el tramo Luján de Cuyo – Tunuyán, inaugurada recientemente, que da solución a la congestión vehicular de la mencionada vía y permite no sólo la integración con las provincias del Centro Oeste sino que comunica con las provincias del sur y la República de Chile.

También en el recorrido se incorporó la visita a la Ruta Provincial Nº 89, que tiene en ejecución terraplenes con compactación especial, preparación de la subrasante de la obra básica existente, construcción de base y de obras de arte menores. La proximidad con el Dique Potrerillos dio la oportunidad de que los participantes hicieran un alto para visitar el coronamiento de esta importante obra de infraestructura.

Una etapa cumplida y una nueva convocatoria para el año 2006, cuando se celebre la XXXIV Reunión del Asfalto.

Informaciones de la Dirección Nacional de Vialidad

Carreteras presenta en esta sección la información suministrada por la DNV respecto del estado de situación del Plan de Licitaciones de Obras y acciones para el período 2003-2004

La Dirección Nacional de Vialidad ha elaborado un Plan de Obras que contempla las necesidades más urgentes de los distintos tramos de la Red Vial, luego de un largo período con escasa o nula inversión.

A la vez de cubrir las necesidades reales en materia de mejoramiento de las rutas, la obra pública es una herramienta fundamental para la reactivación económica en que está empeñado el actual Gobierno de la Nación.

Entre los diversos Sistemas de Gestión para atender la Red Vial, se destacan los Contratos C.Re.Ma.(Contratos de Rehabilitación y Mantenimiento) que se aplican sobre rutas pavimentadas desde el año 1997. En la actualidad se han licitado en una primera etapa 6.154,67 km de la Red Troncal Nacional, estableciéndose algunos cambios con relación a las primeras experiencias con este tipo de contratos.

En la primera serie de Contratos C.Re.Ma. el período de recuperación era de un año, mientras que actualmente es de dieciocho meses y de veinticuatro meses en las zonas con período de veda; las mallas abarcan menor cantidad de longitud de red que las anteriores, debido a que las intervenciones son, en general, de mayor envergadura.

Además, se han comenzado a incluir aspectos de seguridad vial en los Pliegos Técnicos Particulares (PTP), poniendo énfasis en la protección de obstáculos, tratamiento de intersecciones en cuanto a su ordenamiento, conspicuidad y regulación, y en las travesías urbanas.

En cuanto al sistema de peaje, a la fecha se han licitado obras en los seis corredores viales concesionados por un monto de $ 290.046.519.

Asimismo, se han licitado obras importantes que tienden a completar corredores, tales como la RN3 en Tierra del Fuego, la RN 38 Río Marapa-Principio de Autopista, Sección IV en Tucumán, la continuación de la RN234 en Neuquén, entre otras.

También se han discriminado las Licitaciones por fuente de financiamiento, es decir Programa de Corredores de Integración (Fase I) Préstamo Corporación Andina de Fomento, Corredor Eje Capricornio y Corredor Eje Mercosur-Chile Fuente del Tesoro Nacional (FTN), Programa de Rehabilitación y Mantenimiento de Rutas Nacionales Préstamo BIRF. Se está avanzando, además, con la gestión del Préstamo BID 1294/OC-AR Programa de Pasos Fronterizos.

OBRAS DE SEGURIDAD VIAL

Se han habilitado obras de seguridad vial en las travesías urbanas de Embarcación (Salta), Fraile Pintado (Jujuy), Cutral Co (Neuquen), San Vicente (Misiones), Gancedo (Chaco), General Acha (La Pampa). La División Seguridad Vial ha diseñado un programa de censos "antes y después" para evaluar la efectividad de la medida, que han resultando más que satisfactorios para dos casos analizados, con una reducción de velocidad del orden de 15 km/h en términos de su percentil 85. En el resto de las travesías se están por realizar los respectivos censos de velocidad a fin de avanzar con su evaluación.

AVANCE PLAN DE OBRAS 2003-2004

	Cantidad	Kms.	Monto Miles $
Licitaciones 2003	20	586	326,971
- En ejecución	13	316	224,892
- Contratada	3	110	43,114
- En proceso	4	160	58,965
Licitaciones 2004	35	834	855,753
- En ejecucion	7	209	227,427
- Contratada	1	8	10,987
- En proceso	8	136	51,353
- A Licitar	19	481	565,986
Total	55	1420	1,182,724

En el caso de los sistemas de Mantenimiento Exclusivo, se continúa con la aplicación del Sistema de Transferencia de Funciones Operativas (TFO). Se trata de tareas de Mantenimiento de Rutina, que se ejecutan a través de convenios con las Direcciones Provinciales de Vialidad. También se emplea con el mismo fin el método de contratación de Obras por Sistema Modular.

En lo que respecta a Estudios y Proyectos de Obra, se están elaborando por consultoría privada el de la pavimentacion de la RN40S en la Provincia de Santa Cruz, Tramo Límite con Chubut- Perito Moreno y Bajo Caracoles-Tres Lagos, y la duplicación de calzada en la RN14 (Pcias de Entre Ríos y Corrientes), Tramo RP20-Acceso a Aeropuerto (RN117).

OBRAS EN CORREDORES VIALES CONCESIONADOS

	Cantidad	Kms.	Monto Miles $
En ejecucuión	8	352	69,146
Contratada	10	540	150,774
En trámite	5	221	70,121
A Licitar	14	659	123,057
Total	37	1772	413,098

ACCIONES INTERNAS DE GESTION

Con respecto a las acciones desarrolladas en diversos aspectos del quehacer vial, en el presente año la Dirección Nacional de Vialidad ha avanzado en forma sostenida en distintos frentes.

En materia del Plan Estratégico de Seguridad Vial, tal como se mencionara previamente, se ha continuado con la Obras Menores de Seguridad Vial en lo que hace al tratamiento de travesías urbanas, se ha avanzado en el campo normativo y su aplicación. Se ha terminado con el trabajo de actualización del Anexo L,cuya versión definitiva será elaborada por el ente Coordinador del Trabajo, o sea el Consejo Vial Federal.

Los últimos logros en la Gestión Ambiental de la Dirección Nacional de Vialidad (DNV) se han referido tanto a modificaciones introducidas en Pliegos y Términos de Referencia con que se licitan y contratan los proyectos, como a la incorporación de especialistas en el marco de los préstamos con organismos externos.

En el Pliego General de Bases, Condiciones y Especificaciones Técnicas para la licitación de Contratos de Recuperación y Mantenimiento de Mallas de Carreteras (C.Re.Ma), se incorporó la "Preservación del Medio Ambiente" y el requerimiento de que el Proyecto Ejecutivo Definitivo incluya la identificación de Impactos Ambientales, Medidas de Mitigación y el Plan de Manejo Ambiental correspondiente.

En el marco del préstamo BID 1294, se incorporaron tres especialistas para el fortalecimiento de la División Gestión Ambiental de la DNV en las áreas de biología, sociología e ingeniería agronómica. Dentro de dicho préstamo, se está trabajando con diferentes firmas consultoras en el proyecto de duplicación de calzada de la Ruta Nacional N° 14 en las provincias de Entre Ríos y Corrientes y, en particular, la División Gestión Ambiental está elaborando el reglamento de audiencias públicas para dicho proyecto.

Por otra parte, se está trabajando para concretar la actualización del Manual de Evaluación y Gestión Ambiental de Obras Viales (MEGA II) que estará disponible a fines del año 2005, para el que ya se realizó el llamado a Expresiones de Interés y la

SISTEMA CREMA 2004			
	Cantidad	Kms.	Monto Miles $
Contratada	15	2233	541,120
En trámite	11	1527	419,327
A Licitar	14	2395	612,052
Total	40	6155	1,572,499

SISTEMA MODULAR DE CONSERVACION			
	Cantidad	Kms.	Monto Miles $
En ejecucion	5	1274	16,130
En trámite	3	751	16,381
A licitar	3	415	21,048
Total	11	2440	53,559

recepción de las Propuestas de las Consultoras seleccionadas.

El avance tecnológico en materia de tránsito de los últimos años hizo necesario la adquisición de equipos con tecnología de punta, la capacitación de personal y el cambio de las metodologías para el tratamiento automático de los datos, procesos de modernización que en esta materia debió realizar Vialidad Nacional.

Los antiguos contadores electromecánicos fueron reemplazados por automáticos electrónicos, que registran en memoria sólida removible el número de vehículos pasantes. Otros, además, hacen lo propio con el tipo y la velocidad de los mismos, con una autonomía teóricamente indefinida ya que son provistos de energía mediante pantallas solares. En las zonas cubiertas con telefonía celular, cuentan con un teléfono especial que permite obtener vía remota todos los datos almacenados en su memoria.

Toda la información obtenida alimenta modernos programas de computación, que dan como resultado informes estadísticos y distintos estudios del flujo vehicular, entre los cuales se destacan el TMDA y los Niveles de Servicio en los que opera cada tramo de la Red Nacional.

	Cantidad	Kms.	Monto Miles $
TOTAL GENERAL PLAN DE OBRAS 2003-2004	143	11787	3,221,880

EQUIPAMIENTO

Recientemente se ha adquirido una serie de equipos de avanzada tecnología que serán afectados a las tareas de Inventario Vial y Evaluación de la Red Nacional Pavimentada, a saber:

Equipo Multifunción: denominado Multifunction Road Monitor (MRM), fabricado por la firma WDM Ltd. de Inglaterra. Este equipo opera en un amplio rango de velocidades (entre 20 y 120 Km/h) haciendo que las mediciones sean continuas bajo distintas condiciones de la calzada y del tránsito. Permite relevar simultáneamente, en una sola pasada, los datos del camino relativos al perfil longitudinal y transversal, pendiente longitudinal y radio de curvatura horizontal.

Equipo Medidor de Adherencia Scrim-Tex: es un equipo de alto rendimiento, fabricado por la firma WDM Ltd. de Inglaterra, utilizado para la obtención del Coeficiente de Fricción Transversal (μ) que indica la fuerza de rozamiento existente entre el pavimento y el neumático. Dicha medición se realiza mediante la utilización de dispositivos especiales (celda de carga y neumático medidor tipo slic con una divergencia de 20°), montados a bordo del vehículo. Dispone asimismo de un sensor láser con el cual se determina la macrotextura, que es un índice indicativo sobre la capacidad de escurrimiento del agua que tiene el pavimento, posibilitando la obtención del I.F.I. (International Friction Index).

Equipo Deflectógrafo de Impacto: denominado KUAB y fabricado por la firma Konsult & Utveckling AB de Suecia, está diseñado para efectuar la evaluación estructural de los pavimentos aplicando una carga normalizada y midiendo la curva de deformación resultante (deflexiones), para posteriormente determinar a partir del uso de programas de retrocálculo los módulos característicos del pavimento.La incorporación del Deflectógrafo KUAB complementa a los cinco Deflectógrafos Lacoix de los que dispone la D.N.V.

Por razones de espacio publicamos sólo una parte de los cuadros ofrecidos por la DNV. El resto de la información puede consultarse en la sección Estadísticas de nuestra página web. www.aacarreteras.org.ar

II° CONGRESO INTERNACIONAL DE LAS CIENCIAS DEL TRANSITO

El II Congreso Internacional de las Ciencias del Tránsito: Buenos Aires 2004, realizado del 22 al 24 de noviembre, contó con la presencia de expositores y asistentes de Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, España, Honduras, Panamá, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela, que dieron un marco internacional poco usual para eventos con una temática tan específica.

Con el transcurso de las tres Jornadas tuvieron su desarrollo el II° Congreso Argentino e Iberoamericano de Peritos en Accidentología Vial, las I° Jornadas Latinoamericanas y II° Jornadas Argentinas de Medicina del Tránsito, la II° Jornada Argentina sobre Reconstrucción de Accidentes de Tránsito.

Se trataron temas relacionadas con la correlación entre las características geométricas y de operación y la ocurrencia de accidentes de tránsito, la eficiencia del frenado, la investigación del lugar en un accidente de tránsito, la reconstrucción virtual de accidentes y las secuelas ocasionadas por los mismos.

En el marco del Congreso se realizó un curso sobre Biomecánica aplicada al accidente de tránsito, dictado por el Prof. Carlos Morales González de España, quien aportó muy importante información sobre la investigación de accidentes por impacto vehículo-peatón y sus fundamentos biocinemáticos y físico-matemáticos y los métodos de Cálculo de Probabilidad de Riesgo de Lesión por accidente de Tráfico.

Por otra parte, la participación de Silvia Luz De Luca, maestra de una escuela rural en Allen, Río Negro, permitió conocer el trabajo de quienes como ella luchan en cada rincón del país por la educación vial desde la escuela.

Por último, la mesa sobre Legislación Vial contempló la discusión respecto de la ineficacia que el Derecho Penal ha mostrado para reducir los accidentes de tránsito con víctimas fatales en Buenos Aires, las nuevas disposiciones, como el uso obligatorio del cinturón en todos los ocupantes y el proyecto de aplicar reducciones impositivas por "buen conductor".

Seguimos construyendo calidad

Homaq
EMPRESA CONSTRUCTORA

Carlos Pellegrini 1427, piso 9 (1011) Buenos Aires, Argentina Tel/Fax: (54 11) 4327 5665 E-mail: info@homaq.com.ar

"NUESTRO OBJETIVO ES CONSOLIDAR SISTEMAS DE GESTION SUSTENTABLES"

El Interventor de la Dirección Provincial de Vialidad de la Provincia de Corrientes, Ing. Eduardo Barrionuevo, destaca la necesidad de recursos para llevar adelante la gestión vial y repasa las obras en ejecución en su provincia

- ¿Cuál es el estado de la Red Vial a su cargo?

-El estado general de la Red Vial Provincial no es mucho mejor ni peor que la mayoría de las Redes Viales tanto Nacional como Provinciales. La desinversión ha producido en algunos tramos efectos catastróficos. Nuestra Red Provincial ha perdido desde la década del 70, 100 km de pavimento que el grado de deterioro y la falta de recursos obligó a anteriores administraciones a escarificar y transformar en ripio o suelo. Esta longitud, con referencia a un total de 700 km es un porcentaje altísimo.

La degradación parece no tener freno ya que, como nos ocurre a todas las provincias, los recursos provenientes de la Ley de Coparticipación Vial Federal se han reducido con una aceleración tal que, si no se modifica la legislación vigente para proveer un caudal de fondos específicos acorde con las necesidades, los entes viales provinciales tenderán a desaparecer.

Ing. Eduardo Barrionuevo

- ¿Cuál sería la necesidad de recursos y cuanto recibe la D.P.V. en concepto de Coparticipación Vial Federal?

-La Red Vial Provincial a cargo de la D.P.V. está constituida por 700 km de caminos pavimentados, 1.500 consolidados y 10.500 de tierra, lo que hace un total de 12.700 km.

Proyectando sólo la recuperación y el mantenimiento a razón de 10.000 dólares/km año para la red pavimentada, 2.000 para la consolidada y 1.000 para la de tierra, necesitamos 61,5 millones de pesos anuales. Sin embargo, las proyecciones nos permiten esperar este año 2004 sólo 5,6 millones de pesos de Coparticipación Vial Federal, lo cual es una demostración cabal de lo que le comentara anteriormente.

- ¿Cómo piensan solucionar ese problema?

-Hasta aquí he planteado lo que sería razonable a efectos del planeamiento y de una gestión vial aceptable. Lo bueno sería que los entes encargados de llevarla adelante cuenten todos los años con recursos compatibles con la recuperación y mante-

Trabajos en los caminos rurales

nimiento de la red, más lo necesario para su crecimiento cuantitativo y/o cualitativo.

A partir de la nueva emergencia desatada en el país hace tres años, se ha debido recurrir a refuerzos presupuestarios originados en Fondos Provinciales, Nacionales y Créditos Internacionales.

Este año tenemos en ejecución 150 km de repavimentación, 30 de pavimentación, 400 de enripiados y restitución de ripio, además de un Programa de Mejoramiento Progresivo de Caminos de Tierra.

A tal efecto, el Programa de Caminos Provinciales (P.C.P.) (Préstamo BIRF 4093/AR) cumple un papel protagónico, ya que los 150 km de reconstrucción de la R.P. Nº 126 se están ejecutando mediante cuatro contratos que totalizan una inversión de 56 millones de pesos, 42 de aporte del BIRF y 14 del Tesoro Provincial.

Además, el Subprograma de Fortalecimiento Institucional nos ha permitido capacitar al personal, adquirir equipo informático y de medición, lo cual reviste también suma importancia.

- ¿Cuáles son los planes previstos para la Red Vial de Corrientes y cuál es el origen de los recursos para llevarlos a cabo ?

-Mediante un nuevo tramo del crédito P.C.P., que se halla en proceso de gestión, pensamos sistematizar la rehabilitación y mantenimiento de la Red Vial pavimentada a partir de tres mallas C.Re.Ma., para el período 2005-2010, con una inversión quinquenal de 27 millones de dólares y una longitud total de 421,6 km que, sumados a los 180 km en ejecución, totalizan 602 km, lo que significa un 86 % de la Red Vial Provincial pavimentada.

Se halla en plena ejecución la pavimentación de la R.P.Nº 24, Tramo Perugorría – R.N.Nº 12, de una longitud total de 32 km, con fondos provinciales.

Además, la Provincia tiene previsto ejecutar el año próximo la repavimentación de los siguientes tramos:

-R.P.Nº24: Tramo Perugorría – R.N.Nº119 (45 km) $15.550.000

- R.P.N º23: Tramo Sauce – Río Guayquiraró (11 km) $ 5.950.000

- R.P.Nº40: Tramo: Mercedes – Puesto Siro (34 km) $12.040.000

También está en nuestros planes la pavimentación de la R.P. Nº 126 Tramo Sauce – 3 Bocas en una longitud de 38 km, con una inversión estimada de $ 22.800.000.

Mediante el programa BID 1118/OC-AR se hallan en ejecución 120 km de enripiado y el próximo 21 de diciembre se abren los sobres de la Licitación Pública Nacional Nº25/04 mediante la cual el Ministerio de Planificación Federal de la Nación ejecutará la Obra "Repavimentación - Acceso Este a Mercedes", con un presupuesto oficial de 1,5 millones de pesos.

Además, está muy próximo el llamado a Licitación Pública para Reconstrucción de Obras básicas, alcantarillas y recubrimiento con suelo seleccionado de 91 km de caminos para apoyo a pequeños productores por un monto de 3,3 millones de pesos a financiar por el préstamo BIRF 4150/AR del PRO.S.A.P. (Programa de Servicios Agropecuarios Provinciales)

Se está ejecutando también la segunda etapa del Programa de Mejoramiento Progresivo con fondos Provinciales, por un monto total de 5 Millones de Pesos. Estas obras comprenden enripiados, consolidados, terraplenes, alcantarillas, canales de drenaje y reparación de puentes de madera, entre otras.

-¿Cuál es la política de mantenimiento ?

-Nuestro objetivo es dejar consolidados en la Repartición, Sistemas de Gestión para cada tipología, que contemplen por igual la recuperación y el mantenimiento, tendiendo a uniformar las inversiones anuales haciéndolas sustentables a través del tiempo.

En ese contexto se encuadra la solicitud de financiamiento de Mallas por el Sistema C.Re.Ma. para gestión de pavimentos.

Actualmente, el resto de la Red consolidada y de tierra se conserva mitad por Administración y mitad por Consorcios Cami-

neros. Al mismo tiempo se desarrollan Programas de Mejoramiento Progresivo a lo largo de toda la Red.

- ¿Qué proyectos tienen para los caminos rurales?

-La provincia ha sufrido en las últimas décadas profundas transformaciones. La de mayor impacto sobre la Red Vial, por sus cargas, es que la provincia ha pasado a ser la segunda productora maderera del país.

Por ello nos hemos propuesto, en primer lugar, reestructurar los sistemas de drenaje y avanzar agresivamente con el enripiado y consolidado de la red de caminos naturales.

En este sentido, la búsqueda de soluciones rentables es una inquietud constante de los profesionales y técnicos de la Repartición.

El Poder Ejecutivo Provincial, por otra parte, impulsó y logró la sanción de una ley creando un Fondo de Desarrollo Rural que, bajo la modalidad de un fideicomiso, permitirá destinar el 100% del Impuesto Inmobiliario Rural y otros fondos especiales a inversiones en el sector productivo, con clara prioridad para la infraestructura vial.

50 Aniversario 1954 2004

"50 Años Haciendo Caminos"

PROVINCIA DEL CHACO - DIRECCIÓN DE VIALIDAD PROVINCIAL

VP

www.vialidad.chaco.gov.ar

5 DE OCTUBRE
DÍA DEL CAMINO

Nadie "es" la D.P.V., pero "todos" la integramos

Dirección Provincial de Vialidad de Santa Fe

El orgullo de hacer caminos...

DPV SANTA FE

PROVINCIA DE SANTA FE
MINISTERIO DE OBRAS, SERVICIOS PÚBLICOS Y VIVIENDA
DIRECCIÓN PROVINCIAL DE VIALIDAD

"TODAVIA FALTA UN LARGO CAMINO POR RECORRER"

El Administrador de la Dirección Provincial de Vialidad de Neuquén, Ing. Roberto Comelli, hace un profundo análisis de la actualidad de las redes viales y presenta los proyectos para su provincia

-¿Cuál es su visión de la red vial nacional?

Considero que la Red Vial Argentina todavía está sufriendo la falta de decisiones políticas claras y planificadas. Sumada esta situación a la sistemática desinversión en las redes viales, agravada por los efectos de la devaluación sufrida en el 2002, nos coloca al día de hoy en una situación de pérdida de capital que va a ser muy difícil remontar.

Se observa en cuanto a los anuncios de licitación que el Gobierno Nacional tiene la intención de invertir en el mejoramiento de la Red Vial, pero todavía no se observa que las mismas se plasmen en contratos de obra, salvo casos puntuales. Aquí vemos las numerosas postergaciones en las licitaciones de distintas mallas C.Re.Ma.

-¿Cómo se compone la red vial de Neuquén y cuál es su situación actual?

La Red Vial Provincial de Neuquén cuenta con una extensión de 7.500 km, discriminados de la siguiente manera: 898 km pavimentados, 115 km de pavimento en construcción, 795 km mejorados,3686 km naturales, y 2000 km de accesos. Esto hace un total de 7494 km.

Hoy el estado de la Red Vial Provincial de tierra podría catalogarse como óptimo, en tanto que la red pavimentada es relativamente nueva y están en elaboración los estudios de rehabilitación de aquellos tramos que fueron pavimentados durante el período 1980 – 1995.

La Provincia ha tomado la decisión política de dar un fuerte impulso a todas las actividades que potencien el desarrollo del

Ing. Roberto Comelli

Ruta Provincial N° 23

turismo y la producción. Como resultado de estas acciones se planifica el desarrollo del sistema vial, teniendo en cuenta las premisas básicas antes mencionadas. Este impulso dado a partir del año 1999 por la administración del actual Gobernador, Jorge Omar Sobisch, ha venido plasmándose, en primer lugar, en la ejecución de los proyectos ejecutivos durante el período 1999 –2002.

-¿Cuáles son las obras en ejecución?

Al día de la fecha se encuentran en ejecución obras tales como la Ruta Provincial N° 23 Tramo: Ruca Choroi – km 22, con un presupuesto de $ 14.000.000; Ruta Provincial N° 46 A° Coloco – Rahue, $ 4.500.000; Ruta Nacional N° 22 Multitrocha Plottier, $ 10.000.000; Ruta Provincial N° 6 Puesto Hernández – Pata Mora, $ 4.000.000; Ruta Provincial N° 13 Pte. Litran – Paso Int. Icalma, $ 10.000.000; Ruta Provincial N° 60 Pte. Malleo - Paso Int. Mamuil Malal, $ 12.000.000; Ruta Nacional N° 234 (Ruta de los Siete Lagos), $ 34.000.000; Puente sobre Río Pilmatue en Ruta Nacional N° 40, $ 1.000.000.

-¿Cómo se lleva a cabo el financiamiento de las obras?

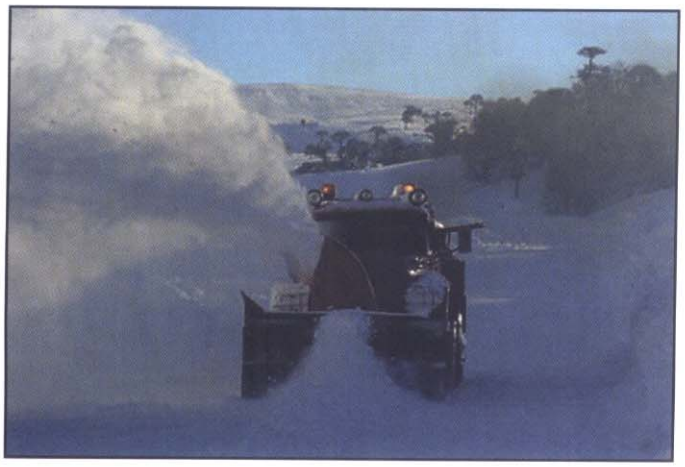
La política de desarrollo implementada por la Provincia ha priorizado el mejoramiento de las redes sin discriminar jurisdicciones. Por este motivo, se han realizado diversos convenios con la D.N.V., donde la Provincia aporta el financiamiento y, en su mayoría, la ejecución del proyecto de pavimentación en aquellos tramos de jurisdicción nacional que por diversos motivos han sido relegados en el tiempo pero que tienen un fuerte impacto en el desarrollo económico de la provincia.

Un tema importante a destacar es la política implementada para lograr una mayor integración con Chile. Hoy la provincia está pavimentando dos Pasos Internacionales (Mamuil Malal e Icalma) y elaborando el proyecto para licitar el último tramo de 7 km del Paso Internacional Pino Hachado para concretar su ejecución en 2005, año en que, con la finalización de las obras en el Paso Cardenal Samore, la Provincia contará con cuatro pasos internacionales pavimentados.

Los recursos de la D.P.V del año 2004 básicamente se obtienen de tres fuentes: Coparticipación Vial Federal (6.5 millones), Transferencia de funciones operativas de la DNV (1.5 millones) y Aporte Provincial (52 millones).

A esto deben sumarse los fondos provenientes del crédito del Banco Mundial (Plan de Caminos Provinciales) que es para el año 2004 de $ 27.000.000.

Como puede observarse, hoy la Coparticipación Vial Federal (CVF) es apenas el 7,5% del presupuesto total, incluyendo los créditos otorgados.



Operativo Nieve en paso fronterizo

-¿Cómo es la política de mantenimiento de la DPV de Neuquén?

La política de mantenimiento es ejecutada en su mayor parte por administración, inclusive la atención del operativo nieve en toda la Provincia y el mantenimiento invernal de todos los Pasos Internacionales, menos el Cardenal Samore que está a cargo de la D.N.V. La Provincia ha equipado a la D.P.V con cuatro modernos camiones barrenieves con distribuidor de fundente y siete motoniveladoras de última generación. En este momento estamos en proce-

so de adquisición de 3 motoniveladoras, 1 cargadora frontal y 3 retroexcavadoras.

El presupuesto del año 2004 destinado a la conservación, incluyendo las obras de conservación mejorativa, es de $ 25.000.000, previendo su incremento para el año 2005 a $ 30.000.000.

-¿Cuáles son las perspectivas respecto de un mejoramiento de la Coparticipación Vial Federal?

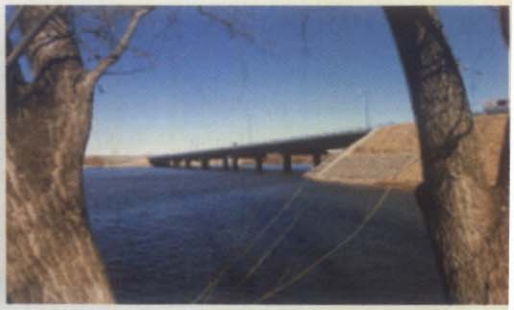
-Como puede concluirse, hoy la CVF pasó a ser un magro porcentaje del presupuesto total y no llega a cubrir las necesidades mínimas de conservación. Esta disminución de los Fondos Viales es un mal que aqueja profundamente a todas las vialidades del país y no se ven objetivos claros para remediar dicha situación. Las políticas nefastas que han sido llevadas a cabo en los últimos 15 años hoy se reflejan en el deterioro de la Red Vial Argentina.

Además, se han creado nuevos impuestos y tasas sobre los combustibles, como la tasa al gas oil, que no tiene una distribución equitativa, y las Direcciones Provinciales de Vialidad no coparticipan ni un solo peso de lo recaudado. Sin embargo, tienen que soportar los costos producido por el acelerado deterioro de sus redes, potenciado por el creciente transporte de carga que justamente paga la tasa al gas oil.

Por eso creemos profundamente que el Gobierno Nacional tiene que ir restituyendo progresivamente esta importante fuente de financiamiento, dado que se habla de una Red Vial Integrada pero en los hechos todavía falta un largo camino que recorrer.

Ruta Provincial Nº5

CONSTRUYENDO OBRAS VIALES EN TODO EL PAIS



LUCIANO S. A.

Av Corrientes 1386 , piso 6º - Ciudad Autónoma de Buenos Aires - Tel / fax (011) 4375-4550 /1 - Email: lucianosa@speedy.com.ar

Av. Savio 685 - San Nicolás - Provincia de Buenos Aires

Parque Industrial II - Rincón de los Sauces - Provincia del Neuquén

50 AÑOS DE VIALIDAD DEL CHACO

La Dirección de Vialidad Provincial de Chaco celebró sus 50 años de vida con un acto al que asitieron autoridades de las vialidades provinciales, funcionarios nacionales y locales.

El Administrador General, Víctor Vrdoljak, realizó una breve y emotiva reseña sobre la historia del organismo que dirige y afirmó: "me siento realmente orgulloso de formar parte de esta institución que posibilitó que el Chaco tenga hoy más de 30 mil km de caminos trazados a través de su territorio". Asimismo, señaló que el organismo provincial "consolidó un sistema vial que hizo historia en toda la Argentina y posibilitó el progreso del pueblo chaqueño".

Por su parte, el presidente de la Asociación de Consorcios Camineros, Antonio Kopovoy, aseguró que "debemos sentirnos orgullosos de todas las personas que hicieron posible que el Chaco tenga una de las redes viales de mayor nivel en el país".

En el marco del acto conmemorativo, la Asociación Argentina de Carreteras, representada por su Vicepresidente 1°, el Ing. Jorge Ordóñez, recibió una plaqueta recordatoria de la Dirección de Vialidad Provincial de Chaco.

Las autoridades en el acto conmemorativo

El Administrador General entrega una plaqueta recordatoria al Ing. Ordóñez

PROYECTO CHIVILCOY

Continúan las tareas destinadas a convertir a Chivilcoy en 'Ciudad Modelo' en seguridad vial, como ejemplo sustentable del PESVI (Plan Estratégico de Seguridad Vial), elaborado por la Asociación Argentina de Carreteras con el aporte de especialistas del sector.

Este proyecto, considerado 'piloto', cuenta con el apoyo de las autoridades municipales y las ONG locales y pretende convertirse en modelo para otras ciudades en condiciones similares.

En el área de educación, se dictó un curso de Seguridad Vial a cargo del ISEV y el COSETRAN para docentes al que asistieron un representante por escuela, con el objetivo de difundir luego el proyecto en los establecimientos educativos.

Por otra parte, el Automóvil Club Argentino efectuó un relevamiento general de estacionamientos en el área central, destinado a ordenar y sectorizar el flujo del tránsito.

Entre los objetivos logrados hasta el momento en el área de infraestructura, se destaca el aporte de las firmas Cleanosol Argentina, Cristacol y Glass Beads, que realizaron la donación de una importante cantidad de materiales y aplicaciones.

Todas estas acciones fueron concretadas antes del 22 de octubre, fecha en que se cumplió el 150° aniversario de la fundación de la ciudad de Chivilcoy. A los actos de celebración asistieron el Presidente de la Nación, Dr. Néstor Kirchner, el Gobernador de la Provincia de Buenos Aires, Ing. Felipe Solá, el Secretario de Obras Públicas de la Nación, Ing. José López, entre otras autoridades. En representación de la Asociación Argentina de Carreteras concurrió el Ing. Jorge Ordónez, Vicepresidente 1° de la institución, quien recibió una plaqueta en reconocimiento a las acciones que está llevando adelante la entidad con su Plan Estratégico de Seguridad Vial.

APOSTAR A LA OBRA PUBLICA

La Cámara Argentina de la Construcción realizó su 52º Convención Anual bajo el lema "Infraestructura y Gestión: Las cadenas de valor"

El 9 de noviembre la Cámara Argentina de la Construcción llevó a cabo su 52° Convención Anual bajo el lema "Infraestructura y Gestión: Las Cadenas de Valor" en el Teatro General San Martín de la Ciudad de Buenos Aires. El evento contó con las exposiciones de importantes funcionarios nacionales y provinciales, empresarios, analistas y la presencia del presidente de la Nación, Néstor Kirchner, entre otras autoridades.

En el acto de apertura, el Ing. Carlos Wagner, presidente de la CAC, señaló que el sector ha logrado un importante aumento en su actividad. Destacó luego que "tenemos que prepararnos para continuar en este camino, haciendo honor a nuestra capacidad de generar empleo y trabajo para nuestras empresas y las industrias proveedoras".

El empresario precisó que en 2003 la actividad aumentó un 37,8 %, mientras que hasta septiembre de este año el crecimiento fue de 23,8 % contra igual período del año anterior. "Siguiendo por este camino en los próximos meses alcanzaremos el nivel del año '98, que fuera el de mayor actividad de los últimos años". Es por ello, dijo el empresario, que "confiamos a partir de ahora empezar a construir un camino que instale a la inversión en infraestructura como una estrategia de Estado".

Para consolidar el corto plazo, añadió el titular de la CAC, hay que "recuperar la confianza con acción", y con ese objetivo sugirió "definir una metodología para la redeterminación de precios, mantener la intangibilidad de los fondos y crear normas que ordenen los riesgos del trabajo".

"Nuestra Convención pretende enfocar esta problemática con el análisis de las cadenas de valor que demandan a la infraestructura para su desarrollo, la cadena propia de la construcción y su implementación exitosa para lograr los objetivos propuestos", concluyó.

Por su parte, el Jefe de Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, Aníbal Ibarra, destacó en la apertura de la Convención que se han asignado 1.200 millones de pesos para obra pública en el proyecto de presupuesto 2005 para la ciudad. "Tenemos la estrategia de una ciudad integrada desde la obra pública, lo cual significa un motor para la inversión privada", añadió Ibarra.

Además de la extensión de las líneas de subterráneos, el Jefe de Gobierno mencionó el inicio del corredor verde del oeste, obras en salud y educación, y la construcción del anillo vial, a cargo de Ausa.

En tanto, el Secretario de Obras Públicas, José López, aseguró que el Plan Nacional de Obras Públcas está en plena marcha. "Observamos cómo han ido creciendo los presupuestos: de 1.200 millones de pesos en 2002, a 1.700 millones en 2003 y 3.200 millones en 2004. A fines de octubre ya se ha ejecutado el 70 % del pre-

Arq. Julio De Vido, Ministro de Planificación, Infraestructura y Servicios

Ing. José López, Ing. Carlos Wagner, Dr. Aníbal Ibarra e Ing. Aldo Roggio en la apertura de la Convención

supuesto, más de 2.300 millones".

López precisó que los ejes sociales de la política oficial pasan por la vivienda, la infraestructura y el saneamiento básico, mientras que el eje constructivo contempla obras de control de inundaciones, hídricas y viales.

La situación económica

El Ministro de Economía de la Nación, Roberto Lavagna, afirmó en su conferencia que "el desafío es que en 2005 se creen otros 85 mil puestos de trabajo directo en la industria de la construcción". Destacó que el aumento de los precios en el área, en lo que va del año, está por encima de la evolución de otros índices de precios. "Una parte tiene que ver con la mejora de salarios y otra con mejoras en la rentabilidad del sector empresario. Esto es bienvenido en la medida en que ayuda a consolidar la situación patrimonial del sector que debe llevar adelante un programa sólido de equipamiento para cumplir la etapa que viene".

De ahora en más, agregó, "habrá que pensar en cómo se hace para compensar vía aumentos de la productividad cualquier futura tensión que pueda producirse por el lado de los costos y los precios".

Lavagna agregó que la expansión del sector no depende sólo de las inversiones que hagan las empresas, sino también, de manera central, de lo que se haga a nivel de los proveedores de insumos. "Como en otros sectores, el proceso de desarticulación productiva pasado afectó a muchas empresas proveedoras y es muy urgente relanzar un proceso de inversiones y tratar de evitar cuellos de botella".

El presidente Néstor Kirchner repasó su primer año de gestión en materia de obras públicas

Ing. Eduardo Baglietto

Por último, el ministro de Economía destacó el elevado potencial de crecimiento de la Argentina, si bien, dijo, deben atenderse las necesidades en materia de recursos humanos, evitar atrasos cambiarios, mantener los equilibrios macroeconómicos, tanto de la Nación como de las provincias, y recuperar niveles de inversión. De igual modo, llamó a asegurar la solidez del sistema financiero y garantizar el desarrollo tecnológico.

Infraestructura y gestión

Encargado de la presentación del trabajo central de la 52° Convención, "Infraestructura y gestión: las cadenas de valor", Eduardo Baglietto, past president de la CAC, aseguró que el Gobierno Nacional "está convencido de la conveniencia de invertir en infraestructura para el crecimiento del país", y al mismo tiempo destacó la existencia de "evidentes limitaciones que se deben superar para que esta vez los planes lanzados sean exitosos".

Entre las limitaciones del sector público, Baglietto mencionó la sub utilización del financiamiento de organismos internacionales de crédito, los lentos procesos burocráticos y administrativos basados en leyes y normas desactualizadas, el reducido stock de proyectos ejecutables, la dificultad para reclutar personal técnico especializado y la inexistencia de bases de datos confiables para planificar.

En cuanto al sector privado, Baglietto señaló la necesidad de que recupere niveles de capacidad productiva y competitividad para encarar las nuevas inversiones, y expuso varias limitaciones que presenta: poca disponibilidad de mano de obra capacitada, escasa oferta de financiación y falta de decisiones empresarias para invertir y aumentar la capacidad de los proveedores y el equipamiento de empresas constructoras, con lo cual se evitarían "cuellos de botella" en la cadena productiva.

Frente a este escenario, el objetivo principal que planteó el ejecutivo fue "asegurar niveles de inversión en infraestructura que permitan una mejora sostenida de la competitividad en las cadenas de valor y de la calidad de vida de la población, reduciendo las asimetrías regionales".

Asimismo, subrayó la necesidad de "crear 550 mil puestos de trabajo en 5 años y lograr niveles estables de inversión pública ejecutada en torno del 3 por ciento del PBI en el corto plazo y del 5 al 6 por ciento en el mediano plazo".

Finalmente, Baglietto remarcó que los empresarios del sector están "convencidos de que la aplicación de las acciones propuestas permitirán la formulación exitosa de los planes de infraestructura pública y con ello se inducirá la inversión privada, generando un círculo virtuoso de un desarrollo permanente y sustentable".

El Plan Nacional de Infraestructura

El ministro de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios de la Nación, Julio De Vido, aseguró que la actividad del sector de la construcción "creció un 24 por ciento respecto del mismo período del año anterior" y dijo que esta circunstancia motivó que "la UOCRA pasara de tener 85 mil afiliados a principios de 2002 a 250 mil este año y casi con seguridad a 300 mil el año próximo".

El Ministro aseguró que en 2005 planean consolidar la tendencia de inversión en obras públicas con créditos para obras totales que alcanzarán los 6.775 millones de pesos, con 4.369 canalizados específicamente en el ámbito de la Secretaría de Obras Públicas de la Nación, lo que implica un incremento en el rubro del orden del 34 por ciento.

Respecto del sector vial, De Vido indicó que en Vialidad Nacional se han licitado 215 obras con un presupuesto de 4.150 millones de pesos, de las cuales ya se encuentran en ejecución 121. El Ministro de Planificación recordó además que en materia de integración vial "se han realizado obras en la ruta nacional 81 en la provincia de Formosa para lograr la interconexión de

Ministro de Economía, Roberto Lavagna

la misma con el Paso de Jama y estamos en pleno proceso de ejecución de los proyectos de la ruta nacional 14, para llegar con una autovía desde Zárate hasta Paso de los Libres, y de la ruta nacional 9, donde se están terminando algunos proyectos que estaban faltando".

Por último, De Vido enfatizó que se ha superado el 80 por ciento de las partidas previstas en el Presupuesto 2004 y señaló que se está llevando a cabo el plan energético para lograr el transporte de los volúmenes de gas y energía necesarios para el funcionamiento de todo el sector industrial, con una inversión de 200 millones de dólares".

Pensar en argentino

El Presidente de la Nación, Néstor Kirchner, cerró la 52° Convención Anual de la Cámara Argentina de la Construcción con una advertencia sobre los aumentos en los insumos del sector y dijo que quienes aplican esos incrementos "deberían pensar en el conjunto, que es la mejor manera de pensar en el interés propio".

"Algunos, creyendo ya superadas las dificultades, incrementan precios en base a la mayor demanda, en vez de apostar al crecimiento de las inversiones -dijo Kirchner -. De ese modo logran mayor ganancia en el corto plazo, pero si no incrementan la productividad verán perder sus posiciones por caída de la competitividad". El Presidente mencionó como ejemplo de esos aumentos las variaciones en el asfalto, de 33,2 %; del cemento, 18 %; de los productos siderúrgicos no planos, que incluyen el hierro redondo, 16 %; las pinturas, 17,5 %; y el vidrio 20 %.

"Los argentinos vamos a superar las dificultades en un marco de unidad en la diversidad –afirmó-. Debemos concatenar los esfuerzos de los empresarios con sentido nacional, porque el desafío es lograr sustentabilidad interna para una base sólida de integración al mundo".

En este sentido, el Presidente defendió la obra pública, porque "significa mano de obra de trabadores argentinos, mejor calidad de vida para todos, integración verdaderamente federal, mejor base para el desarrollo de las actividades productivas, el comercio y el turismo".

Dirección de Vialidad
Provincia
de Buenos Aires

Seguimos Creciendo

calle 122 Nº 825
La Plata - Bs As - Argentina

Tel. (54 - 221) 4211161 al 69
www.vialidad.gba.gov.ar

Ministerio de Infraestructura,
Vivienda y Servicios Públicos
Gobierno de la Provincia
de Buenos Aires

Dirección de Vialidad

BREVES

GESTION DE CALIDAD

Autopistas del Sol renovó por tres años la Certificación ISO 9001, luego de una auditoría en la que el Instituto Argentino de Normalización (IRAM) verificó que todos los procesos de la empresa continúan conforme con la Norma de Gestión de Calidad. Por su parte, EMCOVIAL (Empresa Concesionaria Vial S.A.) también ha cumplido con los requisitos necesarios que rigen la norma ISO 9001 para la explotación por peajes de los corredores viales a su cargo.

ALIANZA DE COOPERACION

El Institute of Transportation Engineers (ITE) y la Asociación Argentina de Carreteras acordaron llevar adelante una política de cooperación y de reciprocidad para facilitar el acceso de sus miembros a todos los talleres educacionales y reuniones presentadas por cada una de las organizaciones.

PLANES ESTRATEGICOS

El Instituto Tecnológico de Buenos Aires (ITBA) y el Centro de Estudios Estratégicos para el Desarrollo Sostenible (CEEDS) presentaron un plan de acción desarrollado en conjunto para el análisis de cuestiones de actualidad y relevancia para nuestro país, tales como el transporte y las estrategias de innovación productiva.

CONVENIO POR LA SEGURIDAD

La Asociación Argentina de Carreteras y la Federación Interamericana de Touring y Automóvil Clubes (FITAC) suscribieron un convenio para la colaboración mutua en la elaboración de planes y propuestas concretas sobre temas de seguridad vial, señalamiento, legislación, capacitación e infraestructura, entre otros, que sirvan para lograr que la sociedad y el Gobierno se involucre en la solución integral para el flagelo de la accidentología vial.

2005

FEBRERO

7 - 11
I Curso de Formación de Auditores de Seguridad Vial en Carreteras
Barcelona, España
www.aecarretera.com

MARZO

07-09
Annual Meeting of Association of Asphalt Paving technology (AAPT)
U.S.A. - Long Beach, California
www.asphalttechnology.org

15 - 19
Conexpo-Con/AGG
Exposición de la Industria de la Construcción
Las Vegas, EE.UU.
Informes: +1-414-298-4133
www.conexpoconagg.com

29-30
Reunión del Comité Ejecutivo de la Asociación Mundial de la Ruta
Santiago de Chile, Chile

ABRIL

Transporte 2005 - 5ª Exposición Internacional de Equipamiento y Tecnología del Autotransporte de Carga
Buenos Aires, Argentina
Patrocina FADEEAC
www.fadeeac.org.ar

11-13
Road System Economics
Cancún, Mexico
3http://www.piarc.org/en/events/piarc-seminars - Safety and Road Operations

MAYO

V Congreso Internacional de Transporte de Cargas Buenos Aires, Argentina
FADEEAC – FPT
www.fadeeac.org.ar

JUNIO

14 -18
XV Congreso Mundial de Carreteras IRF
Bangkok ,Tailandia
Informes: irf2005@bkkrai.com

27-29
7th International conference on bearing capacity of roads, railway, and airfields
Trondheim, Noruega
www.ntnu.no/forskning/konfover

SEPTIEMBRE

26 al 30
XIV Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito
Buenos Aires, Argentina
congreso@aacarreteras.org.ar
www.congresodevialidad.org.ar

27-28
Reunión del Comité C-3 de Seguridad Vial de la Asociación Mundial de la Ruta
Buenos Aires, Argentina

NOVIEMBRE

06-10
12º Congreso Mundial de ITS
U.S.A. - San Francisco, California
www.itsa.org/worldcongress.html

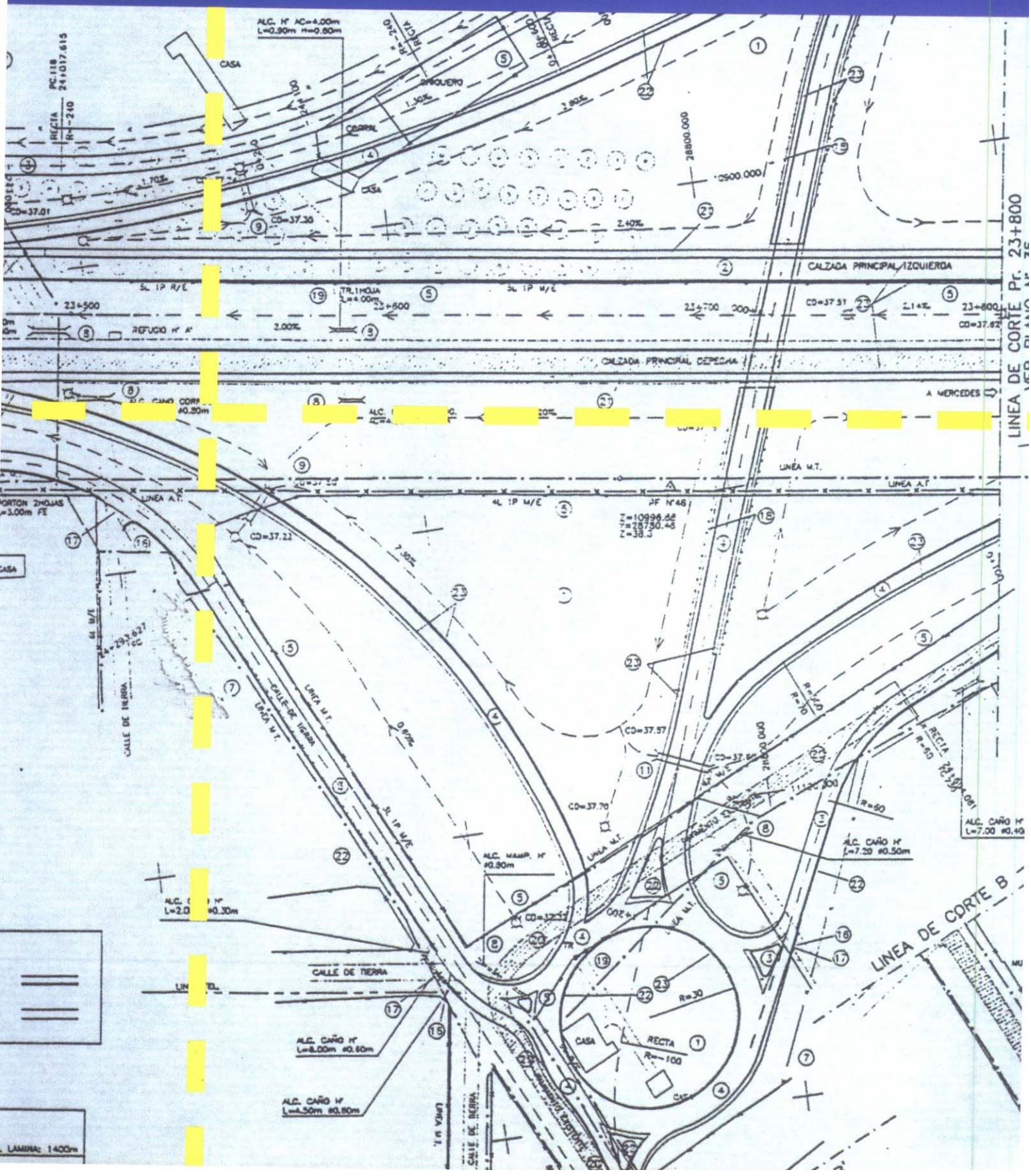
2006

MARZO

14-16
World of Asphalt Show and Conference
Orlando, Florida (EE.UU.)
info@irfnet.org / www.irfnet.org

27 - 30
XII International Winter Road Congress
Torino, Italia
www.aipcr2006.it

Sección Técnica



ANALISIS TRIDIMENSIONAL DE ESTRUCTURAS DE HORMIGON ARMADO POR EL METODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS

Por Diego Cernuschi
Departamento Obras de Arte – Subgerencia Estudios y Proyectos – Gerencia Técnica

El siguiente trabajo obtuvo el primer premio en el XIX Concurso sobre Temas Viales de la Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires

RESUMEN

El hormigón armado es un material compuesto por una matriz de hormigón al que se refuerza con acero. El hormigón simple es un material con rotura frágil y escasa resistencia a la tracción. El acero es un material que tiene grandes deformaciones plásticas antes de la rotura pero se corroe fácilmente. En esta asociación cada uno de los materiales contribuye con lo mejor de sí: el hormigón aporta masa, protección al acero ante la corrosión y resistencia a la compresión y el acero resistencia a la tracción y ductilidad, resultando un material que no es ni homogéneo ni isótropo ni lineal.

Históricamente el estudio del hormigón armado ha llevado a un sin número de teorías, las cuales con un cierto número de simplificaciones conducen a las formulaciones que actualmente se usan para el cálculo y verificación de estructuras de hormigón. Aunque se pretendan utilizar métodos simplificados con barras o elementos bidimensionales, únicamente un análisis tridimensional puede representar en forma completa todos los aspectos de la respuesta de las estructuras de hormigón. Para entender mejor el comportamiento de este material compuesto y convalidar esas teorías, o bien en los casos que éstas no sean de aplicación, generalmente se realizan ensayos sobre elementos de hormigón armado en escala real o reducida. Pero el avance de los análisis por el método de elementos finitos, lo ha llevado al punto de ser una alternativa válida para modelar numéricamente el comportamiento del hormigón armado y confirmar los cálculos teóricos, complementar o bien reemplazar los ensayos de laboratorio, además de la practicidad del método para realizar estudios paramétricos.

Ell presente trabajo tiene como objetivo mostrar los avances en el estudio del hormigón armado con un modelado tridimensional por el método de los elementos finitos y conformar un modelo para verificar en forma práctica estos conocimientos. Para ello, el trabajo está compuesto de una parte teórica en la que se explican los fundamentos de estos temas especiales, otra donde se describe la forma de obtener un modelo numérico adecuado de la estructura que sea representativo del problema físico a estudiar y, finalmente, una aplicación práctica que se ha desarrollado en el Departamento Obras de Arte y que abarca todos los conceptos vertidos en las partes previas.

MARCO TEORICO

EL HORMIGON

Comportamiento general

Los principales componentes del hormigón son el cemento pórtland, el agua y los agregados. El hormigón endurece gracias a la reacción química que se produce entre el agua y el cemento. Las características mecánicas del hormigón quedan generalmente determinadas a partir de su comportamiento en compresión uniaxial, a partir de ensayos con probetas estándar cilíndricas de 15 cm de diámetro y 30 cm de alto, o bien cúbicas de 15 cm de lado.

La Figura 1 muestra curvas de tensión-deformación en compresión uniaxial de los componentes del hormigón y del material compuesto. Se puede observar lo siguiente:

1. Las curvas en compresión de los elementos constituyentes, agregados y pasta de cemento, son lineales, mientras en el hormigón es lineal sólo al inicio y luego claramente no lineal hasta la rotura.

2. Los agregados tienen mayor rigidez y mayor resistencia que el hormigón que componen (valores típicos pueden ser de 100 a 200 MPa; los ensayos se hacen normalmente sobre muestras obtenidas de rocas).

3. La pasta de cemento es la que tiene menor rigidez y resistencia que el hormigón del cual forma la matriz. Los ensayos generalmente no se hacen en probetas de pasta de cemento puro (debido a la dificultad para moldeo de probetas y dispersión de resultados) sino sobre componentes cemento-arena, en proporción 1:3. Comparando las resistencias del hormigón y del mortero de cemento que lo compone para proporciones fijas de componentes, la relación entre ellas es prácticamente lineal, y la resistencia del mortero es aproximadamente del 60 a 65 % de la resistencia del

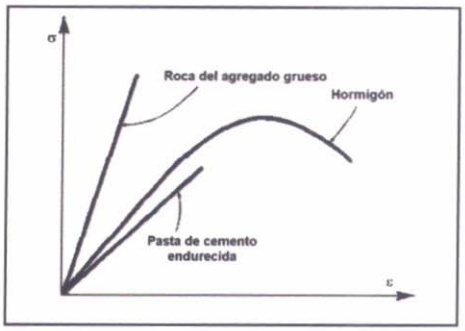


Figura 1 – Relación tensión-deformación del hormigón y sus componentes

hormigón.

Variando la proporción y calidad de los componentes se obtienen distintas características mecánicas en el hormigón. La Figura 2 muestra curvas típicas de tensión-deformación en un rango de resistencias máximas de 20 a 80 MPa. Se observa que a medida que aumenta la resistencia máxima:

1. La rigidez inicial aumenta
2. Mayor rango de comportamiento lineal
3. Menor deformabilidad
4. La deformación ε_c para la tensión máxima f_c aumenta levemente.

En cuanto al comportamiento a tracción, es conocido el hecho de que el hormigón tiene escasa resistencia a la tracción. La respuesta del hormigón a tracción uniaxial es casi lineal hasta que ocurre la falla repentina. También es ampliamente aceptado establecer la resistencia a tracción como una fracción o una función de la resistencia a compresión. Debido a las dificultades para ensayar el hormigón a tracción pura y a la dispersión de resultados, se utilizan diversos ensayos para determinar la resistencia en forma indirecta, como el de compresión diametral o el módulo de rotura por flexión, para luego correlacionarlos con el ensayo de tracción directa.

El coeficiente de Poisson ν es la relación entre la deformación en la dirección de la carga axial aplicada y la deformación transversal, que para el hormigón toma valores entre 0.15 a 0.20. El coeficiente de Poisson es menor para hormigones de alta resistencia.

Para tensiones de compresión elevadas, las deformaciones transversales se incrementan en forma acelerada. Esto se debe a la fisuración en las fibras paralelas a la dirección de carga. En el proceso de carga a compresión hasta la rotura, durante la mayor parte del rango de cargas el volumen de la probeta disminuye, pero cuando se alcanzan tensiones cercanas a la resistencia a compresión las deformaciones transversales se vuelven tan altas que el volumen de la probeta comienza a crecer, lo cual es un indicador de que la resistencia a compresión está siendo vencida y el coeficiente de Poisson llega a alcanzar un valor de 0.5.

Modelos que representan el comportamiento

Relación tensión-deformación uniaxial

El modelado de la relación tensión-deformación del hormigón puede hacerse utilizando cualquiera de las curvas simplificadas conocidas que pueden encontrarse en la referencia [1].

La Figura 3 esquematiza distintos tipos de modelos no lineales que pueden ser adoptados. La Figura 3.a. muestra uno de los modelos lineales más sencillos como lo es el modelo elasto-plástico. En la Figura 3.b. aparece el modelo inelástico-plástico propuesto por el Comité Euro Internacional del Hormigón (CEB) en su código modelo de 1978[2]. En tercer lugar, la Figura 3.c. se grafica la curva propuesta por Hognestad la cual representa en forma bastante ajustada el comportamiento de la relación tensión deformación para un gran rango de hormigones. Finalmente la Figura 3.d muestra un modelo multinineal en el cual la relación no lineal de tensión-deformación es aproximada por una serie de segmentos lineales. Si bien este último modelo es el más versátil ya que puede representar un amplio rango de curvas, su uso está restringido a casos en donde existen datos experimentales de la relación tensión-deformación del hormigón en compresión.

Cualquiera de ellas podría ser utilizada para el modelado no lineal del hormigón. Sin embargo aquellas que incluyen una relajación o ablandamiento de tensiones con posterioridad a la carga pico registran una mayor correlación con la realidad. En la Figura 4 se describe en forma detallada la curva simplificada propuesta por Hognestad que se ajusta con suficiente aproximación al comportamiento del hormigón y resulta de sencilla adopción para el modelado por elementos finitos.

Los parámetros característicos adoptados para esta curva son

Resistencia característica en compresión simple uniaxial f_c

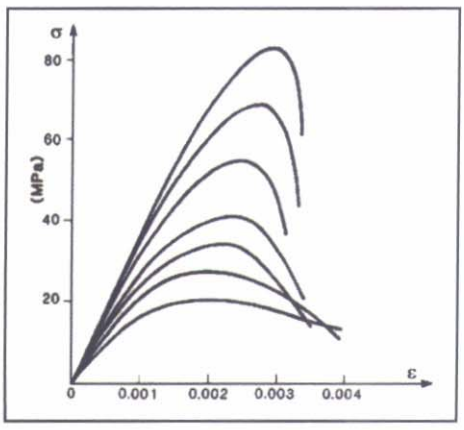


Figura 2 - Relación tensión-deformación en compresión típica para hormigones de distintas resistencias

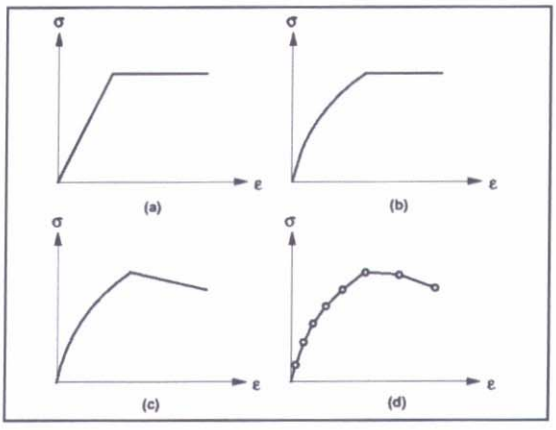


Figura 3 – Modelos de curva tensión-deformación para el hormigón

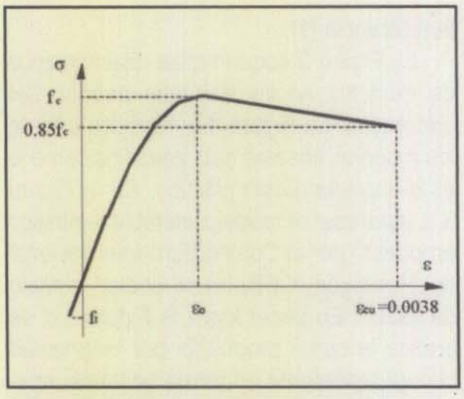


Figura 4 - Curva tensión-deformación simplificada del hormigón según Hognestad

Porción parabólica de la curva tensión-deformación

$$f = f_c \{ 2 \frac{\varepsilon}{\varepsilon} - (\frac{\varepsilon}{\varepsilon_o})^2 \}$$

Resistencia del hormigón a tracción simple

$$f_t = 19.7\ f_c^{0.5}$$

Módulo de elasticidad inicial del hormigón

$$E_c = 151000\ f_c^{0.5}$$

Deformación específica para la tensión máxima.

$$\varepsilon_o - 1.8 \frac{f_c}{E_c}$$

tomando en todos los casos como unidad el KPa.

Criterios de rotura

Para comprender detalladamente los mecanismos tensionales y la rotura del hormigón, es necesario un análisis tridimensional no lineal. El hormigón tiene fracturas, aplastamientos, plasticidades y complejos mecanismos en su comportamiento que sumados a la condición de la tercera dimensión han sido la mayor dificultad para la aplicación práctica por el método de los elementos finitos.

La falla de un material frágil como el hormigón puede darse por dos mecanismos: por fractura (en tracción) o por aplastamiento (en compresión). A continuación se describe el modelo elaborado por Willam y Warnke[5] que predice la falla por estos mecanismos.

El criterio para la falla debido a un estado multiaxial de tensiones puede expresarse como

(1)

$$\frac{F}{f_c} - S \geq 0$$

donde

F es una función del estado principal de tensiones

S es la superficie de falla expresada en términos de cinco parámetros f_t, f_c, f_{cb}, f_1 y f_2.

f_c es la tensión de rotura a compresión uniaxial

Si la ecuación (1) no es satisfecha, no hay fractura ni aplastamiento. En cambio, el material se fracturará si alguna tensión principal es de tracción mientras que sufrirá aplastamiento si todas las tensiones principales son de compresión.

Los cinco parámetros que definen esta superficie S son:

f_t: tensión de rotura a tracción uniaxial

f_c: tensión de rotura a compresión uniaxial

f_{cb}: tensión de rotura a compresión biaxial

f_1: tensión de rotura a compresión para el estado biaxial superpuesto al hidrostático σ_h

f_2: tensión de rotura a compresión para el estado uniaxial superpuesto al hidrostático σ_h

siendo

$$\sigma_h = \frac{1}{3} (\sigma_{xp} + \sigma_{yp} + \sigma_{zp})$$

el estado tensional hidrostático en función de las tensiones principales en las direcciones principales.

De todos modos la superficie de rotura puede ser establecida con un mínimo de dos constantes, f_t y f_c, mientras que las otras constantes adoptan los siguientes valores

$f_{cb} = 1.2\ f_c$

$f_1 = 1.45\ f_c$

$f_2 = 1.725\ f_c$

siempre que

$|\sigma_h| \leq \sqrt{3} f_c$

Si esta última ecuación no se cumple, deberían ingresarse los cinco parámetros de falla. En caso de ser estimados a partir de f_c la resistencia del material podría ser evaluada en forma errónea.

Las funciones F y S están expresadas en términos de las tensiones principales σ_1, σ_2 y σ_3 siendo

σ_1 = Máximo ($\sigma_{xp}, \sigma_{yp}, \sigma_{zp}$)

σ_3 = Minimo ($\sigma_{xp}, \sigma_{yp}, \sigma_{zp}$)

resultando $\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3$

Por lo tanto la rotura del hormigón puede ser estudiada en cuatro dominios:

1- $0 \geq \sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3$ (compresión - compresión - compresión)

2- $\sigma_1 \geq 0 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3$ (tracción - compresión - compresión)

3- $\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq 0 \geq \sigma_3$ (tracción - tracción - compresión)

4- $\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3 \geq 0$ (tracción - tracción - tracción)

Para cada dominio existen funciones independientes que describen a la función F y a la superficie de rotura S. Estas funciones S tienen la propiedad de que la superficie que describen en conjunto es continua pero los gradientes no lo son cuando una de las tensiones principales cambia de signo. Esta superficie puede verse en la Figura 5 mientras que las tensiones desviadoras están representadas en la Figura 6.

Los desarrollos completos de las funciones en los distintos dominios exceden al objeto del presente trabajo. Mayores detalles pueden obtenerse en la referencia [5].

Fisuración

En líneas generales, la fisuración es un fenómeno discontinuo que puede ser tratado principalmente con dos enfoques: fisuración discreta o fisuración difusa. El concepto de fisuración discreta se aproxima a la naturaleza de las fisuras reales, sin embargo las regiones de fractura deben estar predefinidas o bien es necesario redefinir el mallado de la estructura. La fisuración difusa se compatibiliza mejor con la filosofía del método de los elementos finitos ya que la continuidad del campo de desplazamientos se mantiene intacta, pero puede llevar a una sobreestimación de la resistencia al corte de los elementos estructurales. No obstante esta aproximación continúa siendo bastante realista ya que en la fractura del hormigón, a diferencia de los metales, la fractura es precedida por la microfisuración del material en la zona donde se produce, la cual se manifiesta como una relajación de deformaciones. En la Figura

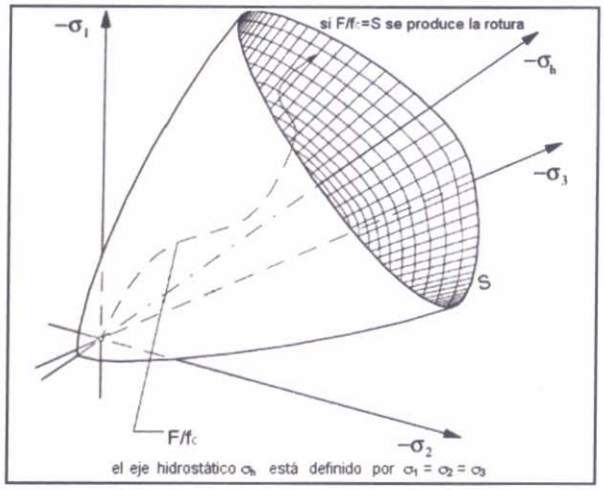


Figura 5 - Superficie de rotura S y Función de carga F/fc

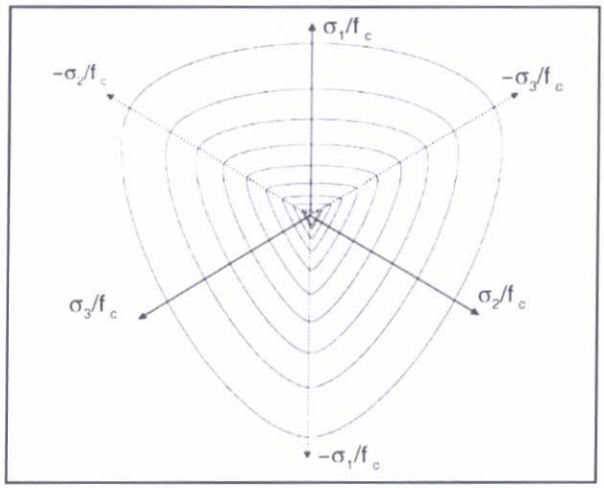


Figura 6 - Evolución de la tensión desviadora en Función de ξ = σh / fc (coordenada sobre el eje hidrostatico)

7 se esquematizan los dos modelos de fisura descriptos.

Los modelos más difundidos para la fisuración difusa son el de Bazant y el de Hillerborg que se muestran en la Figura 8 y pueden estudiarse con mayor profundidad en las referencias [6] y [7]. Allí pueden observarse comparativamente las curvas de ablandamiento para cada modelo y el área bajo la curva que representa una propiedad del material llamada energía de fractura g_f.

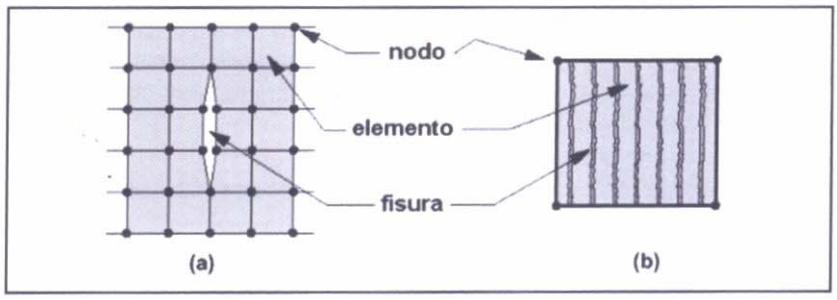


Figura 7 –Modelos de fisura: (a) discreta; (b) difusa

EL ACERO

Comportamiento general

El estudio de las relaciones constitutivas del acero es sin dudas mucho más sencillo que el caso del hormigón, más aún en el caso de las barras de acero embebidas en el hormigón que están sometidas principalmente a un estado uniaxial de tensiones.

Las barras de acero que se utilizan en el hormigón armado son generalmente de sección circular. Para restringir el deslizamiento de las barras respecto al hormigón en que están inmersas se utilizan barras conformadas con protuberancias o nervaduras o rugosidades con distintas formas de manera de garantizar una mejor adherencia entre el acero y el hormigón.

La curva tensión-deformación para un ensayo de tracción uniaxial en una barra de acero puede verse en la Figura 9. Se observa que la curva presenta una porción inicialmente lineal y elástica, un escalón de

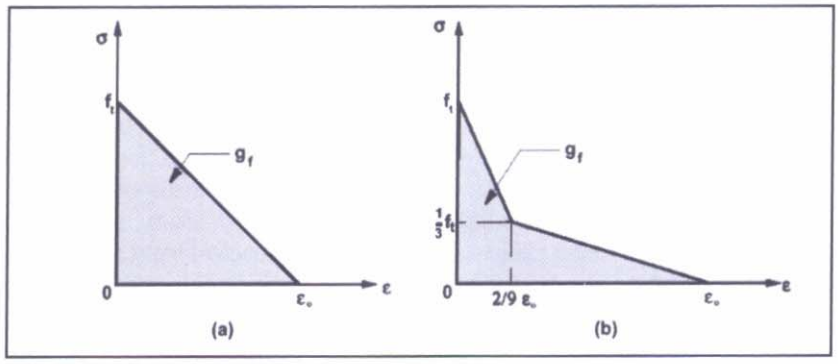


Figura 8 – Curvas de ablandamiento para el hormigón: (a) Bazant; (b) Hillerborg

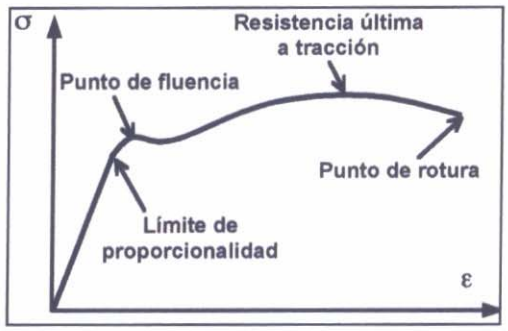


Figura 9 – Curva tensión-deformación para un acero estructural

fluencia, en el cual se incrementan las deformaciones sin aumentar la tensión. Luego comienza a producirse una estricción de la sección y un endurecimiento en el cual la tensión aumenta con la deformación hasta llegar a una tensión máxima para que finalmente la tensión aparente caiga hasta que el acero se fractura con una estricción importante de la sección.

El módulo de elasticidad inicial toma generalmente un valor entre 200000 y 210000 MPa, tanto para compresión como para tracción. El coeficiente de Poisson n puede variar entre 0.25 y 0.30

La tensión de fluencia es una característica significativa de los aceros y es la que se utiliza en general para la designación del tipo de acero. En general se cumple que mientras mayor es este valor, menor es la deformabilidad del material como puede observarse en las curvas de la Figura 10. A medida que aumenta el contenido de carbono en la composición en el acero, aumenta la resistencia y el escalón de fluencia tiende a desaparecer. Puede verse que hay aceros que no poseen un escalón de fluencia bien definido, en estos casos la tensión fluencia se toma generalmente como la tensión que corresponde a una determinada deformación específica, usualmente la correspondiente a $\varepsilon = 0.002$ tal como puede verse reflejado en la Figura 10 para el cable de pretensado.

Las características requeridas para los aceros de barras utilizadas en hormigón convencional son que posea un amplio escalón de fluencia seguido de un endurecimiento gradual, y que además posea escasa variabilidad de la tensión de fluencia con respecto al valor nominal especificado, como el que se puede observar para el ADN420 en la Figura 10. Estas características son recomendables desde el punto de vista del dimensionamiento a rotura. Si el acero muestra un endurecimiento rápido y prematuro, las tensiones en el acero en una sección donde se necesita gran ductilidad pueden sobrepasar la tensión de fluencia en forma excesiva. Esto también ocurriría si la tensión de fluencia real es mayor que la especificada y supuesta en el diseño. En ambos casos, el resultado será que es necesario utilizar mayores factores de sobre resistencia, para protegerse de roturas frágiles o la plastificación en zonas no pensadas.

Como el acero en las construcciones de hormigón armado es utilizado en forma de barras o cables, no es necesario introducir las complejidades de las relaciones constitutivas tridimensionales, ya que es suficiente representarlo a partir de su comportamiento unidimensional.

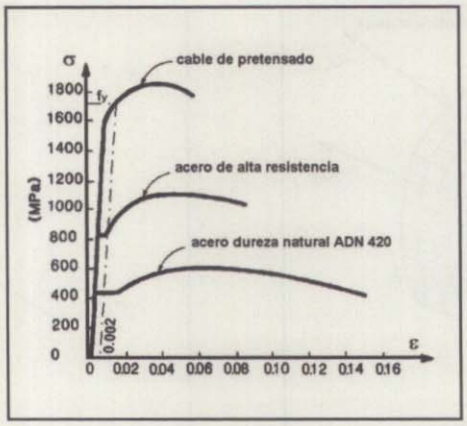


Figura 10 – Curva tensión-deformación para distintos tipos de acero

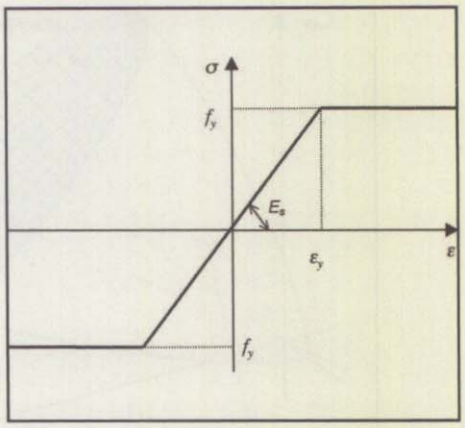


Figura 11 – Modelo elasto-plástico de tensión-deformación para el acero

Modelos que representan el comportamiento

Relación tensión-deformación uniaxial

Para modelar la relación tensión-deformación del acero suele recurrirse a una aproximación bilineal con un modelo elástico-perfectamente plástico como la ilustrada en la Figura 11

Se adopta como tensión de fluencia f_y a aquella que en la que se producen grandes deformaciones para pequeños o nulos incrementos de carga o bien $f_{y\,0.002}$ para aquellos aceros que no tienen un escalón de fluencia bien definido. Este modelo se ajusta con suficiente aproximación para los aceros de bajo contenido de carbono.

Si el acero entra en su etapa de endurecimiento en forma prematura, como suele ser en el caso de los aceros de alta resistencia, el modelo elásto-plástico subestima la tensión del acero para grandes deformaciones específicas. En los casos en que sea necesario evaluar la tensión del aceroa deformaciones muy superiores a la de fluencia es más adecuado tener en cuenta el efecto del endurecimiento introduciendo un modelo bilineal como el de la Figura 12. En este modelo aparecen como parámetros el endurecimiento postfluencia y la tensión y deformación de rotura, parámetros que pueden ser obtenidos de las relaciones experimentales de tensión-deformación del acero estudiado.

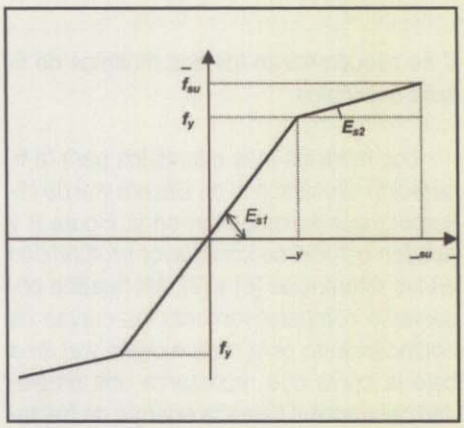


Figura 12 – Modelo bilineal de tensión-deformación con endurecimiento para el acero

Los parámetros característicos resultan ser

$$\varepsilon_y = \frac{f_y}{E_s}$$

deformación específica de fluencia

$E_s = 210$ GPa $= 210.000.000$ KPa

módulo de elasticidad

ADHERENCIA ENTRE EL ACERO Y EL HORMIGON

Comportamiento general

La adherencia es la interacción entre el acero y el hormigón que lo rodea. La trans-

ferencia de fuerzas desde el acero al hormigón puede ser atribuida a tres diferentes fenómenos:

1. La adhesión química entre la pasta de mortero y la superficie de la barra
2. La fricción y el efecto de cuña de pequeñas partículas de arena sueltas entre la barra y el hormigón
3. La interacción mecánica entre el acero y el hormigón

La adherencia de barras lisas deriva principalmente de los dos primeros mecanismos aunque haya cierta trabazón mecánica causada por la rugosidad de la superficie de la barra. Las barras conformadas tienen mejor adherencia que las barras lisas debido a que la mayor parte de la fuerza es transmitida al hormigón a través de las aletas de la barra. Las fuerzas de adhesión química y de fricción no son despreciables pero son secundarias y tienden a decrecer cuando las barras de acero comienzan a deslizarse.

Como las tensiones de adherencia en los elementos de hormigón armado parten de un cambio en la fuerza del acero a lo largo de su longitud, el efecto de la adherencia es más pronunciado en los anclajes de las barras y en la cercanía de las fisuras.

En el análisis simplificado de estructuras de hormigón armado se asume generalmente que hay una compatibilidad completa de deformaciones entre el acero y el hormigón, lo cual implica una adherencia perfecta. Esta hipótesis es apropiada en regiones donde la transferencia de tensiones entre los dos componentes es de menor importancia. En las zonas de alta transferencia de tensiones, tal como en las cercanías de las fisuras, la tensión de adherencia está relacionada con el desplazamiento relativo entre la armadura y el hormigón.

Para la determinación de la relación entre las tensiones de adherencia y el desplazamiento se recurre a ensayos de adherencia. En estos ensayos la tensión de adherencia es determinada a partir del cambio en la tensión del acero para una cierta longitud, que usualmente es tomada en 5 diámetros y el desplazamiento relativo es medido externa o internamente. Esto hace que sea imposible establecer una relación puntual exacta ya que la medida obtenida generalmente representa un promedio de esa relación a lo largo de la longitud de la interface, y más aún el hecho de que la tensión de adherencia sea derivada de los cambios en la tensión del acero hace que el resultado sea muy sensible a errores experimentales. La relación adherencia-desplazamiento también depende de la posición de las barras, la condición superficial de las mismas, el estado de carga, las condiciones de borde y la longitud de anclaje de las armadura. Ante todas estas dificultades, históricamente se han propuesto diferentes relaciones experimentales para representar esta relación.

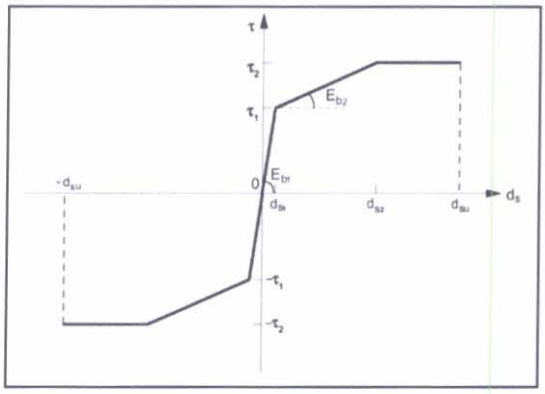


Figura 13 – Curva tensión de adherencia-desplazamiento

Modelos que representan el comportamiento

Un modelo sencillo para representar comportamiento de la interface acero-hormigón es el modelo trilineal de tensión de adherencia-desplazamiento que aparece en la Figura 13. Los parámetros del modelo pueden ser derivados de las propiedades obtenidas de ensayos. Este modelo en una buena aproximación del comportamiento real en los casos en que no exista un deslizamiento significativo que lleve a un deterioro importante del hormigón asociado a la adherencia.

Hay que destacar que este modelo puede ser utilizado cuando las cargas son monotónicas y siempre y cuando no existan fallas de anclaje. Para casos más complejos como ser el de cargas cíclicas y problemas de anclaje, existen modelos más sofisticados de adherencia-desplazamiento que pueden consultarse en la referencia [8].

EL METODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS Y EL HORMIGON ARMADO

Introducción

La técnica del método de los elementos finitos es ampliamente utilizada en los cálculos ingenieriles y es esperable que se incremente notablemente su uso en un futuro cercano. El método es utilizado para el análisis de sólidos y estructuras, transferencia de calor, fluidos, electromagnetismo, acústica, se podría decir que virtualmente es utilizable en cualquier campo del análisis ingenieril..

Si bien el fundamento teórico del método data de los desarrollos variacionales para el análisis de problemas estructurales, realizados por Galerkin y otros, las aplicaciones prácticas aparecieron con el advenimiento de la computadora digital. Estas aplicaciones se iniciaron a principios de la década de 1960 y a partir de allí un gran número de investigadores lo han continuado mejorando constantemente.

Un punto importante a tener en cuenta es que siempre hay que adoptar un modelo matemático de un problema físico y se resuelve ese modelo. El método de elementos finitos es utilizado para resolver modelos matemáticos extremadamente complejos pero es importante recalcar que la solución numérica que da el método nunca puede contener más información que la incluida en el modelo matemático. Es por ello que hay que poner énfasis en el modelo matemático adoptado, ya que cuanto más se aparta esta idealización del problema físico real, más se aleja la predicción obtenida. Además es necesario recordar que no es posible predecir el problema físico en forma exacta ya que es imposible reproducir aún con los modelos matemáticos más refinados toda la información presente en la naturaleza del problema físico. Una vez que el modelo matemático ha sido resuelto adecuadamente y los resultados son interpretados, podemos decidir en utilizar un modelo matemático más complejo de manera de incrementar nuestra aproximación al problema físico.

El método de elementos finitos, de igual forma que en un análisis de ingeniería estructural, determina el comportamiento general de la estructura dividiéndola en un cierto número de elementos sencillos, cada uno de los cuales tienen propiedades mecánicas y físicas bien definidas. Una so-

mera descripción del funcionamiento del método de los elementos finitos simplemente lleva a decir que para calcular una estructura hay que dividirla en un número finito de elementos, no necesariamente del mismo tamaño, forma y propiedades, resolver las ecuaciones diferenciales que gobiernan el comportamiento de cada elemento, compatibilizar la interacción entre ellos para finalmente resolver el sistema de ecuaciones generado y obtener el comportamiento de la estructura completa. De más está decir que una explicación detallada del método de los elementos finitos excede el alcance del presente trabajo. El desarrollo completo del método puede encontrarse en la referencia bibliográfica [9].

Elemento Finito de Barra para el Acero

Generalidades

El modelado de las barras de acero puede realizarse de dos formas: una con el modelo de armadura distribuida incorporado al elemento hormigón armado y la otra usando elementos de barra conectados a los nodos del elemento sólido. En cualquiera de los dos casos, la respuesta elasto-plástica del acero puede ser incluida.

El modelo de armadura distribuida se encuentra incorporado al elemento especializado para hormigón armado en donde se considera a la armadura distribuida uniformemente en el interior del elemento. Tiene como beneficios la facilidad para su modelado y la alta eficiencia a la hora del análisis y como contras que la falla de la barra de acero no siempre es la apropiada para elementos con áreas no uniformes y que resulta muy difícil obtener la fuerza interna que toma la armadura. Tampoco puede imponérsele fuerzas de pretensado ni tensiones de adherencia.

Utilizar un elemento de barra independiente para las armaduras y cables de acero es la otra opción disponible para representar el hormigón armado. En este caso se utiliza un elemento lineal de barra como el que se ilustra en la Figura 14. Una de las ventajas de modelar el acero de esta forma es que se pueden adaptar las armaduras a cualquier forma deliberada y pueden verse en forma directa las fuerzas internas que aparecen en las barras y cables. La armadura queda unívocamente orientada al definirse su nodo inicial y su nodo final. Otras ventajas son la posibilidad de generar fuerzas de pretensado y simular los fenómenos de adherencia como se verá más adelante. El modelo en general resulta ser más complejo que para armadura distribuida, necesita un nodo en común para conectase con el hormigón y también es esperable que aparezcan fenómenos de concentración de tensiones en la respuesta del hormigón.

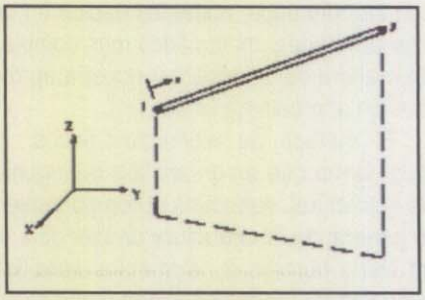


Figura 14 – Elemento de barra tridimensional

El modelo de armadura distribuida y el ingreso de datos es descripto más adelante cuando se detalla el elemento finito para el hormigón armado.

Ingreso de datos

Este elemento necesita los siguientes parámetros básicos, agrupados en propiedades características de la sección, propiedades lineales del material y una tabla de dato que gobierna el comportamiento no lineal de la relación tensión-deformación del acero.

Propiedades características de la sección

A_s Área de la barra o cable de acero

ε_o Deformación específica inicial.

Propiedades lineales del material

E_s Módulo de elasticidad

P_e Peso específico o densidad del acero

Comportamiento no lineal

f_y Tensión de fluencia

σ–ε Relación de tensión-deformación uniaxial del acero

De no contar con resultados de ensayos específicos para determinar las propiedades y la relación tensión-deformación del acero empleado, puede utilizarse alguno de los modelos que representan el comportamiento del acero descriptos en la página 10.

En caso de no ingresar la tabla correspondiente al comportamiento no lineal del acero, el mismo es tratado como un material elástico lineal.

La deformación específica inicial eo es utilizada para introducir la fuerza de pretensado en cables. Así, para introducir una fuerza de pretensado Po en un cable de área As, se utiliza la siguiente expresión para la deformación específica inicial:

$$\varepsilon_o = \frac{P_o / A_s}{E_s}$$

Elemento Finito Especializado para Hormigón Armado

Generalidades

Los programas comerciales de elementos finitos generalmente incluyen modelos numéricos especiales para la respuesta no lineal del hormigón bajo carga. Estos modelos generalmente incluyen la analogía de la fisuración difusa para tener en cuenta la baja resistencia a tracción del hormigón, un algoritmo de plasticidad para simular el aplastamiento del hormigón en las regiones de compresión y un método para especificar la cantidad, distribución y orientación de la armadura interna. Este es precisamente el modelo numérico adoptado por el programa ANSYS que ha sido utilizado para la validación del presente trabajo y cuyas características se describirán a continuación.

El elemento utilizado para modelar el hormigón, es un elemento sólido isoparamétrico de 8 nodos con tres grados de libertad en cada nodo que son los desplazamientos nodales en las direcciones espaciales x, y, z y se muestra en la Figura 15. También posee 8 puntos de integración en su interior, donde se verifican las condiciones de rotura del material (Figura 16). El elemento tiene capacidad para deformaciones plásticas, fractura en tres direcciones ortogonales y aplastamiento. También tiene la posibilidad de simular fenómenos de fluencia lenta o creep del hormigón. Puede ser utilizado para el modelado de elementos sólidos con o sin armaduras de acero. Las armaduras son capaces de tomar tracciones y compresiones, pero no corte por efecto pasador. Las armaduras

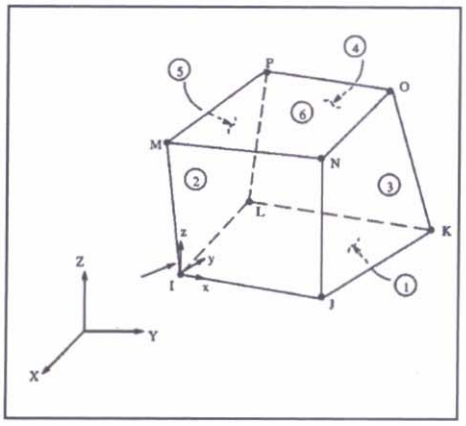


Figura 15 – Elemento de hormigón armado tridimensional

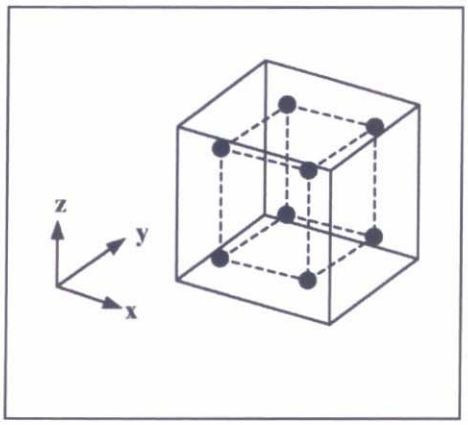


Figura 16 – Puntos de integración del elemento hormigón

también tienen capacidad de deformación plástica, creep y relajación.

Está compuesto básicamente de dos partes:

- un elemento general de 8 nodos pero asociado al criterio de rotura tridimensional del hormigón tal como se describió previamente bajo el título Criterios de rotura en la página 5.
- un modelo de armadura distribuida que permite orientar 3 conjuntos independientes de barras de acero dentro del elemento, con distintas propiedades incluyendo la no linealidad en el acero.

La geometría y ubicación de los nodos para este tipo de elementos se muestran en la Figura 15

Fisuración

En la fisuración difusa, la presencia de una fisura en un punto de integración esta representada por la modificación de las relaciones tensión-deformación introduciendo un plano de debilidad en la dirección normal a la cara de la fisura. La simbología que representa la aparición de una fisura en un punto de integración se observa en la Figura 17.

Aparece también un coeficiente de transferencia de corte en tracción β_t el cual representa un factor reducción de la resistencia al corte para aquellas cargas subsiguientes que induzcan deslizamiento (corte) a lo largo de la cara de la fisura. β_t toma valores entre 0 y 1. El valor 0 indica que no hay transferencia del esfuerzo de corte una vez que se abre la fisura, en cambio el valor 1 indica que la transferencia de corte es completa para la fisura abierta.

El modelo de resistencia para el hormigón fisurado es el siguiente

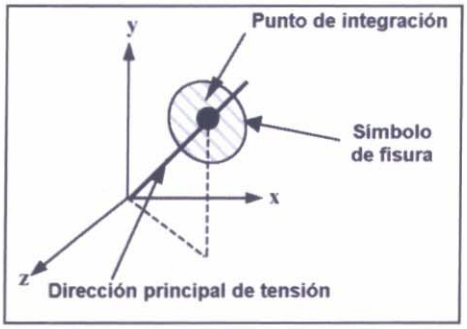


Figura 17 – Simbología de la fisura perpendicular a la dirección de la tensión principal

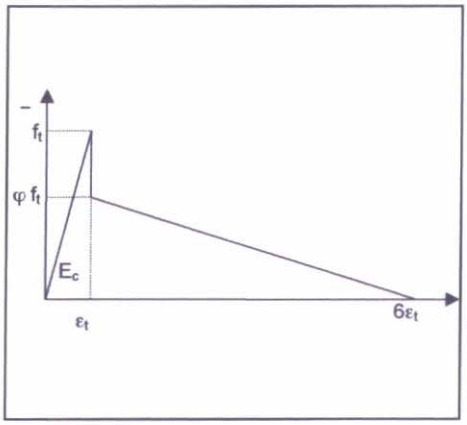


Figura 18- Resistencia del hormigón fisurado

E_c es el módulo de elasticidad del hormigón, f_t es la tensión de rotura a tracción uniaxial y φ es el factor de relajación de tensiones de tracción, que por defecto puede ser tomado como 0.6. Si no se opta la relajación de tensiones, φ toma el valor 0 y la curva se anula para ε_t.

Si la fisura se cierra, se transmiten todas las tensiones de compresión normales al plano de fisura y se introduce un coeficiente de transferencia de corte a compresión β_c que reduce la transmisión del corte para los deslizamientos a lo largo de la cara de la fisura que induzcan las cargas subsiguientes. El valor que puede adoptar el coeficiente β_c es entre 0 y 1 valores que tienen similar significado al descrito previamente para el coeficiente β_t pero para una fisura que se ha cerrado.

Aplastamiento

Si el material falla por compresión uniaxial, biaxial o triaxial en un punto de integración, entonces se asume que el material ha sufrido aplastamiento en ese punto. El aplastamiento está definido como el deterioro completo de la integridad estructural del material.

En condiciones donde el aplastamiento ha ocurrido, se asume la resistencia del material se ha degradado al límite de que su contribución a la rigidez del elemento puede ser ignorada en el punto de integración en cuestión.

Ingreso de datos

En una aplicación práctica, este elemento necesita los siguientes parámetros básicos, agrupados en propiedades lineales del material, y dos tablas de datos: una que gobierna los criterios de rotura y otra que rige el comportamiento no lineal de la relación tensión-deformación.

Propiedades lineales del material

E_c Módulo de elasticidad

ν Coeficiente de Poisson

P_e Peso específico o densidad del hormigón

Criterios de rotura

β_t Coeficiente de transferencia de corte para una fisura abierta

β_c Coeficiente de transferencia de corte para una fisura cerrada

f_c Tensión de rotura a compresión

uniaxial del hormigón

f_t Tensión de rotura a tracción uniaxial del hormigón

Comportamiento no lineal

$\sigma-\varepsilon$ Relación de tensión-deformación uniaxial del hormigón

Para la adopción de estos parámetros, lo ideal sería contar con ensayos adecuados para su obtención, pero según la disponibilidad técnica y económica para su realización y el caso que se esté analizado pueden aplicarse con suficiente aproximación los modelos que representan el comportamiento del hormigón descriptos en la página 3.

Las propiedades de rotura y no linealidad del hormigón pueden ser activadas o desactivadas. Por ejemplo puede indicarse no tener en cuenta la fisuración del hormigón o bien el aplastamiento del mismo. Del mismo modo, si no se ingresa una tabla que contemple el comportamiento no lineal del hormigón, el mismo será simulado con un modelo elástico lineal.

Este elemento tiene la posibilidad de incorporar el modelo de armadura distribuida tal como se describe en la página 13 cuando se definen las formas disponibles para modelar las barras. Pueden incorporarse hasta tres conjuntos independientes de armadura, cada uno con su orientación, densidad y material correspondiente. Los datos a ingresar para cada conjunto de armaduras son los siguientes:

Orientación (Figura 19)

θ Ángulo en grados respecto al eje x del elemento

ϕ Ángulo en grados respecto al plano x-y del elemento

Propiedades características de la sección

ρ Cuantía volumétrica de acero: volumen de acero respecto al volumen del elemento

Propiedades lineales del material

E_s Módulo de elasticidad del acero

P_e Peso específico o densidad del acero

Comportamiento no lineal

f_y Tensión de fluencia del acero

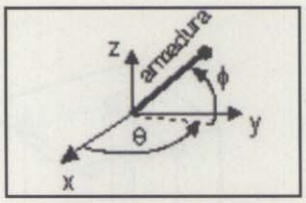


Figura 19 – Orientación de la armadura distribuida

$\sigma-\varepsilon$ Relación de tensión-deformación uniaxial del acero

De no contar con resultados de ensayos específicos para determinar las propiedades y la relación tensión-deformación del acero empleado, puede utilizarse alguno de los modelos que representan el comportamiento del acero descriptos en la página 10.

En caso de no ingresar la tabla correspondiente al comportamiento no lineal del acero, el mismo es tratado como un material elástico lineal.

Elemento Finito para representar la Adherencia Acero-Hormigón

Generalidades

El modelo de armadura distribuida no puede representar los efectos de la adherencia entre el acero y el hormigón. Al igual que cuando se modela con barras discretas y se produce los elementos de acero y hormigón comparten el nodo, se está considerando la adherencia perfecta entre ambos componentes.

Para modelar la adherencia entre el acero y el hormigón es necesario introducir un elemento especial, un resorte no lineal. Este elemento no tiene dimensiones físicas, los dos nodos que conecta ocupan la misma posición en la malla de la estructura sin deformar. El elemento de la armadura se conecta por un nodo al elemento resorte no lineal y el otro nodo del resorte se comparte con el hormigón. Este hecho hace que el mallado alcance una complejidad mayor. La transferencia de fuerzas se realiza por medio del resorte al cual se le puede asignar una respuesta como la evaluada en la página 12 cuando se describió un modelo para representar la adherencia. El resorte tendrá un determinado nivel de carga de acuerdo al deslizamiento entre la barra y el hormigón el cual queda plasmado por la separación de los dos nodos que lo componen. El resorte deberá ser orientado en la misma dirección que la barra de manera de representar efectivamente la dirección correspondiente a la fuerza que se transmite en la interface.

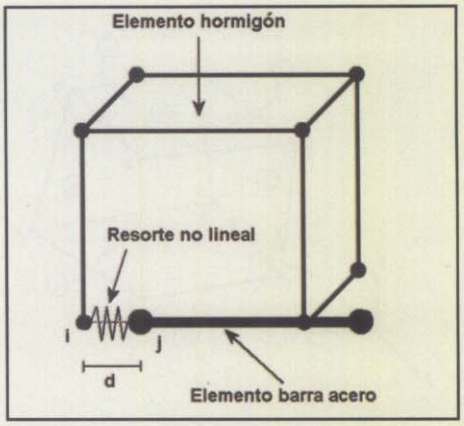


Figura 20 – Modelado de la adherencia entre el acero y el hormigón

En la Figura 20 se observa cómo el elemento con el resorte no lineal se vincula con el elemento barra y con el elemento hormigón. Como se mencionara previamente, en el modelo no deformado los nodos i y j son coincidentes. Una vez que el modelo entra en carga, los nodos i y j se separan una distancia d en la dirección de la barra que representa el deslizamiento entre el acero y el hormigón. Según el modelo no lineal adoptado, ese deslizamiento d introducirá la fuerza de adhesión correspondiente entre el acero y el hormigón.

Salvo que se esté realizando un análisis especial de anclajes, deformaciones ante fisuraciones excesivas u otro estudio en el que la adherencia juegue un papel preponderante, debido a que entre el acero y el hormigón en general existe un anclaje bastante bueno y en estos casos el deslizamiento entre las barras de acero y el hormigón no tiene significativa importancia, es que en la mayoría de los casos puede despreciarse.

Ingreso de datos

Para tener en cuenta la adherencia entre el acero y el hormigón este elemento necesita los parámetros del comportamiento no lineal de la relación fuerza-desplazamiento del resorte.

Comportamiento no lineal

F-d Relación de fuerza-desplaza-

miento uniaxial del acero

Debido a que el resorte trabaja con fuerzas y desplazamientos en lugar de tensiones como el modelo de la página 12, hay que convertir las tensiones de adherencia de este modelo en fuerzas concentradas en el resorte aplicando la fórmula

$$F = \tau \cdot \chi \cdot l$$

con τ la tensión de adherencia

χ el perímetro nominal de la barra de acero dado por $\pi \cdot \phi_n$

l la suma de las longitudes que aportan al resorte cada una de las barras de acero que concurren al mismo

APLICACION PRACTICA

Introducción

El desarrollo práctico del presente trabajo fue promovido ante la posibilidad única e irrepetible de ensayar una viga a escala real para verificar la aplicabilidad del método de elementos finitos en el análisis tridimensional de estructuras de hormigón armado. El concepto de única e irrepetible esta basado en dos ideas: una que a corto plazo difícilmente contemos en la Repartición con fondos suficientes para desarrollar una investigación en la cual se moldeen elementos de hormigón armado a escala real para ensayarlos en forma destructiva; la otra está asociada más bien a la confianza en que sucesos como los que llevaron a poder realizar esta investigación no se vuelvan a repetir.

El estudio está basado en los inconvenientes surgidos con la paralización de las obras de la Ruta Provincial N° 6, acaecida en el año 2001. En el tramo VIII, entre la Ruta Nacional N° 9 y la Ruta Nacional N° 193, está prevista la construcción de varias obras de arte sobre ríos, arroyos, caminos y vías férreas. Al momento de la suspensión de las obras, la mayoría de las vigas pretensadas correspondientes a estos puentes ya estaban terminadas y almacenadas en un predio del barrio Bosch en el partido de Zárate. Con el transcurrir de los años, tanto estas vigas como otros elementos de las obras de arte ya construidos (pilares, estribos, muros de contención, etc), comenzaron a ser objeto de diversos actos de vandalismo, como ser el corte de los conectores de las vigas pretensadas, corte de la armadura en espera en estribos y contrafuertes, hurto de durmientes en donde apoyaban las vigas, extracciones de suelo seleccionado en el depósito de vigas entre otros. También, algunas de las vigas sufrieron inclinaciones respecto a la vertical ya que sufrieron asentamientos diferenciales los durmientes en los que se apoyaban.

La mayoría de estos problemas fueron resueltos técnicamente sin inconvenientes. Sólo quedaba establecer un criterio para la aceptación o rechazo de las vigas que por diferentes motivos habían perdido su verticalidad. En ellas, a simple vista se podía observar un importante alabeo producto de su inclinación.

El problema físico a resolver es básicamente un problema de flexión oblicua. Con la teoría lineal de barras fue posible determinar las tensiones en las secciones y compararlas con las máximas admisibles establecidas por el reglamento de hormigón armado vigente. Pero no obstante esto, por los motivos expuestos en el primer párrafo de este título, se decidió profundizar la investigación de estos casos.

Este es el punto de inflexión donde se aplican en forma práctica todos los conceptos teóricos volcados previamente con el fin de convalidarlos.

Características de las vigas

Ante el requerimiento del Departamento Obras de Arte, la empresa contratista realizó las mensuras correspondientes vigas que presentaban visibles apartamientos de la vertical y que en principio deberían ser motivo de rechazo. Los resultados de estas mensuras se encuentran volcados en la Tabla 1. Pueden verse distintos

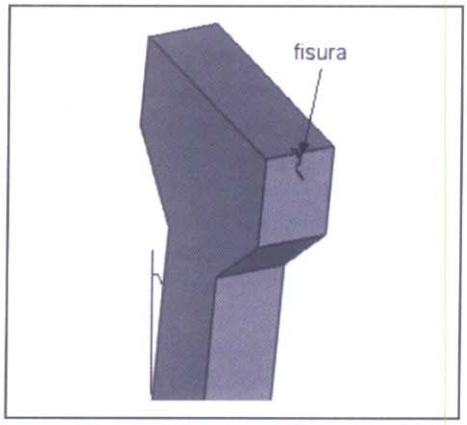


Figura 21 – Ubicación y tamaño aproximado de la fisura detectada en la sección central

grupos de vigas correspondientes a los puentes sobre rotonda de la avenida Mitre, arroyo Pesquerías, la rama 6 y vías del ferrocarril. Las correspondientes a la Avda. Mitre tienen una longitud total de 27.60m, al arroyo Pesquerías casi 20m y en las de rama 6 la longitud era de poco más de 16m. También puede observarse que había 4 vigas que se encontraban volcadas completamente que evidentemente resultaron rechazadas. El resto de las vigas tenían inclinaciones que oscilaban entre el grado y casi los 13°.

Los casos más significativos resultaron ser los de las vigas de la Avda. Mitre, y específicamente en una de sus vigas, la denominada como V13, en la cual se midió un desvío vertical de 12.59° y una deflexión lateral de 15 centímetros. Sobre la derecha de la Fotografía 1 puede verse la inclinación de esta viga, como así también el corte al ras de los conectores que sufrió la viga que se encuentra a la izquierda en toda su longitud. Esta misma viga puede ob-

Denominaci–n en obra	Corresponde a puente	Longitud te–rica	Longitud real	Flecha Horizontal	Inclinaci–n
V12	MITRE	27.60	27.58	0.04	0?94
V?2	MITRE	27.60	27.58	0.04	3?52
V11	MITRE	27.60	27.59	0.03	3?62
V9	MITRE	27.60	27.57	0.03	3?81
V14	MITRE	27.60	27.58	0.03	3?81
V15	MITRE	27.60	27.59	0.09	6?94
V13	MITRE	27.60	27.58	0.15	12?59
V10	MITRE	27.60	27.60	0.06	7?59
V5	PESQUERIAS	19.97	19.97	0.01	2?38
V7	PESQUERIAS	19.97	19.94	0.02	4?38
V?1	PESQUERIAS	19.97	19.92	0.05	4?95
V8	PESQUERIAS	19.97	19.93	0.04	5?71
V3	RAMA 6	16.05	15.96	0.02	7?21
V2	RAMA 6	NO SE PUDO MEDIR			90?
V1	FFCC	NO SE PUDO MEDIR			90?
V4		NO SE PUDO MEDIR			90?
V6		NO SE PUDO MEDIR			90?

Tabla 1 – Inclinaciones y flechas horizontales medidas en vigas

servarse en la Fotografía 2 desde una vista superior que permite visualizar su alabeo. Es importante destacar que en la inspección realizada en el mes de marzo de 2004 por el Departamento Obras de Arte se detectó en esta viga una fisura de aproximadamente 5cm de longitud y 0.1mm de abertura en la sección central sobre un lateral de la cabeza como se muestra en la Figura 21.

El altonivel sobre la rotonda de la avenida Mitre está proyectado con dos superestructuras paralelas tipo viga, cada una con un ancho total de 11.50m y una longitud de 140.74m. En cada calzada, la luz total se salvó mediante 5 tramos simplemente apoyados en los que se proyectaron 7 vigas pretensadas SSOP tipo IV de 1.40m de altura y de 27.60m de luz. En total según proyecto, este altonivel contabiliza 70 de estas vigas.

En la Figura 22 se muestra un corte transversal del puente a la altura de uno de los pilares intermedios.

Como se mencionara previamente, las vigas pretensadas son de tipo SSOP tipo IV de 1.40m de altura. Tienen una longitud total de 27.60m. En la Figura 23 puede verse una vista de la mitad izquierda de la viga y en la Figura 24 un corte transversal de la misma con el detalle de las dimensiones y armaduras longitudinales adoptadas.

Fotografia 1 - A la derecha , vista lateral de la viga con inclinación 12,59°

Fotografia 2 - En el centro , vista superior de la viga con inclinación 12,59°

En la Figura 25 se observa el replanteo del cable medio en la mitad derecha de la viga pretensada. Este cable fue proyectado para tomar una carga de postesado de 319 Tn a tiempo infinito, es decir incluyendo las pérdidas reológicas y friccionales.

El hormigón armado proyectado para el hormigonado de estas vigas es del tipo H25, con una resistencia característica en compresión a 28 días de 25MPa.

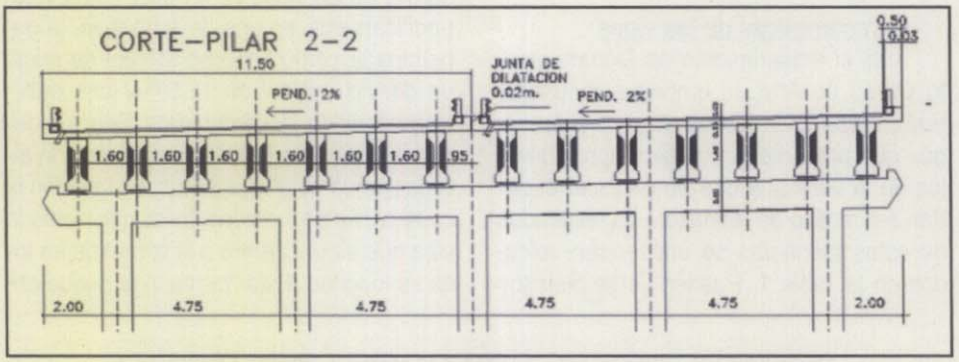


Figura 22 – Corte transversal del puente

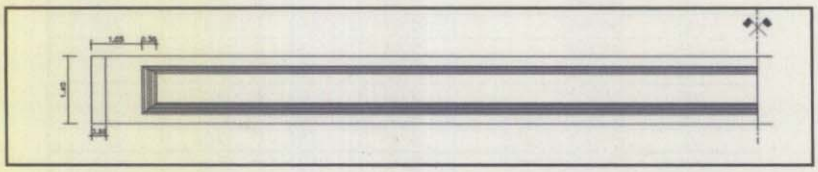


Figura 23 – Semivista lateral de la viga

Análisis por el Método de los Elementos Finitos

Estrategias para el modelado

De acuerdo los conceptos volcados cuando se discutió la implementación de los modelos de elementos finitos en el hormigón armado, llegada la hora de desarrollar un modelo se deben adoptar una serie de hipótesis simplificativas de manera de que el modelo no resulte extremadamente complejo para los resultados buscados. Tampoco estas simplificaciones se deben llevar al extremo de no permitir obtener un modelo representativo del problema físico estudiado.

Relaciones tensión-deformación para los materiales

En este caso no se contaba con ensayos realizados ni para el acero ni para el hormigón. A consecuencia de ello resulta necesario adoptar los modelos adecuados de acuerdo a las resistencias requeridas por proyecto. En el caso del hormigón, se utilizaron las bases para el cálculo de estructuras que enuncia el Reglamento CIRSOC 201 vigente para derivar los parámetros característicos[11].

El hormigón armado de las vigas el del tipo H25. Esto indica que tiene una resistencia característica a compresión uniaxial fck de 25 MPa. El concepto de resistencia característica se basa en que el 95% de las probetas tiene una resistencia mayor que la característica. Si se estudiara a estas vigas con un modelo basado en la re-

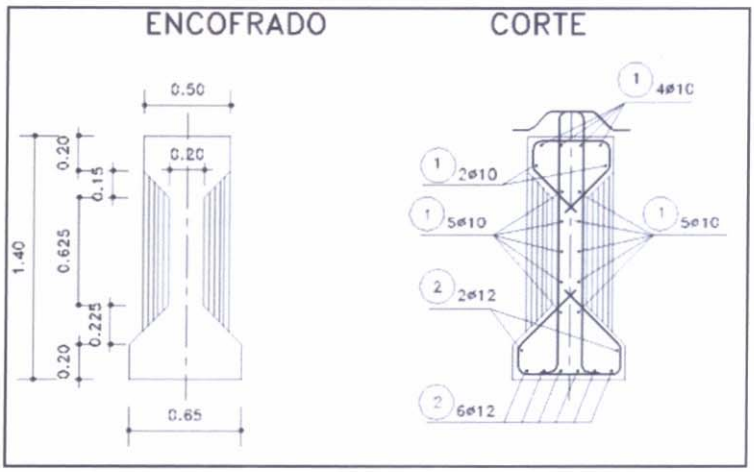


Figura 24 – Plano de encofrado y corte de la viga

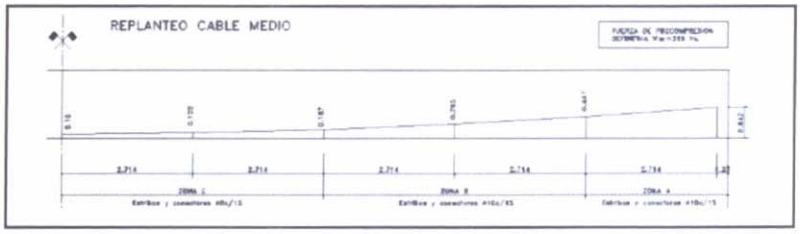


Figura 25 – Replanteo del cable medio de pretensado de la viga

sistencia característica f_{ck}, podríamos decir que la posibilidad que el hormigón rompa para f_{ck} es remota. Probabilísticamente, las vigas tendrán una resistencia mayor a la que correspondería para f_{ck}. Considerando una distribución gaussiana, es más probable que las vigas respondan a una resistencia media f_c. De acuerdo al reglamento CIRSOC 201, de acuerdo a la dispersión de resultados, las resistencias están relacionadas por la siguiente fórmula

$$f_{ck} = f_c\ (1\text{-}1.645\ .\delta)$$

siendo δ el factor de dispersión o desviación estándar que depende de la calidad en la elaboración del hormigón.

Si se adopta una buena calidad en la elaboración que implica una baja dispersión, el desvío puede llegar a tomar un valor de 0.10, con lo que la expresión para obtener la resistencia media del hormigón a partir de su resistencia característica estaría determinada por

$$f_c = \frac{f_{ck}}{0.8355}$$

Para el hormigón H25 con f_{ck} de 25 MPa resulta una resistencia media f_c de 29.92 MPa

A partir de esta resistencia se adoptará un modelo para el comportamiento del hormigón.

El reglamento CIRSOC 201 establece para un hormigón de esta resistencia un módulo de elasticidad E_c de 31333 MPa y un coeficiente de Poisson de 0.2. También, siendo el hormigón de peso normal se adoptó un peso específico de 24 KN/m^3.

Para el modelado de la rotura del hormigón es necesario estimar su resistencia a tracción. La expresión utilizada por el reglamento CIRSOC 201 indica que para valorar la resistencia uniaxial a tracción ft a partir de la resistencia a compresión f_c puede utilizarse la siguiente aproximación

$$f_c = 0.5\ \sqrt[3]{f_c^2} \quad \text{MPa con } f_c \text{ en MPa}$$

Resulta entonces una resistencia a tracción con un valor de 4.72 MPa

También es necesario adoptar valores para los coeficientes de transferencia de corte en las fisuras. El coeficiente β_t para fisuras abiertas fue adoptado en 0.2 y el coeficiente β_c para fisuras cerradas se lo tomó con un valor de 0.9, sin embargo, para el tipo de análisis realizado, estos coeficientes no tienen significativa importancia.

Para modelar el comportamiento no lineal del hormigón es necesario adoptar una relación tensión-deformación. Se optó por compatibilizar la curva de Hognestad descripta con anterioridad a los valores del módulo de elasticidad E_c y deformación específica para la resistencia máxima del hormigón ε_c, que toman valores de 31333 MPa y 0.002 respectivamente. La relación obtenida se grafica en la Figura 26, donde se ve que hasta 1/3 de la tensión de rotura a compresión se consideró el material lineal con el E_c establecido por el reglamento para luego empalmar con la curva de Hognestad que tiene su máxima resistencia para una deformación ε_c de 0.002.

En la viga modelada, existen dos tipos de aceros. Un acero de dureza natural ADN 420 para las armaduras pasivas y un acero especial para pretensado APL 1700 para los cables de la armadura activa.

Al acero ADN420 le corresponde una resistencia de fluencia característica de 420MPa. Contrariamente a lo que ocurre en el caso del hormigón, la variabilidad entre la resistencia media y la característica no es demasiado grande, entre otras cosas porque su proceso de elaboración es mucho más riguroso y porque no resulta conveniente que la resistencia real sea mayor que la de proyecto ya que podría desembocar una sobrecarga del hormigón de la estructura. Es por esto que para su representación se adoptó un esquema bilineal elasto-plástico con un módulo de elasticidad E_s de 210000 MPa y una tensión de fluencia f_y de 420 MPa como se puede ob-

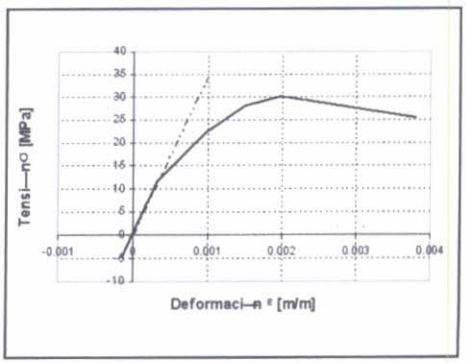


Figura 26 – Relación tensión-deformación adoptada para el hormigón H25

servar en la Figura 27.

La situación es similar para el acero especial APL 1700 para pretensado donde su tensión de fluencia para una deformación específica de 0.002 es de 1700 MPa. El diagrama adoptado también fue el elastoplástico perfecto, descartándose la posibilidad de modelar el endurecimiento después de la fluencia ya que por las características del problema físico estudiado es imposible llegar a la fluencia y siempre trabajará en régimen lineal. El diagrama tensión-deformación para este acero está ilustrado en la Figura 28.

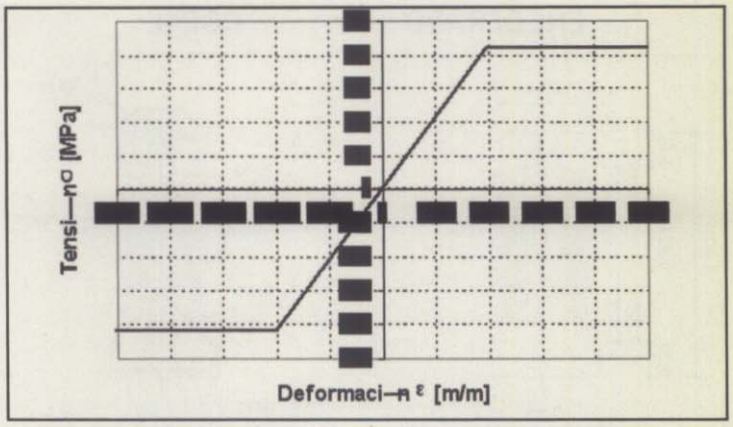


Figura 27 – Relación tensión-deformación adoptada para el acero ADN420 de la armadura pasiva

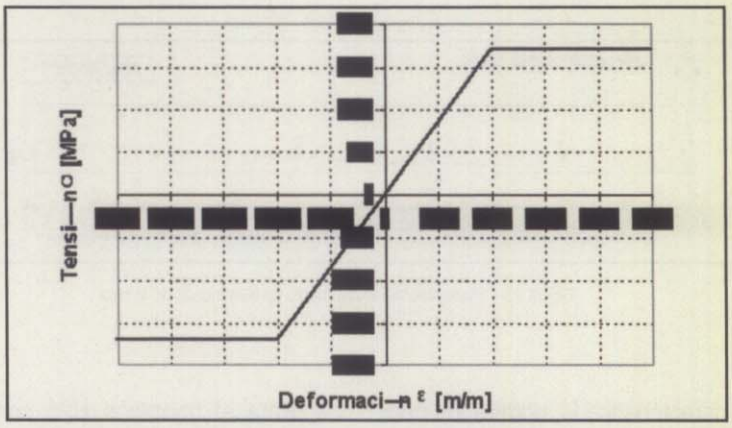


Figura 28 – Relación tensión-deformación adoptada para el acero APL 1700 de los cables de pretensado

Modelado de la viga

Las características detalladas de la viga fueron descriptas previamente en la página 21. La viga tiene dos planos de simetría, uno transversal en la sección central y uno longitudinal que divide la sección transversal en dos partes iguales. Una representación gráfica de la viga completa puede apreciarse en la Figura 29. Por las particularidades del problema donde la única solicitación exterior actuante es la carga gravitatoria. Para una viga sin inclinación, resulta que la carga del peso propio es simétrica respecto a los dos planos antes mencionados, con lo cual modelando solo un cuarto de la geometría es posible extrapolar los resultados a la estructura completa. Al aparecer la inclinación en las vigas, la carga gravitatoria deja de ser simétrica respecto al plano longitudinal, pero continúa siéndolo respecto al transversal, de modo que para modelar la estructura en forma más eficiente se utilizará una mitad de la misma, aplicando la vinculación externa correspondiente a una deformación simétrica en la sección central de la viga.

En los extremos de la viga, como se observa en la vista de la Figura 23, aparece un macizamiento de la sección que obedece a dos principios: alojar los aparatos de anclaje de los cables y proveer la rigidez suficiente para la concentración de cargas que éstos inducen. En el problema que se está analizando, esta sección no tiene una importancia trascendente y no es objetivo de estudio, de modo que puede descartarse el acartelamiento que complicaría el mallado en esa región. Sin embargo, hay que tener en cuenta que en esa región donde se está modelando el hormigón con una sección menor que la real estarán anclados los cables de pretensado. El problema se agrava aún más ya que en el modelo se representará exclusivamente el cable medio, en el cual se concentrarán las fuerzas de todos los cables reales existentes. Para evitar la falta de convergencia del modelo y subsanar este inconveniente, en este caso se ha recurrido a modelar la zona de la sección macizada como un material elástico y lineal, de manera que no introduzca complicaciones numéricas al modelo. Desde ya que cualquier análisis de resultados enfocados a esa región no tiene validez alguna. En la representación de la Figura 30

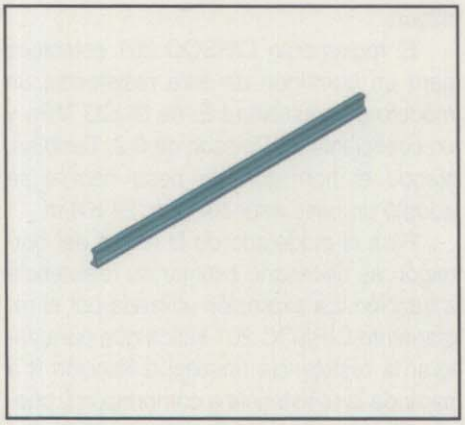


Figura 29 – Modelo sólido completo de la viga

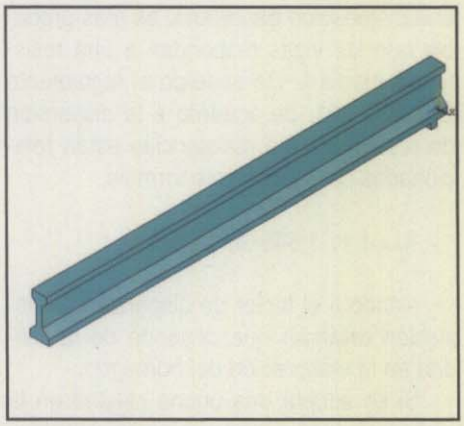


Figura 30 – Modelo sólido simplificado de la semiviga.

se observa el modelo simplificado.

Para modelar las armaduras y cables se adoptaron dos criterios diferentes. En el caso de la armadura pasiva, no se simularon las armaduras de repartición ni comprimidas que para este estudio resultan ser las inferiores, de modo que se despreció su colaboración en la resistencia a compresión debido a que, además de ser reducida, el estudio se dirige principalmente a observar qué ocurre en la zona traccionada. Para la armadura superior se adoptó el criterio de armadura distribuida, tomando las barras ubicadas en la posición indicada en el corte de la Figura 24, se distribuyó su cuantía en los elementos de hormigón que la rodean. Los cables de pretensado fueron modelados en forma discreta, unificando su posición en el cable medio y respetando la traza del mismo descripta en la Figura 25. Al cable medio se le aplicó una deformación específica inicial de manera de introducirle una fuerza de pretensado a tiempo infinito de 3190KN.

Faltaría analizar a esta altura el modelo para representar la adherencia entre acero y hormigón. El problema estudiado no presenta complicaciones en la adherencia por falta de longitud de anclaje de armaduras ni por fisuración, motivo por el cual se simulará la interface acero-hormigón con adherencia perfecta, es decir los elementos del acero estarán rígidamente unidos por un nodo a los del hormigón.

El paso siguiente fue generar el mallado del modelo sólido. Para esto, se siguieron los lineamientos de las investigaciones realizadas en las referencias [12] a [16]. Se adoptó una distribución de elementos dentro de la sección como la esquematizada en la Figura 31. Como los elementos regulares tienen una mejor solución numérica que los irregulares, se trató que los elementos de hormigón sean de la forma más regular posible y la mayor dificultad fue adaptar el mallado a la geometría del cable medio sin romper la premisa de regularidad. En la dirección longitudinal se tomó una longitud de 30 cm para los elementos, salvo en las zonas particulares donde la superficie curva que contiene al cable medio intersecta a las líneas de limitan el talón inferior y en la zona de apoyos. Para obtener un mayor detalle en la sección central los elementos tienen 15 cm de largo. El mallado definitivo está representado en la Figura 32 con un total de 1832 elementos y 2509 nodos para modelar media estructura.

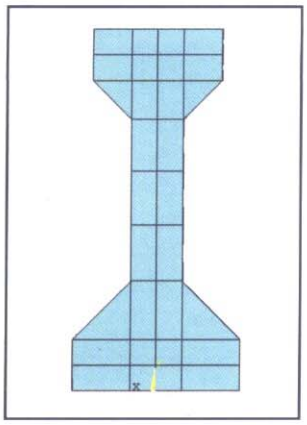


Figura 31 – División en elementos de la sección extrema

En la Figura 33 se muestra los distintos tipos de elementos que conforman el modelo. En parte se han quitado expresamente los elementos de hormigón para poder observar los elementos y el recorrido del cable medio que se encuentra inmerso en el hormigón. Los elementos de hormigón que se encuentran en la parte superior con un color más oscuro son aquellos en los que se ha simulado la armadura pasiva en forma distribuida.

También en la Figura 33 puede observarse que en el extremo derecho que se ha modelado especialmente la región del durmiente donde apoya la viga. El motivo de este detalle es no introducir la concentración de tensiones que podría inducir un apoyo puntual ideal ubicado en la sección de apoyo. El apoyo puntual o en el caso estudiado la línea de apoyos debe ubicarse por debajo del taco en que apoya la viga de la forma indicada en la Figura 34.b. Si se restringe el desplazamiento a toda la base del apoyo, al estar vinculado en forma directa a los elementos del hormigón puede introducir tensiones de tracción que introducen fisuras e inestabilidad numérica en el modelo, como se observa en la Figura 34.a.

Se analizó el modelo para distintas inclinaciones respecto a la vertical de 0° (vertical), 4°, 8° y 12.59°. Como se ha expresado previamente, la única carga externa actuante es el peso de la viga por acción de la gravedad. Para representar las inclinaciones, la viga no fue girada respecto a sus ejes de referencia sino que se introdujo la declinación descomponiendo la acción gravitatoria de acuerdo al ángulo que se quería imponer. Entonces las com-

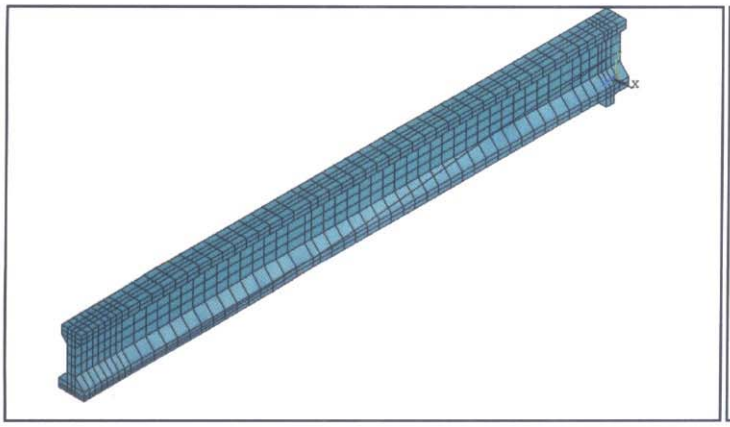


Figura 32 – Modelo de elementos finitos de la semiestructura

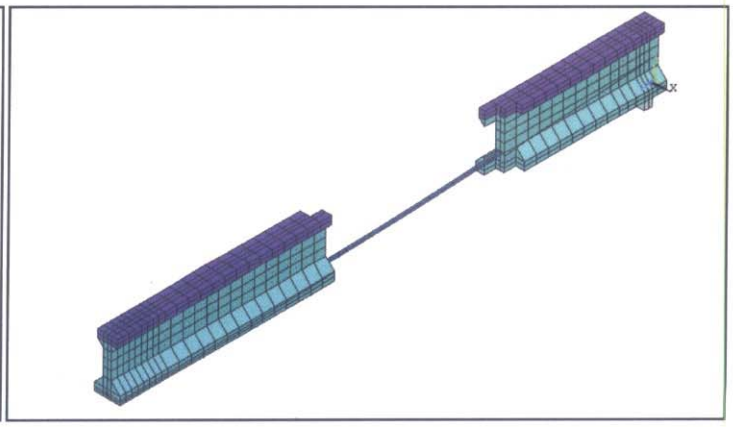


Figura 33 – Distintos elementos utilizados en el modelado de la semiestructura

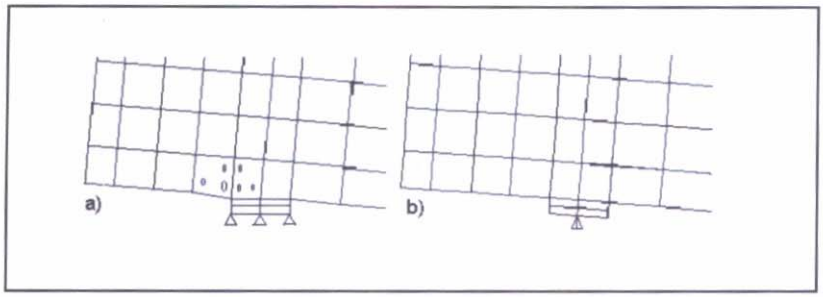


Figura 34 – Modelado de la zona de apoyo a) inadecuado b) correcto

Inclinación en grados	Componente Horizontal	Componente Vertical
0	0.000000	1.000000
4	0.069756	0.997564
8	0.139173	0.990268
12.59	0.217973	0.975955

Tabla 2 – Componentes gravitatorias según la inclinación de la viga

ponentes para cada rotación resultan ser las indicadas en la Tabla 2.

Resultados Obtenidos

El modelo desarrollado hasta aquí fue resuelto para una serie de inclinaciones incluyendo la más crítica de 12.59°. Se analizarán en primera instancia en forma comparativa los resultados para los distintos ángulos para luego hacer un estudio pormenorizado del caso extremo.

En la Figura 35 se representan los desplazamientos verticales obtenidos para la viga sin inclinación cuando actúan el peso propio y la fuerza interna del pretensado. La sección central se levanta respecto a la posición horizontal marcada con trazos negros en poco más de 1 centímetro. El modelo refleja la contraflecha característica de este tipo de vigas cuando se las postesa y se despegan del banco de apoyo. También puede observarse a la derecha el acortamiento elástico de la viga introducido por el tesado del cable, el acortamiento resultante para la viga en toda su longitud resultó ser de 5.2 mm.

En la Figura 36 se grafican los desplazamientos horizontales inducidos por la inclinación de las barras. De arriba hacia abajo corresponden los ángulos de 4°, 8° y 12.59 °. Puede verse como va aumentando la deflexión lateral respecto a la pieza recta a medida que se incrementa la rotación. Un diagnóstico minucioso de los desplazamientos y deformaciones se realizará más adelante en el título siguiente.

También se hizo un análisis de las tensiones longitudinales para cada inclinación viga. En la Figura 37 se grafican estas tensiones en cada semiestructura para 0°, 4°, 8° y 12.59° en ese orden de arriba hacia abajo. También puede observarse en esta figura un tema ya discutido como la concentración de tensiones introducida por el anclaje de los cables de pretensado. En las regiones grisadas a la derecha de cada media viga las tensiones de compresión resultan mayores que 15000 KN. De no haber modelado esa zona de la forma que se hizo, hubiera habido problemas de convergencia numérica debido a que el estado de tensiones que aparece en esa región. De todos modos los resultados obtenidos para esa zona no tienen ninguna correlación con la realidad, de acuerdo a lo discutido previamente.

En la Figura 38 se muestran las tensiones longitudinales en la sección central para los distintos ángulos evaluados. La línea de referencia corresponde al nivel central del apoyo extremo. Los valores numéricos de las tensiones están volcados en la Tabla 3, donde el punto 1 es el vértice superior izquierdo, el 2 el superior derecho, el 3 corresponde al vértice inferior izquierdo y el 4 al inferior derecho. Puede observarse como la sección "baja" y se desplaza a la derecha respeto al punto de apoyo extremo y como va ingresando el eje neutro en la

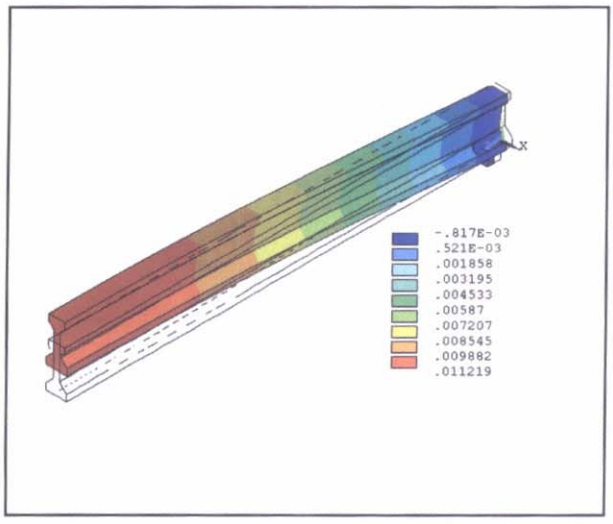


Figura 35 – Desplazamiento vertical [m] en la semiestructura para viga sin inclinar

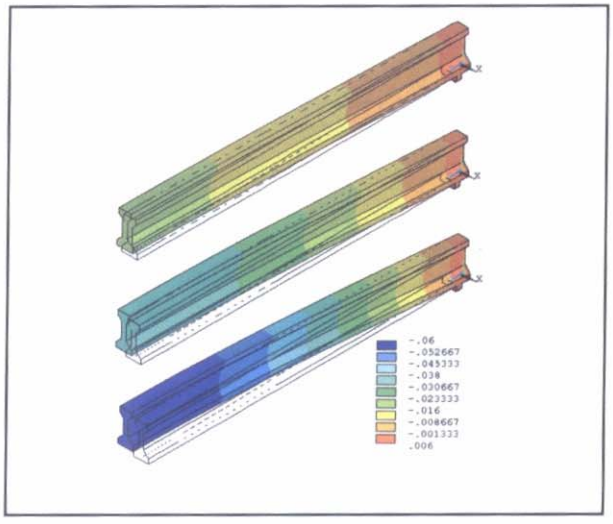


Figura 36 – Apartamiento lateral [m] en la semiestructura para inclinaciones de 4°, 8° y 12.59°

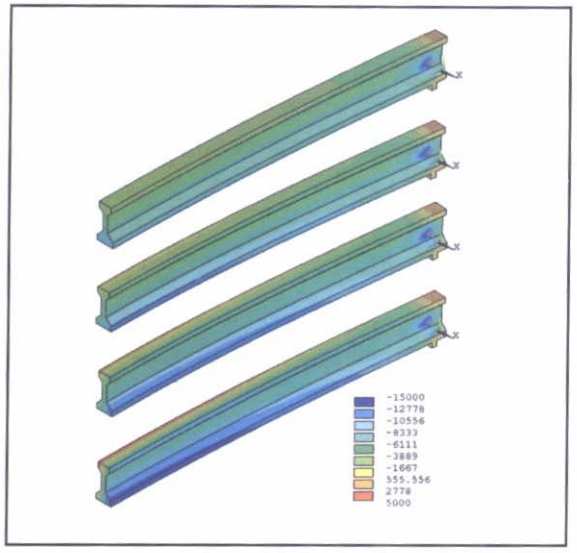


Figura 37 – Tensiones [KPa] longitudinales en la semiestructura para inclinaciones de 0°, 4°, 8° y 12.59°

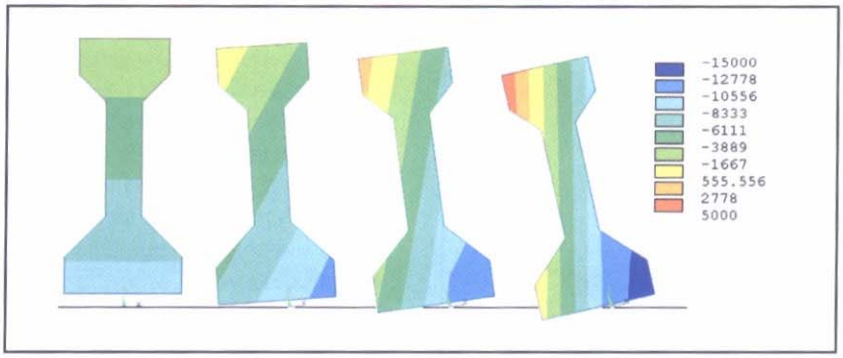


Figura 38 – Tensiones [KPa] longitudinales en la sección central para inclinaciones de 0°, 4°, 8° y 12.59°

Inclinación en grados	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4
0	-2253	-2253	-9202	-9202
4	-260	-4210	-6657	-11281
8	2010	-6284	-4024	-12572
12.59	4906	-8768	-986	-14260

Tabla 3 – Tensiones de esquina en la sección central

sección que se podría estimar que está ubicado dentro de la franja amarilla de tensiones, cercano a la franja naranja y la inclinación que el mismo va tomando.

A esta altura debemos recordar algunas de las resistencias asumidas para el modelo. Para el hormigón se adoptó una resistencia a tracción fc de 4720 KPa. Para la curva en compresión representada en la Figura 26 el hormigón empezaba a alejarse de la relación lineal para una tensión de aproximada de 11500 KPa siendo su máxima resistencia de 29920 KPa.

Para 0° y 4° de inclinación la sección se encuentra en un régimen elástico de tensiones ya que en ningún punto se superan las tensiones elásticas límites. En estos dos casos, las tensiones obtenidas para flexión oblicua con la teoría lineal de barras son prácticamente coincidentes con los resultados del modelo numérico.

Para 8° y 12.59° de inclinación empiezan a aparecer secciones plastificadas. Para 8° el vértice inferior derecho alcanza una tensión de compresión de 12572 KPa que supera los 11500 KPa hasta los que llegaba la relación lineal. En este caso ya aparecen tensiones de tracción en la esquina superior izquierda pero son menores que la resistencia a tracción del hormigón.

Una de las pruebas de fuego del modelo ver si era capaz de predecir la fisura de 5 cm detectada en la sección central de la viga con más de 12° de inclinación. Puede observarse que el vértice superior izquierdo alcanzó una tensión de tracción de 4906 KPa, levemente superior a la tensión de tracción especificada en 4720 KPa con lo cual analizando el modelo se llega a la conclusión que en esa sección aparece una fisura en tracción. Debido a que el tamaño del elemento es de 10cm en vertical, 15 cm en horizontal y 15cm de largo y que el elemento detecta la fisuración para los puntos de integración interiores (Figura 16) donde las tensiones son menores a la resistencia a tracción, esta no es mostrada en forma directa. Esto si ocurre cuando por ejemplo se lleva el ángulo a 13° o más como se hizo en un estudio posterior.

El reglamento CIRSOC 201 vigente establece como tensiones máximas admisibles en esquina para elementos precomprimidos de 16360 KPa para las tensiones de compresión y de 2350 KPa para las tensiones de tracción, de manera que según la presente simulación las vigas que tengan menos de 8° de inclinación estarían encuadradas dentro de las tensiones reglamentarias y no debieran ser rechazadas.

En la Figura 39 se vuelcan las tensiones longitudinales plásticas para la viga con 12.59° de oblicuidad. En color azul aparecen las zonas de la estructura que se encuentran todavía en régimen elástico lineal. Los otros colores que continúan la serie muestran las tensiones que para los sectores que se encuentran en régimen no lineal o plástico. Según el modelo, más de la mitad de la viga ha superado el límite de proporcionalidad en compresión del diagrama tensión-deformación del hormigón en la arista inferior derecha.

Finalmente en la Figura 40 se esquematizan los vectores de tensiones principales en la sección central. Aparecen en la zona superior izquierda tensiones principales de tracción y en el resto de la sección tensiones principales de tracción. Además, como era de esperar, estas tensiones están sensiblemente alineadas con la direc-

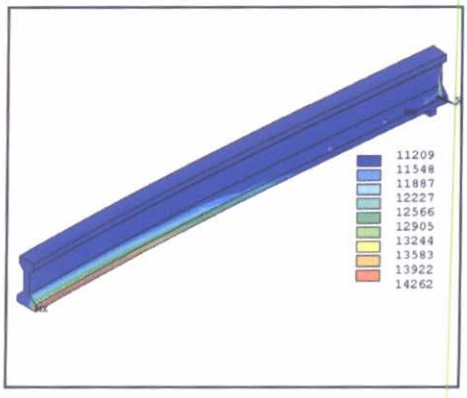


Figura 39 – Tensiones plásticas longitudinales [KPa] en la semiestructura para inclinación de 12.59°

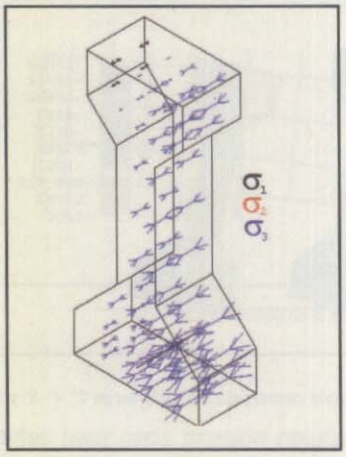


Figura 40 – Vectores de tensiones principales en la sección central para inclinación 12.59°

ción longitudinal.

Verticalización de las vigas

Con la decisión de aceptar las vigas que tengan inclinaciones menores a 8° y rechazar la viga con 12.59° y las otras 4 que se encontraban directamente volteadas, se hizo un último intento para ver si la viga de 12° podría recuperarse. Para esto se solicitó a la empresa contratista verticalizarla y medir la recuperación elástica de la misma. Este proceso también fue utilizado para validar el modelo de elementos finitos.

Para este estudio es necesario introducir el concepto de fluencia lenta o creep del hormigón. Se entiende por fluencia lenta al incremento de las deformaciones en función del tiempo a tensión constante.

La fluencia lenta del hormigón depende principalmente de las condiciones de humedad ambientales, dimensiones de la pieza y de la composición del hormigón, además del grado de endurecimiento alcanzado a la edad de aplicación de las cargas y de la magnitud y dirección de las mismas. La deformación a tensión constante puede expresarse como una función de la deformación elástica inicial a partir de un factor de fluencia φ_t que tiene en cuenta el incremento de la deformación producida por la fluencia lenta, siendo la deformación final a un tiempo t

$$\varepsilon_t = \varepsilon_0 \, (1+\varphi_t)$$

En la Figura 41 se representa una curva típica de deformación bajo carga constante.

Al cargar la pieza, se observa una deformación instantánea o elástica inicial. Si la carga es sostenida con el paso del tiempo las deformaciones se incrementan. Al remover la carga, la pieza tiende a volver a su posición originar, apareciendo una recuperación elástica inmediata para luego tener una recuperación por creep que en este caso se puede decir que está asociada a una "descarga constante" que introduce tensiones en sentido contrario a la carga original. Después de un tiempo, las deformaciones se estabilizan pero nunca llegan a anularse, siempre queda un remanente de deformación llamada permanente.

Existen numerosas y complejas formulaciones para determinar el coeficiente de fluencia φ_t que afecta a las deformaciones iniciales. Las numerosas variables que afectan a este coeficiente hacen que la dispersión de resultados sea muy grande. De acuerdo al reglamento CIRSOC 201, para las condiciones de la viga en estudio, este coeficiente tomaría un valor cercano a 1.7.

Los resultados obtenidos al verticalizar la viga pueden verse en la Figura 42. En la parte superior se encuentran las medidas tomadas para la viga inclinada. Luego se mensuraron las recuperaciones a 4 y 7 días, ésta última volcada en la parte inferior de la figura. De acuerdo a estos resultados puede inferirse que la recuperación elástica de la flecha resulta ser

R_e = 0.149m - .099m = 0.05m = 5cm
quedando una deflexión permanente D_p de 9.9 cm

En el modelo de elementos finitos desarrollado no fue incorporada la deformación por fluencia lenta del hormigón, de manera que las deformaciones obtenidas deben considerarse como deformaciones elásticas iniciales.

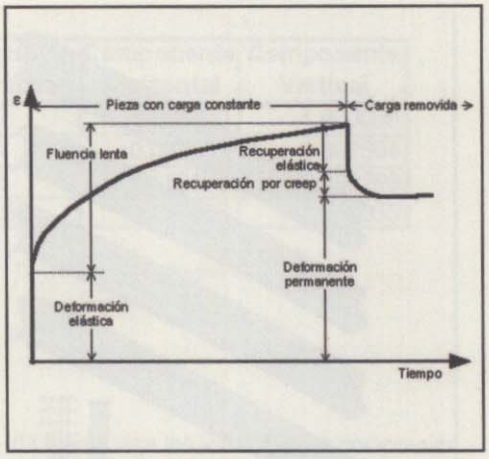


Figura 41 – Curva típica de fluencia lenta del hormigón sometido a compresión axial

En la Figura 43 se grafican los vectores de desplazamiento en la sección central. La deflexión lateral instantánea es de unos 6cm. Aplicando la formula descripta previamente para un coeficiente φ_t de 1.7, las deformaciones iniciales deben multiplicarse por un factor de 2.7 con lo que la flecha predicha es de 16.2 cm muy cercana a la de 15 cm medida en la viga real.

También era de esperar que la recuperación elástica ante la descarga con un valor de 5 cm sea menor que la deformación elástica inicial de 6 cm y que la deflexión permanente de 9.9cm sea mayor que la flecha inicial.

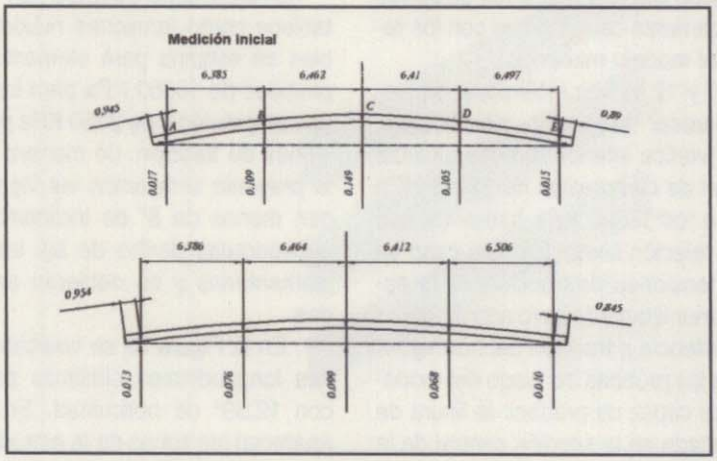


Figura 42 – Resultados de la verticalización de la viga

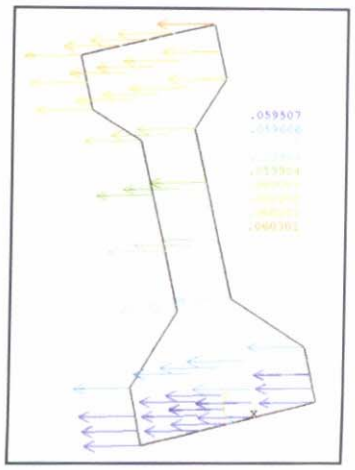


Figura 43 – Vectores desplazamiento [m] en la sección central para inclinación 12.59°

Volviendo a los resultados obtenidos para los desplazamientos en la página 32 se observó que acortamiento elástico de las vigas ante el pretensado de los cables era del órden de los 5.2 mm que ampliado por los efectos del creep predicen una deformación de 14.1mm, muy cercana los 16 mm de acortamiento promedio medidos de acuerdo a la Tabla 1.

Para el modelo con una inclinación de 4°, la deflexión instantánea es de 17.4mm por lo que la flecha predicha incluyendo la fluencia lenta es de 47mm. No hay ninguna viga que tenga exactamente este ángulo pero los desplazamientos medidos para ángulos cercanos a 3.5° dan un valor entre 30 y 40mm.

Definitivamente, el resultado de este ensayo de verticalización puso en evidencia una significativa deformación remanente por lo que la viga resultó descartada.

Paralelamente, el modelo numérico pudo predecir ajustadamente la situación real y permitió arribar la misma conclusión: el rechazo de la viga.

CONCLUSIONES

Gracias a la posibilidad de contar con una estructura de hormigón armado a escala real sobre la cual ejecutar diversas mediciones y ensayos se ha podido implementar un modelo de elementos finitos que represente el comportamiento de la misma.

Se han volcado los fundamentos teóricos más difundidos en el estado actual del arte de la simulación de estructuras de hormigón armado por el método de los elementos finitos.

En la aplicación práctica desarrollada, las hipótesis y simplificaciones adoptadas para generar el modelo, resultaron ser acertadas ya que los resultados numéricos demostraron una correlación bastante ajustada con los medidos en la viga real.

Particularmente en este caso, su uso permitió confirmar las suposiciones que se habían elaborado sobre el comportamiento de las vigas y lograr la recuperación de 12 de ellas que en principio se consideraba iban a ser rechazadas, con todo el beneficio económico que ello acarrea a la Repartición. De acuerdo a los precios promedios pasados para su reconstrucción este beneficio se podría cuantificar en $480.000.

El uso del método de los elementos finitos en la modelación tridimensional de estructuras de hormigón armado demuestra ser una potente herramienta para el análisis del comportamiento de este tipo de estructuras y se aconseja su utilización en aquellos casos especiales en que las teorías simplificadas se apartan notoriamente del comportamiento real.

AGRADECIMIENTOS

No quiero dejar de expresar mi más profunda gratitud al personal del Departamento Obras de Arte, la inspección del tramo VIII de la R.P.6 y del Departamento Construcciones de la D.V.B.A por la gentil colaboración y el apoyo prestado para el desarrollo del presente trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] ASCE Task Committee on Finite Element Analysis of Reinforced Concrete Structures. (1982). "State-of-the-Art Report on Finite Element Analysis of Reinforced Concrete". ASCE Special Publications.

[2] Comité Euro-International du Beton (CEB) (1978). CEB-FIP Model Code of Concrete Structures. Bulletin d'Information 124/125E, Paris, France.

[3] Hognestad, E. (1951). "A Study of Combined Bending and Axial Load in Reinforced Concrete Members". University of Illinois Engineering Experiment Station, Bulletin Series No. 399, Bulletin No. 1.

[4] Kwak H.G. - Filipou F.C. (1990) "Finite Element Analysis of Reinforced Concrete Structures Under Monotonic Loads". University of California, Berkeley, Report No.UCB/SEMM-90/14

[5] Willam K.J. - Warnke E. P. (1974) "Constitute models for the triaxial behavior of concrete". International Association of Bridge and Structure Proceedings.

[6] Bazant Z.P. and Oh B.H. (1983). "Crack Band Theory for Fracture of Concrete". Materials and Structures, RILEM, Paris, Vol. 16, pag. 155-176.

[7] Hillerborg A., Modeer M. and Petersson P.E. (1976). "Analysis of Crack Formation and Growth in Concrete by Means of Fracture Mechanics and Finite Element". Cement and Concrete Research, Vol. 6, No. 6, pag. 773-782.

[8] Eligehausen R., Popov E.P. and Bertero V.V. (1983). "Local Bond Stress-Slip Relationships of Deformed Bars Under Generalized Excitations". Report No. UCB/EERC 83-23, EERC, University of California, Berkeley.

[9] Zienkiewicz O.C. (1971). "The Finite Element Method in Engineering Science". McGraw-Hill

[10] ANSYS, ANSYS User's Manual, ANSYS Inc. Canonsburg, USA

[11] Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para Obras Civiles (1982) "Reglamento CIRSOC 201. Proyecto, Cálculo y Ejecución de Estructuras de Hormigón Armado y Pretensado" Instituto Nacional de Tecnología Industrial

[12] Fanning P. (2001) "Nonlinear Models of Reinforced and Post-tensioned Concrete Beams', Electronic Journal of Structural Engineering, 2.

[13] Santhakumar R., Chandrasekaran E., Dhanaraj R. (2004) "Analysis of Retrofitted Reinforced Concrete Shear Beams using Carbon Fiber Composites" Electronic Journal of Structural Engineering, 4.

[14] Barbosa A.F., Ribeiro G.O. (1998) "Analysis of Reinforced Concrete Structures Using Ansys Nonlinear Concrete Model" Computational Mechanics

[15] Kachlakev D., Miller T. (2001) "Finite Element Modeling of Reinforced Concrete Structures Strengthened with FRP Laminates" Report SPR 316, Oregon Department of Transportation

[16] Xinzheng L., Jianjing J. (2003) "Using ANSYS under Solid 65 units analyses complex stress condition concrete structure" Construction Structure, Building Structure, 33 (6), pag.22-24

UTILIZACION DE GRILLAS EN OBRAS DE PAVIMENTACION ASFALTICA

Por el Ing. Carlos Alberto Ardanaz

RESUMEN

En las últimas décadas han aparecido en el mundo nuevos materiales que los ingenieros viales de nuestro país han incorporado a sus proyectos de repavimentación y, en consecuencia, a las obras que se han ejecutado con esa documentación. Entre éstos se pueden mencionar los geotextiles y los asfaltos modificados, que han permitido la solución de problemas tradicionales con nueva tecnología. Al haberse utilizado frecuentemente, ya se encuentran incorporados al repertorio de soluciones a las cuales los proyectistas viales locales concurren con frecuencia.

Más recientemente han aparecido otros productos, que son utilizados desde hace algunos años en otros países, pero sólo en forma esporádica en nuestro país. Un caso es el de las grillas de poliéster, cuya mayor aplicación en el país se llevó a cabo a mediados de la década del '90, en ocasión de la primer etapa de remodelación del Acceso Norte a Buenos Aires, y cuyo comportamiento el autor tuvo la posibilidad de verificar en la repavimentación del Aeropuerto de Ezeiza. También se utilizó para diseñar la solución a aplicar para la rehabilitación del Aeropuerto Internacional Zvarnots de la ciudad de Yerevan, capital de Armenia, en la región caucásica del Asia, al ser contratado como proyectista de la misma. Su evaluación posterior ha demostrado el éxito de su aplicación.

Esto ha llevado al autor a diseñar soluciones para otros problemas dentro del campo vial, como es el caso particular de ensanches de pavimentos bituminosos existentes, para resolver un problema de vieja data, que es el de la fisura continua longitudinal que inevitablemente, en un tiempo más o menos largo, se produce en estos casos, no obstante haber sido ejecutado correctamente.

En el presente trabajo el autor da cuenta de obras en los que ha proyectado y evaluado la aplicación de grillas de poliéster de filamentos continuos recubiertos con material bituminoso combinada con un geotextil ultraliviano no tejido en trabajos de repavimentación asfáltica, y lo propone también como solución en el ensanche de pavimentos bituminosos.

1) GRILLAS PARA REPAVIMENTACION

1.1 Introducción

Las "grillas" utilizadas en repavimentación se encuentran comprendidas dentro de las llamadas genéricamente "Geogrillas", las cuales consisten en una "red regular de elementos íntegramente conectados, con aberturas mayores a los 6,35 mm, para permitir el intertrabado con los materiales circundantes, que funciona principalmente como refuerzo" (Norma IRAM 78001).

1.2 Clasificación

Usualmente las geogrillas se clasifican de acuerdo a la metodología utilizada durante la fabricación del producto, de la siguiente manera:

- Geogrillas tejidas: elaboradas por tejido o entrecruzamiento de filamentos sintéticos generalmente de poliéster o poliamida (Figura 1)
- Geogrillas de láminas perforadas:

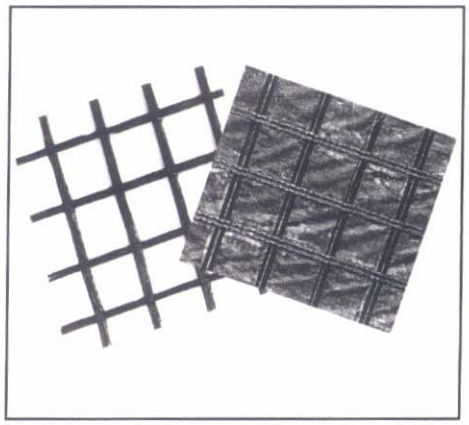


Figura 1

fabricadas a partir de procesos de tracción uni o bidireccional a una lámina sintética previamente perforada (normalmente de polipropileno o polietileno).

Ambas familias de productos presentan diferentes propiedades mecánicas, debido no sólo a los distintos procesos de fabricación sino también a las propiedades intrínsecas de los polímeros que se utilizan en cada caso.

Las grillas de fibra de vidrio pueden ser consideradas dentro del primer grupo, si bien las experiencias que existen se hallas limitadas a su uso en recapados asfálticos.

1.3 Función de la grilla

La función básica de una grilla en repavimentación asfáltica es la de reforzar las capas del pavimento a fin de prevenir la aparición de fisuras o grietas reflejas en las zonas críticas del pavimento. Para cumplimentar dicha función, se debe verificar que:

a) La adherencia entre la mezcla asfáltica y el material de refuerzo debe ser óptima, a fin de permitir una distribución y transferencia de los esfuerzos de tracción entre el refuerzo y la mezcla asfáltica.

b) La grilla de refuerzo debe ser capaz de absorber los esfuerzos debidos a las cargas dinámicas cíclicas derivadas del tránsito a largo plazo, lo que se traduce en una necesaria respuesta a fatiga del material.

A continuación se desarrollan ambos conceptos.

1.4 Adherencia entre la mezcla asfáltica y el material de refuerzo

Este punto resulta de vital importancia para que el refuerzo introducido pueda cumplimentar efectivamente su función. Para que la adherencia sea óptima deben tenerse en cuenta algunos aspectos que a continuación se detallan.

- La diferencia entre los coeficientes de dilatación del material de refuerzo y la mezcla asfáltica no debe ser excesivamente amplia.
- El módulo de elasticidad del refuerzo no debe ser excesivamente más elevado que el módulo de la mezcla asfáltica, a fin de permitir que se establezca una cooperación entre ambos materiales.
- El contacto entre grilla y pavimento debe ser óptimo.

A continuación se comentan brevemente esos tres aspectos.

1.4.1 Coeficientes de dilatación

Una de las potenciales causas de aparición de fisuras reflejas en el pavimento asfáltico es la fatiga de origen térmico de las mezclas asfálticas.

Como es sabido, las diferencias entre coeficientes de dilatación térmica producen tensiones de corte secundarias entre la mezcla asfáltica y el material de refuerzo causadas por los diferentes movimientos de dilatación y contracción entre ambos materiales. Por lo tanto, si localmente dichas tensiones alcanzaran a superar la tensión límite de adherencia, inmediatamente se produciría una seria reducción de la adherencia entre la mezcla asfáltica y el refuerzo. (Un ejemplo de una buena interacción a causa de coeficientes de dilatación similares es el caso del hormigón y el acero en la constitución del hormigón armado).

Las grillas tejidas de poliéster que se recomiendan, presentan un coeficiente de dilatación térmica de 0,6 a 1,1, x 10-4 (°C)-1, valor éste muy cercano a la mezcla asfáltica de 6 x 10-4 (°C)-1 , sea una de las razones de su superior desempeño como refuerzo de pavimentos asfálticos respecto de otras grillas tal como las de fibra de vidrio, cuyo coeficiente de dilatación es aproximadamente 10 veces menor (2,2 x 10-5 (°C)-1).

1.4.2 Módulo de Elasticidad del refuerzo (Módulo de Young)

En el caso que nos ocupa, tanto la mezcla asfáltica como la grilla absorben esfuerzos de tracción. Siendo la mezcla asfáltica un material de características elasto-plásticas, bajo cargas de corta duración del tránsito se comporta como un material relativamente elástico, lo que le permite distribuir las tensiones y cargas en una superficie mayor dentro de las capas inferiores.

Al introducir un refuerzo rígido dentro de la mezcla asfáltica, la mayoría de estos esfuerzos son absorbidos directamente por él, para posteriormente transferirse a la mezcla asfáltica a causa de la adherencia y el intertrabado entre ambos. Cuanto más rígido resulte el refuerzo, mayores deberán ser las longitudes de anclaje necesarias para que las tensiones transmitidas no superen la tensión crítica de adherencia. Al poseer las grillas tejidas de poliéster un Módulo de Elasticidad muy similar al de la mezcla asfáltica bajo cargas de tránsito, entre 7000 N/mm2 y 7300 N/mm2 respectivamente, las longitudes de anclaje requeridas para las mismas resultan ser mucho menores que las requeridas para las grillas de fibras de vidrio y las de láminas perforadas.

Por tal motivo, las longitudes de anclaje usualmente utilizadas para el caso de grillas de poliéster, de aproximadamente 1,00 metro de longitud, resultan totalmente insuficientes para el caso de las grillas más rígidas, tal es el caso de las grillas tejidas de fibra de vidrio o las de láminas perforadas.

1.4.3 Contacto entre grilla y pavimento

Resulta fundamental para asegurar la adherencia de la grilla al pavimento que por su interacción con el mismo sea óptimo. En este caso, las grillas tejidas presentan una gran ventaja respecto de las de láminas perforadas, debido a su estructura plana filamentosa que mejora en contacto con las capas adyacentes de mezcla asfáltica a la presencia de recubrimiento que contribuye a la liga.

1.5 Resistencia a la fatiga

El material constituyente de las grillas tejidas es más flexible, y por lo tanto tiene una mejor respuesta que las grillas de fibra de vidrio y de láminas perforadas frente a las cargas dinámicas de tránsito a largo plazo. Una limitada respuesta a las cargas cíclicas del tránsito significa una limitada vida de fatiga.

1.6 Aspectos constructivos

Adicionalmente es importante destacar que, debido a su rigidez y fragilidad, las grillas de fibra de vidrio no admiten ser colocadas directamente sobre superficies asfálticas fresadas, ni ser transitadas con orugas metálicas. Esto lleva a mayores cuidados, y por ende a mayores costos de instalación respecto de otros tipos de grillas.

1.7 Especificaciones Técnicas

A continuación figuran las especificaciones técnicas que deberá cumplir la grilla.

DIMENSIONES	UNIDAD	CARACTERÍSTICA
Material	---	Grilla de multifilamentos continuos de poliéster combinada con un geotextil no tejido
Recubrimiento	---	Bituminoso
Peso Unitario	g/m2	330
Abertura de la malla	mm	40 x 40
Ancho del rollo	m	1,00
Largo del rollo	m	150

1.7.1 Materiales y Dimensiones

PROPIEDADES	UNIDAD	CARACTERÍSTICA
Resistencia a tracción longitudinal / transversal	kN/m	50/50
Deformación en rotura longitudinal / transversal	%/%	12/12
Resistencia con 3 % de deformación longitudinal / transversal		12/12
Resistencia del recubrimiento bituminoso a la temperatura de la mezcla asfáltica		Hasta 190 °C
Resistencia de la grilla PET a la temperatura de la mezcla asfáltica		Hasta 250 °C
Resistencia química a agentes anticongelantes		Adecuada

1.7.2 Propiedades mecánicas de la grilla

2) ESTUDIOS DE LABORATORIO

2.1 Introducción

En Sao Paulo, Brasil, en el año 2000, los Ingenieros Guillermo Montestruque Vilchez, Régis Martins Rodrigues y André Estêvão Ferreira da Silva realizaron un estudio de laboratorio dirigido a evaluar de forma cualitativa y cuantitativa el comportamiento que se obtiene al utilizar grillas como elemento de refuerzo en repavimentaciones, contra la propagación de grietas. Los resultados fueron presentados, entre otros eventos, en el XIII Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito (Buenos Aires, Octubre de 2001).

2.2 Ensayos dinámicos de fatiga

Se realizaron ensayos dinámicos de fatiga sobre probetas de concreto asfáltico con y sin refuerzo. Las probetas de dimensiones 7,5 x 15 x 46 cm fueron prefisuradas con aberturas de ancho variable (3; 6 y 9 mm). El tipo de carga fue sinusoidal de 20 Hz, variando la posición de la carga con relación a la grieta.

La grilla fue colocada en el extremo de la grieta donde la elevación local de las tensiones debidas a la discontinuidad geométrica aumenta la posibilidad de propagación en este punto (Figura 2).

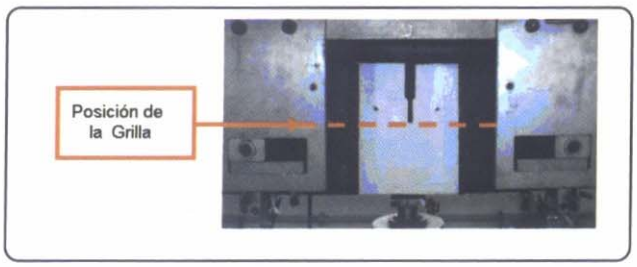


Figura 2

Se moldearon en laboratorio un total de 20 probetas de concreto asfáltico en forma de vigas de las dimensiones señaladas. La grilla utilizada como refuerzo fue de fibras de poliéster de alta tenacidad formando mallas de 40 x 40 mm con resistencia nominal a la tracción de 50 kN/m a 12 % de deformación.

2.3 Monitoreo de la grieta

Si bien existen varios métodos para medir los movimientos de aberturas y cierre de una grieta, en el presente estudio fue utilizado el "Crack Activity Meter" desarrollado por el Instituto Nacional de Transportes de Africa del Sur. (Figura 3).

Los movimientos diferenciales entre las paredes de la grieta originados por el paso de una carga de rueda para el caso de campo o por un pistón de aplicación de carga para el caso de laboratorio fueron medidos por 2 LVDT ("Linear Variable Differential Transfor-

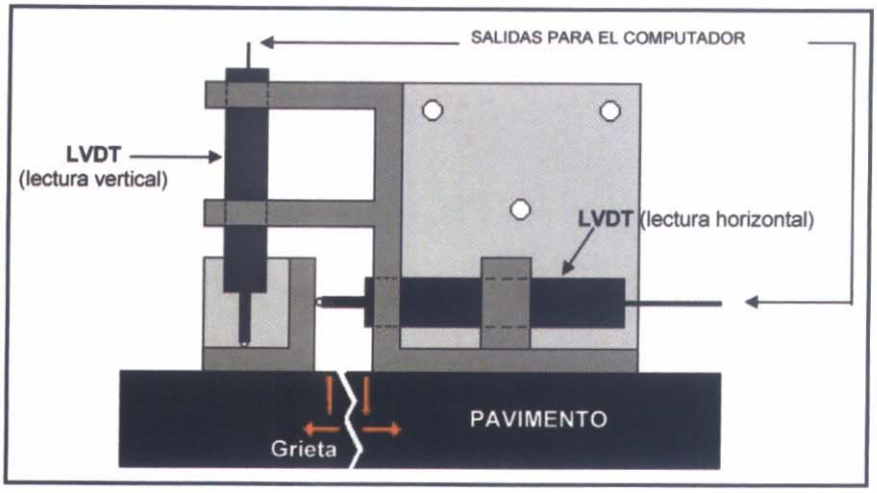


Figura 3

Viga de concreto asfáltico;
Banda de caucho como base elástica;
Base fija de acero;
Pistón de aplicación de carga cíclica;
(5) LVDT-1 Medidor de deformación plástica;
(6) LVDT-2 Medidor de abertura de la grieta;
(7) Clip Gage -Medidor de abertura de la pre-grieta;
(8) Estructura de soporte MTS.

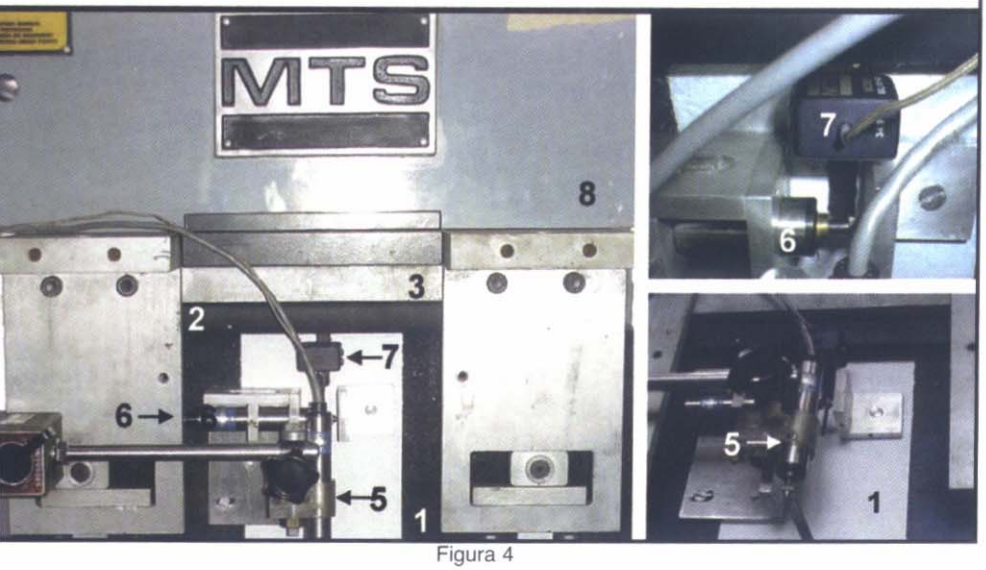


Figura 4

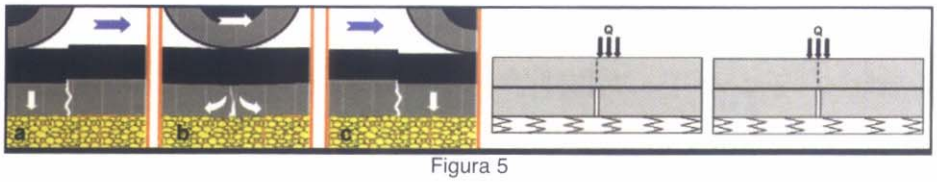


Figura 5

mers" – Figura 4)

2.4 Ejecución del ensayo

Para simular el efecto de la carga que se produce con el paso de una rueda en movimiento, se modificó la posición de las cargas respecto de la grieta, analizándose los dos tipos de carga críticas indicados en la Figura 4: la posición de flexión y la posición de corte. La posición de corte se produce dos veces a cada paso de la rueda de carga mientras que la posición de flexión ocurre solamente una vez.

2.5 Observación visual

En las vigas sin grilla, la ascensión de la grieta en el modo de flexión y corte ocurre de forma vertical acompañando las caras de los agregados que se encuentran en el camino. Cuando la grieta de reflexión alcanza el tamaño de 75 mm, equivalente al espesor del concreto asfáltico sobre la grieta, ocurre la ruptura de la viga, y con esto la finalización del ensayo (Figura 6a y 6c).

Para el caso de las vigas reforzadas con grilla, esa ascensión vertical se dio entre 20 a 30 mm para el caso menos severo (abertura de la pregrieta de 3 mm) y más severo respectivamente (abertura de la pregrieta de 9 mm), de este modo la función de refuerzo de la grilla impide la propagación de la grieta de reflexión. Después de un largo período de ciclos de aplicación de carga, van surgiendo microfisuras cada vez más visibles, las cuales se unen unas con otras dando la formación de nuevas grietas de severidad menor esparcidas en un volumen mayor de concreto asfáltico. Este mecanismo ocurre tanto para la posición de la carga a flexión como para la posición de corte. En las vigas con refuerzo el ensayo se dio por finalizado cuando apenas una de las grietas de menor severidad alcanzó la superficie. En ese estado la viga con grilla todavía se encuentra en condiciones de resistir más ciclos de carga. Sin embargo, se optó por este criterio debido a la larga duración de cada ensayo, entre 8 a 12 horas de acompañamiento continuo (Figura 6b y 6d).

2.6 Gráficos de fatiga

En la Figura 7 se muestran los gráficos de fatiga para los ensayos realizados con y sin grilla, figurando en el mismo la cantidad de ciclos a los cuales se produce la rotura en ambos casos, tanto en el ensayo a flexión como en el de corte

2.7 Resultados numéricos

En este estudio se dan resultados numéricos y se define el "factor de efectividad de la grilla". Remitimos a los interesados en tales datos a recurrir al estudio original, cuya denominación se encuentra al final del presente

en la Bibliografía.

Con grilla se produjo el bloqueo de la grieta de reflexión y se observó solamente la presencia de micro grietas de baja severidad. Sin grilla se observó la rápida reflexión de las grietas y la presencia de una grieta única de alta severidad.

2.8 Conclusiones

A continuación se transcriben las conclusiones extraídas de los ensayos de laboratorio por los autores del trabajo:

1) En pavimentos nuevos, la inclusión de la grilla dentro del revestimiento asfáltico y en la zona traccionada de la capa puede llevar a un incremento de la vida de fatiga del pavimento, permitiendo reducir el espesor del revestimiento (beneficio importante en el caso de tránsito pesado de vehículos).

2) Por tratarse de una grilla de refuerzo, la rigidez bajo cargas rodantes de la capa asfáltica puede incrementarse, generando una reducción de las tensiones verticales en las capas subyacentes, lo que implica una reducción de los ahuellamientos en las huellas por las que transitan las ruedas de los vehículos, debido a deformaciones plásticas bajo la acción repetida de las cargas de tránsito.

3) La aparición y la progresión de deterioros en los pavimentos implica fenómenos de naturaleza aleatoria. La heterogeneidad resultante de los procesos constructivos es un factor, por lo tanto, que afecta la performance futura del pavimento. La inclusión de una grilla sintética puede contribuir a la homogeneización de la estructura, mejorando su performance global.

4) En la fase posterior a la fisuración, la perfomance puede ser mejorada debido al cambio en el patrón de agrietamiento: se puede pasar de una situación en la que se producen grietas de gran longitud y ancho a otra donde la capa aparece solamente con microfisuras (muchas fisuras de pequeña longitud y ancho). Las fisuras de menor severidad son menos nocivas, porque mantienen un elevado entrecruzamiento del agregado en sus paredes. La grilla tiene un efecto similar al de una malla de acero en pavimentos rígidos, o sea el de mantener las fisuras cerradas.

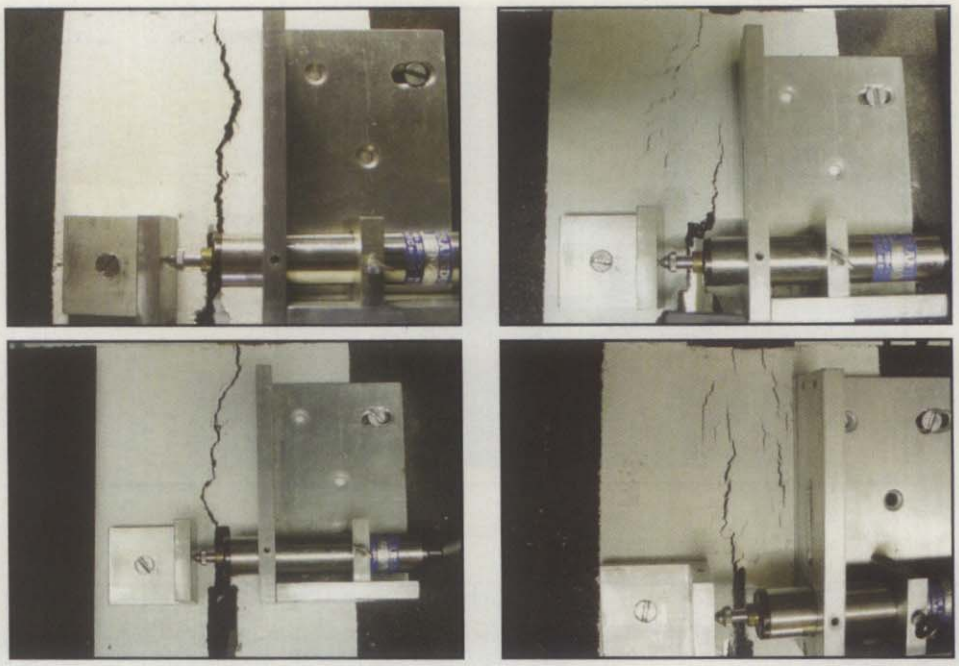


Figura 6

5) En la rehabilitación de pavimentos, especialmente de aquellos que se encuentran muy agrietados, a tal punto que es recomendable su reconstrucción, la aplicación de una capa asfáltica de restitución de gálibo, seguida de una grilla de refuerzo y de una capa asfáltica de refuerzo, puede constituirse en una alternativa económicamente más eficaz, especialmente cuando se consideran los inconvenientes para el tránsito en un trabajo de reconstrucción.

6) Finalmente, los resultados obtenidos en laboratorio demuestran el excelente desempeño cualitativo y cuantitativo de las vigas con grillas, cuando son comparados las similares sin refuerzo.

3) ANTECEDENTES DE OBRAS PROYECTADAS Y EJECUTADAS

3.1 Acceso Norte

En el año 1996 se inauguraron las obras correspondientes a la primera etapa de la Remodelación del Acceso Norte a la Ciudad de Buenos Aires, realizada por Autopistas del Sol S.A. (AUSOL).

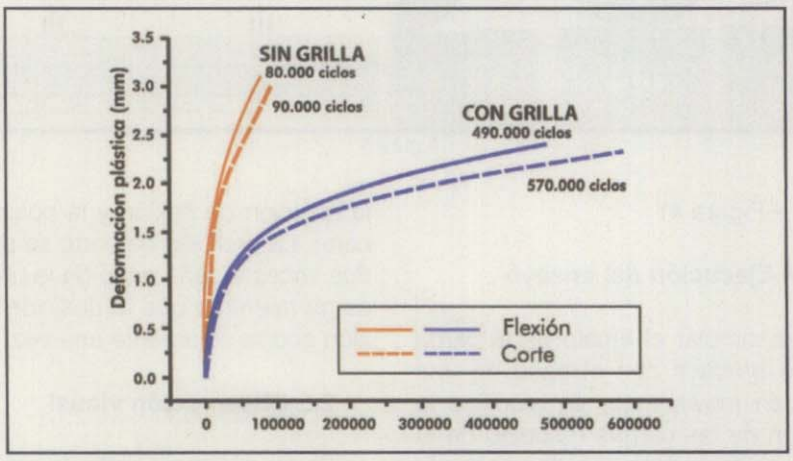


Figura 7

Figura 8

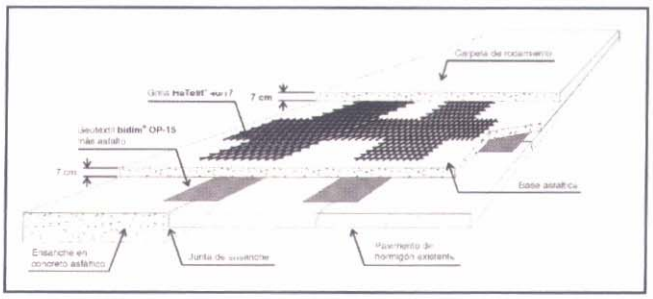


Figura 9

La inevitable aparición de "fisuras reflejas" en los nuevos refuerzos de mezcla asfáltica en concordancia con las juntas o grietas del pavimento rígido existente, y en las juntas de los ensanches a realizar en concreto asfáltico, se presentaba particularmente en el Sector I (Av. Gral. Paz, entre Accesos Norte y Oeste) y en el Sector III (Acceso Norte desde la Av. Márquez hasta la bifurcación de las R.N. N° 8 y 9) (Figura 8).

Allí se previó una solución que básicamente consistía en lo siguiente:

- Colocar una interfase impermeable constituida por un geotextil impregnado en asfalto sobre el pavimento existente .
- Instalación de una grilla de elevado módulo de elasticidad a efectos de absorber los esfuerzos de tracción, colocada entre las dos capas de concreto asfáltico que constituiría el nuevo pavimento.

En total se colocaron más de 130.000 m^2 de geotextil no tejido de filamentos continuos de poliéster unido por agujado, y de grilla de elevado módulo de elasticidad, procedente de Alemania, constituida por multifilamentos de poliéster revestidos e impregnados con asfalto. Cabe señalar que en ese momento ésta fue la obra en el ámbito mundial donde se hubiera colocado la mayor cantidad de grilla en repavimentación.

Como lineamientos básicos constructivos, y a fin de obtener un máximo aprovechamiento del material, se previeron las siguientes pautas:

- Interposición de una Base Bituminosa tipo Concreto Asfáltico de Restitución de Gálibo entre el pavimento de hormigón existente y la nueva capa asfáltica, a efectos de mejorar la adherencia.
- El alejamiento mayor posible de la superficie de la nueva capa asfáltica a fin de permitir optimizar la absorción de los esfuerzos de tracción.

Las condiciones generales de la obra, que principalmente eran:

- tránsito elevado,
- limitados tiempos de ejecución,
- heterogeneidad del pavimento existente,

obligaron de todos modos a modificar el esquema previsto en distintos tramos. En el Sector III se aplicó mayormente la solución adoptada, ejecutándose según los siguientes pasos (Figura 9):

1. Reparación de losas con defectos estructurales y sellado de las juntas abiertas.
2. Colocación de una banda de geotextil embebido en asfalto sobre las zonas de juntas o grietas.
3. Base bituminosa tipo concreto asfáltico de 7 cm de espesor.
4. Colocación de una grilla de poliéster sobre la zona de juntas y grietas de un metro de ancho, previamente replanteada.
5. Carpeta de rodamiento tipo concreto asfáltico de 7 cm de espesor.

3.2 Autovía A-92 en Riofrío Granada, España

En el verano de 1999, la Empresa constructora SANDO S.A. ejecutó la obra: "Adecuación del drenaje y tratamiento del firme de la autovía A-92", en Riofrío, Granada. La obra dependía de GIASA y la asistencia técnica la realizó TECOA S.L.

En la calzada derecha el firme consistía en un pavimento rígido, formado

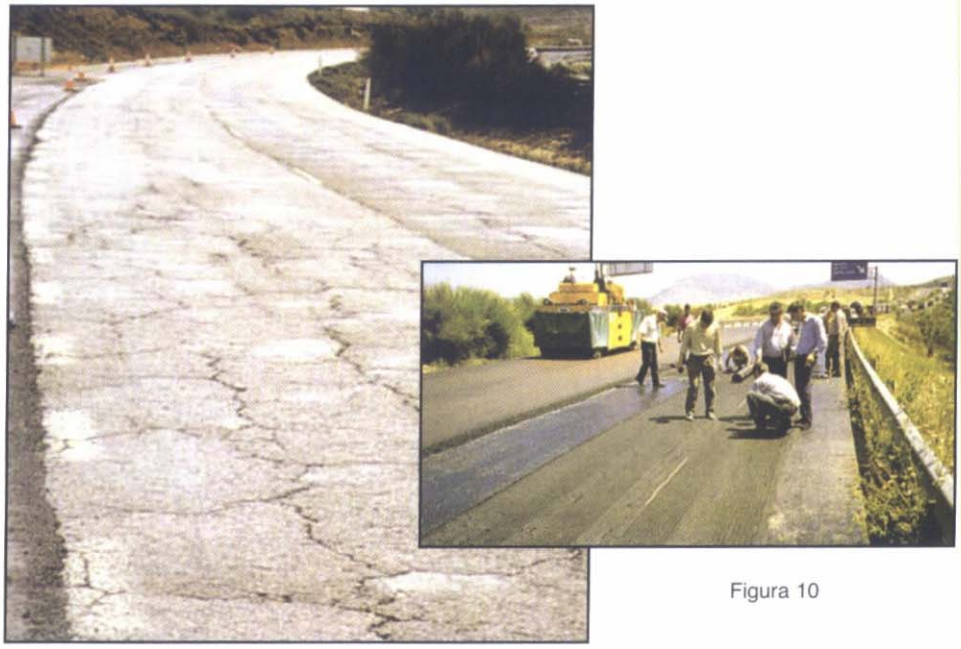


Figura 10

por una capa de hormigón de 20 cm de espesor y un refuerzo posterior de pavimento asfáltico de 12 cm. En la calzada izquierda el firme existente era un pavimento flexible de aproximadamente 15 cm de espesor. Las grietas reflejas, resultado de la fatiga de origen térmico, asentamientos y las cargas del tránsito, eran visibles en la superficie. Se observaba ahuellamientos, fisuración tipo "piel de cocodrilo", fisuras reflejas y, en general, un progresivo envejecimiento del pavimento (Figura 10).

La solución del nuevo refuerzo del pavimento incluía la colocación de una grilla de refuerzo de poliéster para aumentar la vida útil de la obra.Con el fin de verificar el sencillo proceso de instalación de la grilla y de evaluar su óptima adherencia a las capas de mezcla asfáltica, se realizó un "tramo experimental in situ" antes de tomar la decisión definitiva. Gracias al éxito de la prueba y a los satisfactorios resultados de adherencia obtenidos en laboratorio de las probetas extraídas, se colocaron 80.000 m^2 de grilla de poliéster.

3.3 Rodovia Washington Luiz (Rio Claro – São Paulo - Brasil)

En el vecino país del Brasil se debía agregar un tercer carril a la autopista Washington Luiz. Los datos de la misma y las principales etapas del procedimiento constructivo figuran a continuación (Figura 11).

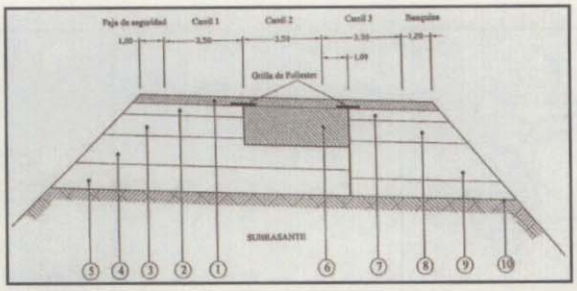


Figura 11

Figura 12

3.3.1 Datos de la obra

- Obra: Rodovia Washington Luiz (Rio Claro – Sao Paulo - Brasil)
- Tramo: km 167 (Santa Gertrudis) – km 172 (Rio Claro)
- Tipo de obra: Rehabilitación del pavimento asfáltico - Nuevo carril
- Proceso constructivo: Proceso de Reciclaje de Base
- Problema a resolver: Evitar la aparición de fisura refleja en la junta constructiva longitudinal
- Concesionaria: Centrovias
- Firma Fiscalizadora: Copavel
- Firma Proyectista: Copavel
- Empresa Constructora: Construtora Estrutural
- Período de construcción: Diciembre de 1999 a Febrero de 2000
- Material utilizado: Grilla de poliéster de alta resistencia con revestimiento bituminoso
- Cantidad utilizada: 6.000 m2 (ancho 1,00 m)

3.3.2 Procedimiento constructivo de instalación de la grilla

- Manipulación y Almacenaje: La grilla se proveyó en bobinas adecuadamente embaladas e identificadas, las cuales, antes del uso, fueron almacenadas en locales limpios, secos y cubiertos.
- Preparación de la superficie: Con anterioridad a la instalación de la grilla se procedió a asegurar que la superficie estuviera seca y limpia, sellándose las grietas de más de 3 mm de espesor. Posteriormente se realizó una imprimación con emulsión asfáltica a una tasa mínima de 0,35 l/m2 de asfalto residual, esperándose su corte antes de proceder a la colocación de la grilla.
- Instalación de la grilla: La grilla se instaló directamente en la posición de aplicación proyectada, previéndose un solape mínimo de 25 cm en dirección longitudinal y de 15 cm en dirección transversal.
- Ejecución del Revestimiento Asfáltico: El revestimiento asfáltico fue colocado directamente sobre la grilla; los procedimientos de ejecución fueron los usuales en la ejecución de capas asfálticas (distribución, terminación y compactación); el espesor mínimo de capa asfáltica sobre la grilla fue de 5 cm; se tuvo mucho cuidado con el tránsito del equipo de construcción directamente sobre la grilla.

3.4 Aeropuerto Internacional de Ezeiza

La pista principal 17-35 del Aeropuerto Internacional Ministro Pistarini

de Ezeiza debía repavimentarse para su rehabilitación ya que se hallaba muy fisurada. Por lo tanto, se adoptó la solución de colocar una grilla de poliéster de alta resistencia entre la capa vieja y el nuevo refuerzo. La grilla que se seleccionó fue una grilla de poliéster combinada con un geotextil ultraliviano, marca Hatelit C 40/17, de procedencia alemana (Figura 12).

3.4.1 Método constructivo

La superficie a recubrir se limpió y secó y, previo a la colocación de la grilla, se aplicó un riego de liga. Sobre el riego de liga se extendió la grilla respetando un solape de 10 a 15 cm en sentido longitudinal y 10 a 25 cm en sentido transversal. La nueva capa asfáltica se colocó directamente sobre la grilla, no necesitándose la aplicación de otro riego de liga.

La empresa constructora fue HELPORT S.A. y la cantidad total de grilla de poliéster colocada fue de 4.500 m^2.

4)OBRAS PROYECTADAS POR EL AUTOR

4.1 Aeropuerto Internacional Zvartnots de Yerevan (Armenia)

4.1.1 Introducción

Armenia es un pequeño país mediterráneo en la parte sur de la región Caucásica del Asia con una superficie de 29.800 km^2 y está rodeada por varios cordones montañosos. Debido a su geografía, el sector del tráfico aéreo tiene un rol clave tanto en el sector del transporte como en todo el desarrollo económico y social de Armenia.

Las amplitudes térmicas entre las máximas temperaturas del verano y las mínimas de invierno supera los 60 °C, ya que en verano las temperaturas máximas superan los 40°C y en invierno las temperaturas mínimas están por debajo de los 10°C bajo cero.

El Aeropuerto Internacional Zvartnots de Yerevan, que se encuentra a unos 800 metros sobre el nivel del mar, está localizado a aproximadamente 10 km hacia el sur del centro de la ciudad de Yerevan, capital de Armenia. Sus vuelos la conectan con 31 ciudades en Rusia, Europa, Medio Este y el sur de Asia a través de servicios regulares. Desde su habilitación en 1969, el tráfico aéreo a través del Aeropuerto había llegado a 2 millones anuales de pasajeros en 1990. Sin embargo, este tráfico disminuyó hasta llegar a los 800.000 pasajeros en 1994 debido a la independencia de Armenia y el impacto del súbito colapso de la Unión Soviética. Esta tendencia continuó hasta llegar a 560.000 pasajeros anuales en 1999.

Las instalaciones aeroportuarias fueron desarrolladas para responder a la demanda de tráfico en la era de la Unión Soviética y en general tiene suficiente capacidad para el actual nivel de tráfico. Sin embargo, estas instalaciones se habían convertido en obsoletas y sufrido un deterioro importante debido a la falta de fondos para una adecuada rehabilitación y mantenimiento. El deterioro de los pavimentos de uso aéreo, tales como la pista, calles de rodaje y plataformas, ponía en peligro las operaciones aeronáuticas en el Aeropuerto.

Los edificios de la terminal de pasajeros, fueron construidos para operar con pasajeros de cabotaje dentro de la Unión Soviética. Instalaciones para el control fronterizo (inmigración, aduana y cuarentena) fueron provistos en el edificio para operaciones internacionales solamente después de la independencia. Por lo tanto, hay partes del edificio terminal de pasajeros que están muy congestionadas durante las horas picos de operación, aunque la cantidad anual de pasajeros es aproximadamente un quinto de los niveles alcanzados durante su mejor época. Bajo estas circunstancias, el Gobierno de la República de Armenia tomó la decisión de conceder su explotación. Esta concesión recayó sobre el grupo empresario de Eduardo Eurnekian que en nuestro país realiza la explotación de 33 aeropuertos, bajo la denominación Aeropuertos Argentina 2000.

Esto motivó que este grupo empresario contratara los servicios de empresas y profesionales argentinos para llevar adelante las tareas de rehabilitación, mantenimiento y explotación. En estas circunstancias el autor del presente trabajo fue designado proyectista de la rehabilitación de los pavimentos aeroportuarios del "Lado Aire" (pista, calles de rodaje y plataformas).

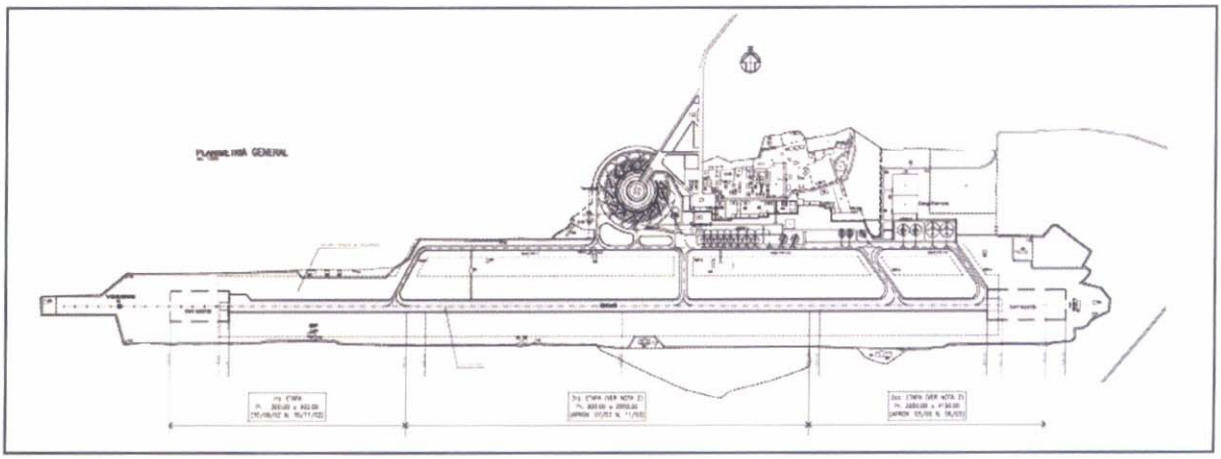


Figura 13

4.1.2 Antecedentes históricos de la construcción

La construcción del Aeropuerto Internacional de Zvarnots, como aeropuerto de cabotaje de la Unión Soviética, fue comenzada en 1961.

La parte Este de la pista existente de pavimento flexible de 3080 m de longitud, que incluye la cabecera 27, la calle de rodaje paralela y otros rodajes, una parte de la plataforma existente (posiciones 15-24) y la terminal de pasajeros existente Zvartnots-2 fueron construidas en 1963. Una ampliación, que incluye una plataforma adicional (posiciones 1-14) y la terminal de pasajeros existente Zvartnots-1, fue completada en 1980.

Otras mejoras fueron hechas durante la era de la Unión Soviética. Éstas incluyeron la extensión de 770 metros de la pista en pavimento rígido, completando una longitud total de 3850 metros en 1983 (que es la longitud que posee actualmente), instalación del balizamiento existente y un sistema de hidrantes para la alimentación de combustible en 1985, una repavimentación en 1986 y una reconstrucción de la vieja plataforma (posiciones 15-27) en 1988.

4.1.3 Descripción del "Lado Aire" del aeropuerto

El sistema de infraestructuras del Área de Movimiento se compone de la pista de vuelo 09-27 de 3850 x 56 m, con márgenes pavimentados (banquinas) de 2 metros de cada lado, de un sistema de calles de rodaje y de 3 plataformas de estacionamiento que alcanzan un total de 35 posiciones de estacionamiento. Se adjunta al presente el Plano EVN-001 donde se muestran las instalaciones del aeropuerto (Figura 13).

La pista 09-27 posee una estructura de tipo rígida (hormigón) de 770 m de longitud coincidente con la cabecera 09 y el resto de 3080 m posee una estructura de tipo flexible (concreto asfáltico).

En la presente pista operaba, entre otros, el avión Antonov An-225 de procedencia rusa, cuyas características más sobresalientes son:

- Máximo peso de despegue: 600.000 kg
- Longitud total: 84,00 m
- Envergadura: 88,40 m

Debido a esto, la pista presenta un ensanche en su extremo Oeste para permitir el giro de la aeronave en 180° en operaciones de despegue y aterrizaje.

4.1.4 Objeto de las obras a ejecutar

Las obras a ejecutar en esta rehabilitación tenían por objeto restituir al aeropuerto las condiciones de operatividad con la que fue construido, y que se encontraban afectadas por el envejecimiento, obsolescencia de instalaciones, acción química de sustancias anticongelantes, erosión hídrica, etc. En resumen, los objetivos de la rehabilitación eran:

a) Dar un tratamiento adecuado a las superficies de la pista, para evitar desprendimientos de partículas sólidas, desgaste prematuro de neumáticos por excesiva aspereza, etc.

b) Mejorar el gálibo longitudinal y transversal, tanto en pista como en zonas de seguridad y de frenado (RESA), mejorar el sistema de drenaje superficial, etc.

c) Renovar el sistema de balizamiento, entonces obsoleto y con problemas de funcionamiento, sustituyéndolo por uno nuevo, de última generación, que además de mejorar la Cate-

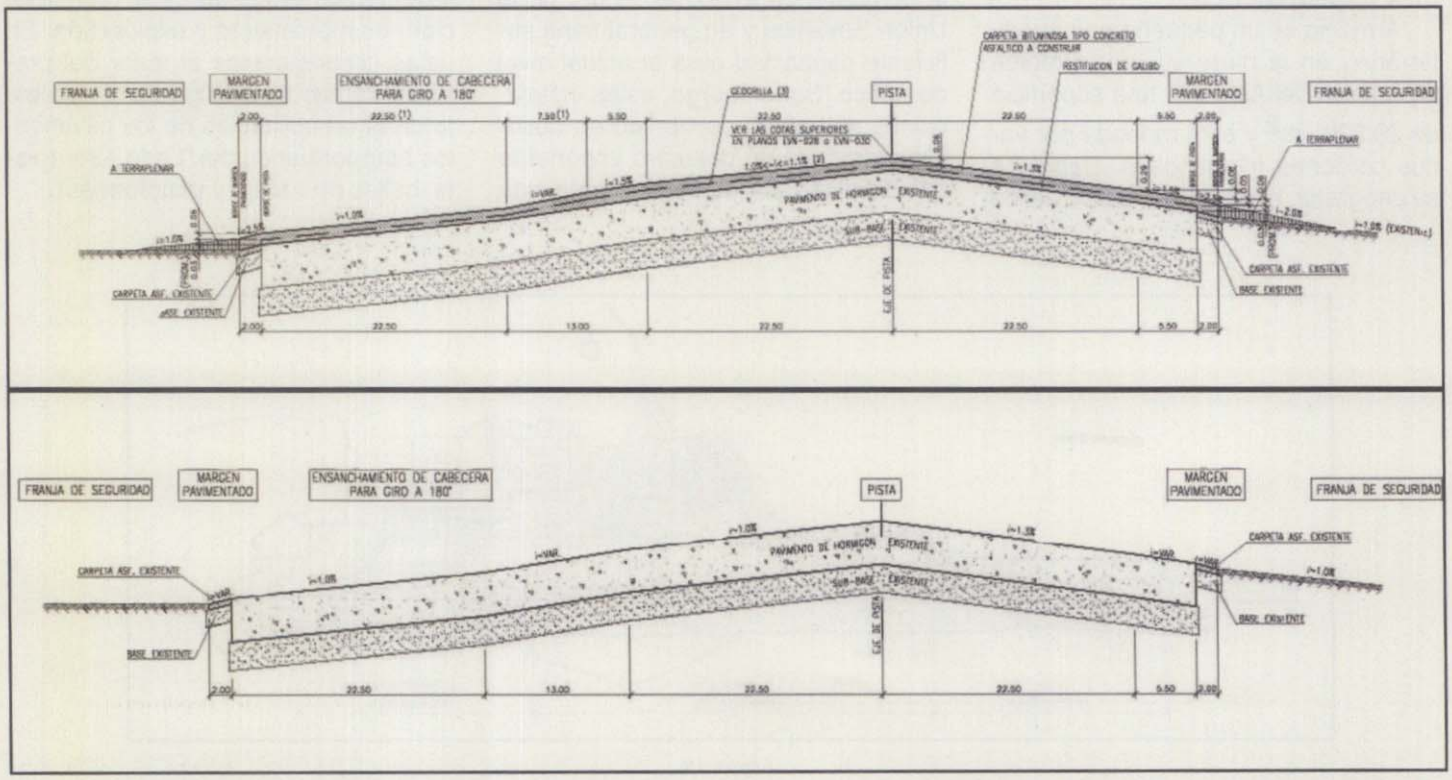


Figura 14

goría del aeropuerto permita elevarlo hasta la Categoría III cuando el Comitente lo determine.

4.1.5 Etapas de Rehabilitación

Se previó la rehabilitación de la pista en tres etapas como se indica a continuación:

1) 1ª etapa: 900 m del extremo oeste (ejecutada en el verano de 2002)

2) 2ª etapa: 900 m del extremo este (ejecutada en el verano de 2003)

3) 3ª y 4ª etapas: 2050 m centrales (con posterioridad al 2004 en fecha a definir)

En el Plano EVN-001 (Figura 13) se han indicado las distintas etapas, y las fechas de ejecución. Actualmente ya han sido proyectadas y ejecutadas la 1ª y 2ª etapas.

4.1.6 1ª etapa

En esta 1ª etapa, que correspondía a los 900 m del extremo oeste de la pista, había que rehabilitar el pavimento de la pista mediante un refuerzo bituminoso respectivamente sobre 770 m de pavimento de hormigón y 130 m de pavimento flexible. En el presente trabajo nos referiremos solamente al trabajo realizado en los primeros 770 m, o sea donde existía el pavimento de hormigón, que es donde se colocó la grilla.

Las tareas a ejecutar consistían en una profunda limpieza con cepillos pesados metálicos, a efectos de que se desprendieran todas las porciones flojas de la superficie del hormigón, que presentaba en algunas losas deterioros superficiales, provocados probablemente por el intenso uso de agentes anticongelantes químicos, sumamente corrosivos.

Una vez efectuada la limpieza, se procedía a delimitar las losas que presentaban deterioros y agrietamientos difusos, productos de un mal diseño de los paños, agravado por las importantes diferencias de temperatura entre el día y la noche y entre el invierno y verano, amplitudes térmicas cuya variación superan los 60°C a la sombra. Estas losas debían ser sustituidas, mediante la demolición y reconstrucción. Una vez completada la reconstrucción de losas, se procedía a limpiar las juntas y grietas existentes, a fin de retirar la heterogénea mezcla de materiales empleados a lo largo de años para el mantenimiento de las mismas. Luego se tomaban las juntas con material de sellado.

Completadas las tareas previas de limpieza descriptas, se efectuaba un riego de liga con asfalto diluido bituminoso. Sobre el riego aplicado, se colocaba una capa delgada de concreto asfáltico, para restitución de gálibo de espesor variable no menor a 3 cm, destinada a uniformizar las superficies y dar soporte a la etapa siguiente, que consistía en la colocación de una grilla de poliéster de alta resistencia sobre las juntas y grietas existentes, cuyo objeto era retardar la aparición de grietas reflejas en la superficie del concreto asfáltico nuevo.

Sobre la grilla se colocaba una carpeta de concreto asfáltico de espesor de 7 cm, a fin de que en la cabecera hubiera un promedio de 10 cm de concreto asfáltico. En los márgenes (banquinas) se colocó una carpeta de espesor variable entre 10 cm en el borde de la pista repavimentada y 2 cm a los 7,50 m del mismo. Se adjunta el Plano EVN-120 correspondiente al Perfil Tipo de Obra que indica las obras de rehabilitación proyectadas en el extremo oeste de la pista (Figura 14).

Lamentablemente, por razones presupuestarias se suprimió la colocación de grilla en el ensanche de pista, argumentándose que era muy poco utilizado por las aeronaves (recordar que solamente lo utilizaba el Antonov An-225 para el giro de 180°), ni tampoco fue colocado en las grietas, sino solamente en las juntas del viejo pavimento.

Si bien esta decisión fue desafortunada para la performance del pavimento, permitió al autor la evaluación del comportamiento del refuerzo asfáltico con y sin la aplicación de la grilla.

4.1.7 Relevamiento de los deterioros superficiales del pavimento

Para el diseño de los lugares a colocar la grilla de poliéster, el autor rea-

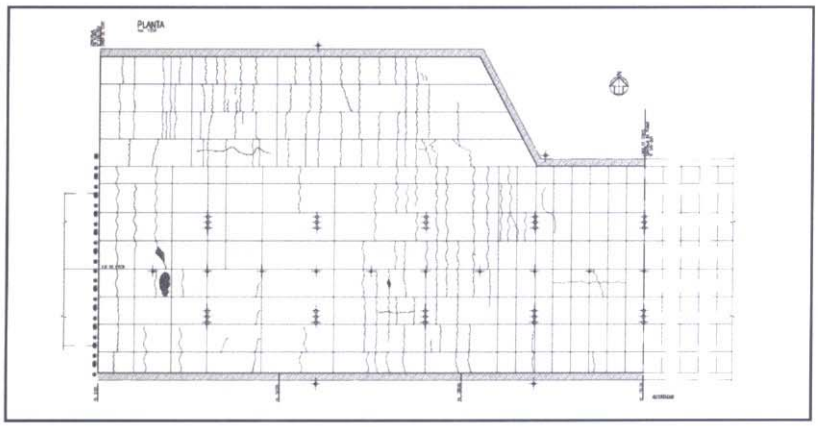


Figura 15

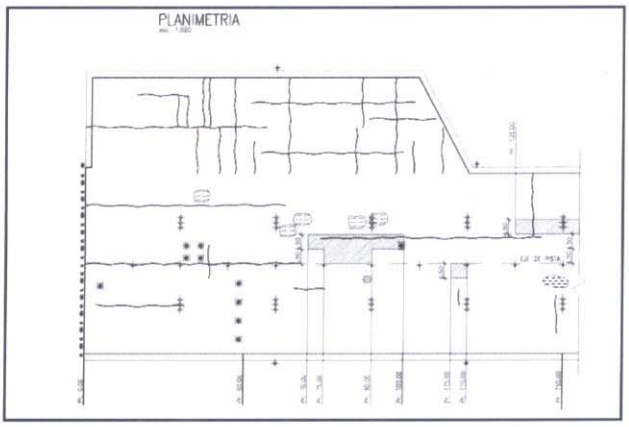


Figura 16

lizó personalmente el relevamiento general de los detalles y deterioros superficiales y, entre éstos, de las juntas, fisuras y grietas existentes, clasificando las mismas de la siguiente manera:

- Juntas de construcción del pavimento (longitudinales y transversales)
- Fisuras estrechas (ancho menor que 3 mm)
- Grietas medias (ancho entre 3 mm y 25 mm)

Este relevamiento fue graficado como se indica en el Plano EVN-003 adjunto en el que, para ser tomado a modo de ejemplo, se considera solamente el sector comprendido entre la progr. 0,00 y 150,00 (Figura 15).

4.1.8 Evaluación del pavimento

Debido a la realización del proyecto de la 2ª etapa el autor tuvo que volver a viajar a Armenia al año siguiente y entonces, entre otras tareas técnicas, realizó el relevamiento del comportamiento del pavimento luego de haber pasado un invierno muy riguroso. Este relevamiento se adjunta como Plano EVN-501 (Figura 16).

Como se observa en la parte del ensanche de pista donde no fue colocada la grilla, prácticamente se han reproducido las juntas y grietas existentes en el espesor que tenían anteriormente, no obstante el refuerzo de los 10 cm bituminosos colocados. En donde fue instalada la grilla sólo aparecen esporádicamente algunas fisuras y de mucho menor espesor. Esto demostró de manera indubitable los beneficios que se alcanzan al colocar la grilla de refuerzo en la repavimentación de viejos pavimentos de hormigón.

5) APLICACIONES VIALES DE LA GRILLA DE POLIESTER

5.1 Principales campos de aplicación de la grilla

En obras viales hay , entre otros, dos grandes campos de aplicación de las grillas de poliéster, a saber:

- Repavimentaciones asfálticas de viejos pavimentos de hormigón, de lo cual se ha hablado recientemente en el caso del Aeropuerto Internacional Zvartnots.

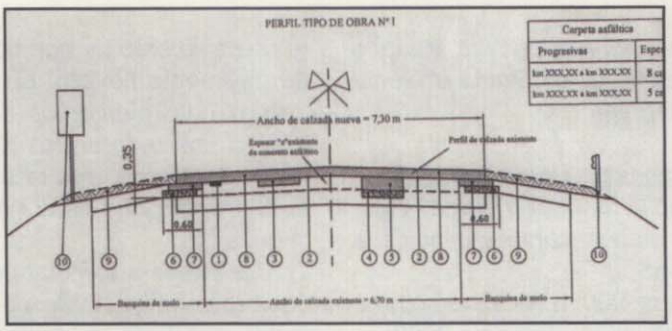


Figura 17

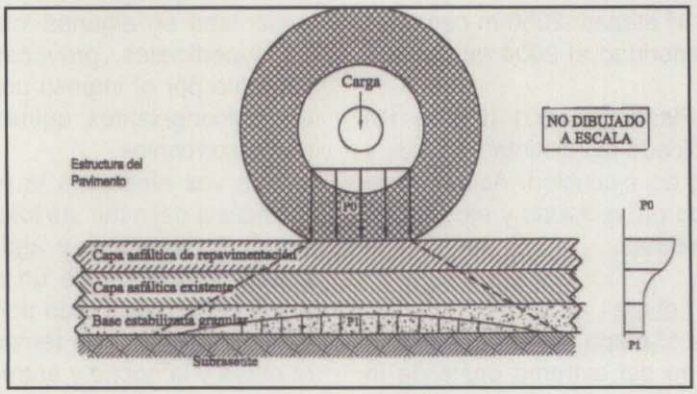


Figura 18 A y B: Distribución de la presión de las cargas de las ruedas a través de la estructura del pavimento

- Ejecución de ensanches bituminosos de pavimentos existentes, de lo cual se hablará a continuación.

5.2 Ensanches bituminosos de pavimentos existentes

En nuestro país se ha dado mucho el caso de tener que ensanchar viejos pavimentos (rígidos o flexibles), en general de 6,00 m a 6,70 m de ancho de calzada, para llevarlos a 7,30 m, que es el requerido para la Red Nacional desde la Categoría III en Zona llana en adelante.

El autor tuvo la oportunidad de observar y evaluar este tipo de pavimentos, notando que habitualmente en el lugar donde se había realizado el ensanche aparecen una o dos fisuras continuas longitudinales dependiendo de si el ensanche ha sido ejecutado a un lado o a ambos lados. Estas fisuras suelen encontrarse selladas inclusive en varias oportunidades.

En el presente trabajo se propone una solución para evitar la aparición de dichas fisuras de ensanche, o al menos

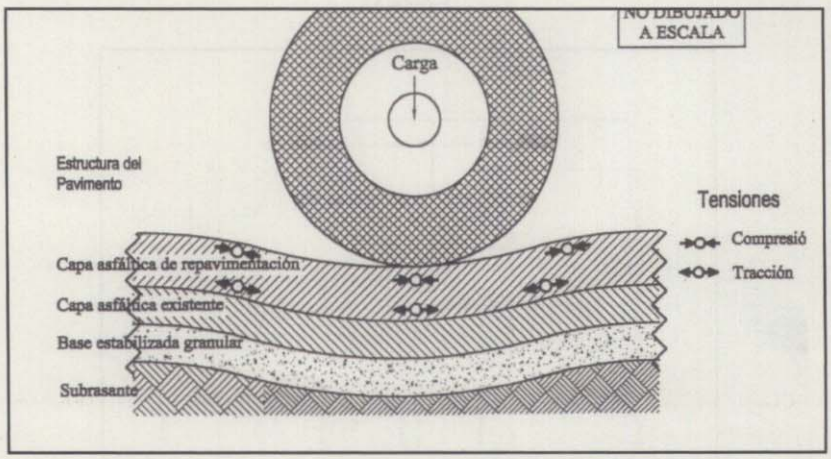
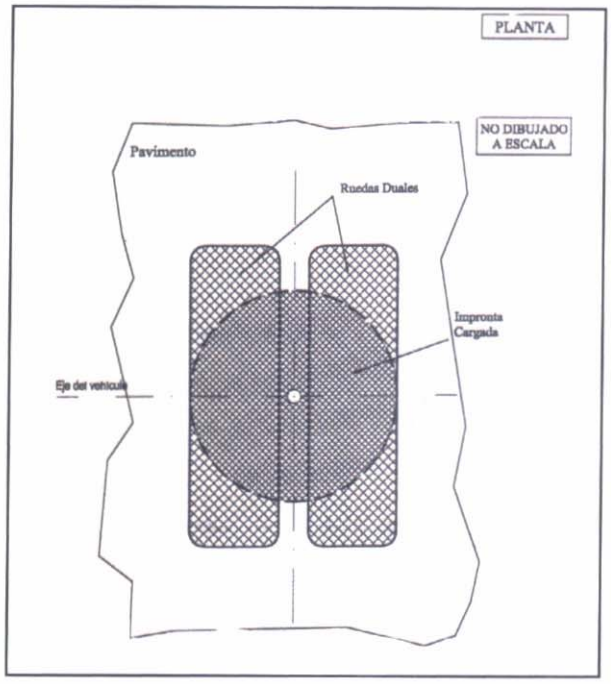


Figura 19: Generación de tensiones de tracción y compresión en la deflexión de la estructura del pavimento

Figura 20



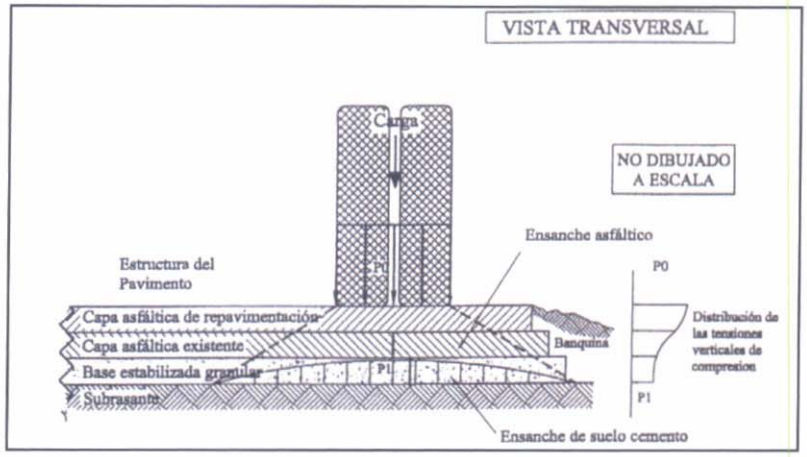


Figura 21

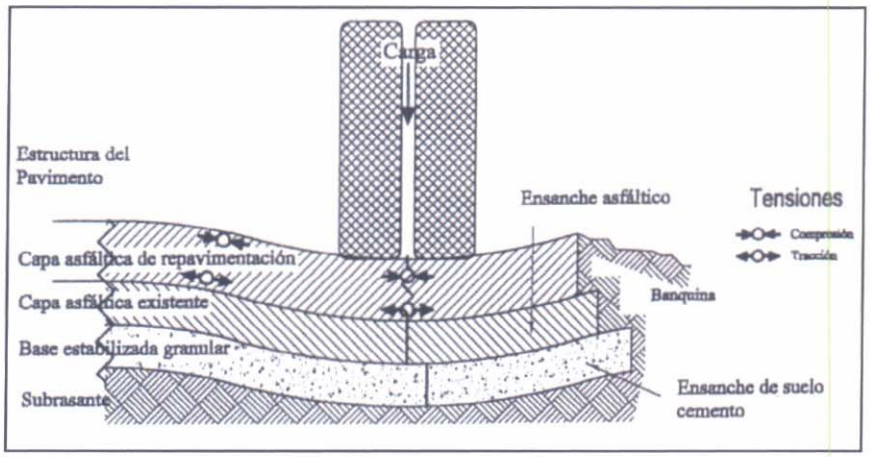


Figura 22

para retardar sensiblemente su aparición y disminuir su severidad, definida principalmente por el ancho de la fisura.

5.3 Solución tradicional

Se adjunta al presente un Perfil Tipo de Obra con la solución que tradicionalmente ha utilizado la D.N.V. en sus proyectos (Figura 17).

5.4 Explicación teórica

Existen principalmente dos condiciones específicas de tensión y deformación, en la transmisión de las cargas de las ruedas de los vehículos, como se muestra en las Figuras 18 y 19 adjuntas en el sentido longitudinal, o sea en el que circulan las cargas.

La primera condición está ilustrada en la Figura 18(a). Aquí, la carga de la rueda, W, es transmitida a la superficie del pavimento a través del neumático como si fuera una presión distribuida vertical, aproximadamente uniforme, Po. La estructura del pavimento distribuye la presión de la carga, reduciendo su magnitud, hasta la superficie de la subrasante, en donde la presión vertical tiene una intensidad máxima P1. La Figura 18(b) ilustra la manera general en la cual la presión máxima vertical disminuye su intensidad con la profundidad, desde el valor Po a P1.

La segunda condición está ilustrada en la Figura 19. Aquí la carga de la rueda, W, produce una deflexión en la estructura del pavimento y causa ambas tensiones de tracción y compresión y deformaciones en la capa asfáltica.

La primera condición es la crítica para el comportamiento de las capas inferiores, incluyendo la subrasante, mientras que la segunda condición es la crítica para las capas asfálticas, produciéndose su mayor intensidad en la cara inferior de las mismas. La reiteración de la producción de estas tensiones en la segunda condición lleva por fatiga a la rotura del pavimento al terminarse la vida útil del mismo.

Las investigaciones de la interacción que se produce entre las cargas circulantes y la estructura del pavimento han llegado a la conclusión de que la impronta que deja un conjunto de dos ruedas duales es aproximadamente circular, como se indica en planta en la Figura 20.

Si observamos la situación en el sentido transversal, y consideramos la estructura del ensanche del pavimento, tendríamos la situación indicada por las Figuras 21 y 22. En el caso de la ejecución de una obra de ensanche y repavimentación se observa la presencia de una superficie vertical de discontinuidad que se produce en el plano vertical, donde la estructura del ensanche hace contacto con la estructura del pavimento existente. En este plano vertical se produce una concentración de tensiones, lo que acelera el proceso de fatiga del pavimento en este lugar, trayendo como consecuencia que se va transmitiendo una fisura de abajo hacia arriba a gran velocidad, agrietándose el pavimento en este lugar, mucho antes de terminar la vida útil de la estructura completa del pavimento.

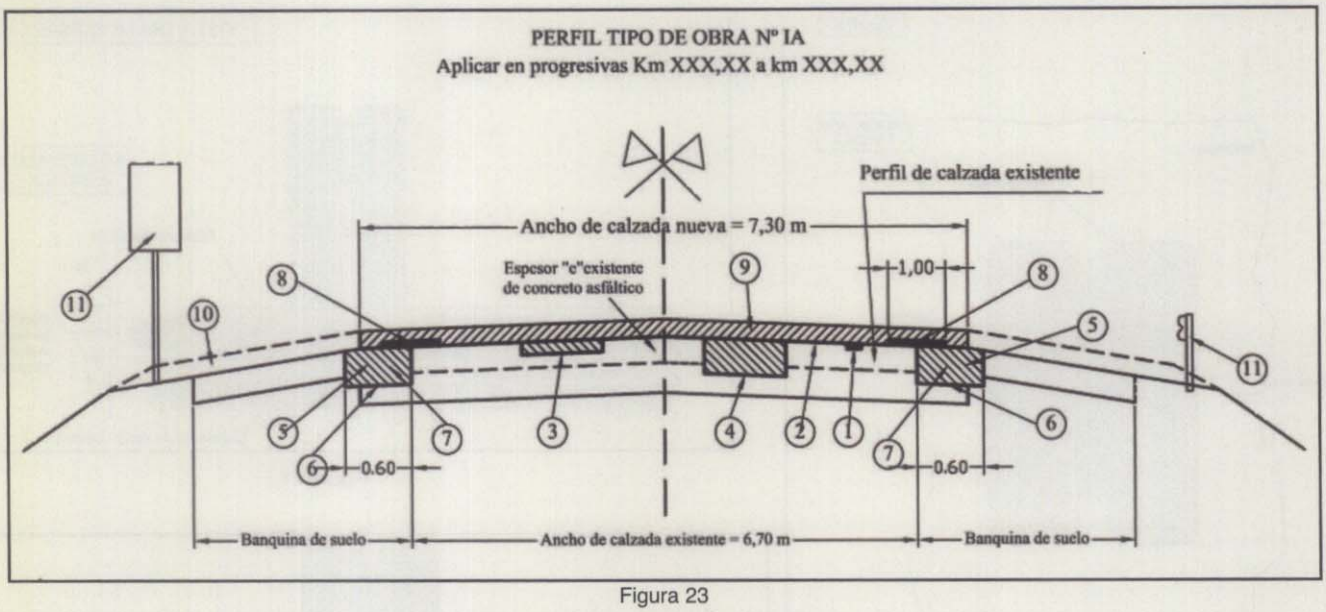


Figura 23

Esto significa que si nosotros no proveemos de una estructura de resistencia adicional al pavimento asfáltico en este lugar, el pavimento tendrá que "convivir" con una fisura allí en la mayor parte de su vida útil, lo que llevará a tener que realizar operaciones de mantenimiento consistentes en sellar esta fisura en varios momentos de su vida, antes que la estructura del pavimento agote su capacidad total.

6) APLICACION DE NUEVOS CONCEPTOS

La situación descripta en el capítulo anterior no ha sido generalmente considerada por los proyectistas habituales, y se podría mejorar el diseño de la solución considerando la aplicación de los siguientes conceptos:

- Pavimentos asfálticos tipo "Full-Depth".
- Utilización de Grillas

A continuación se tratan brevemente ambos temas para llegar al diseño propuesto.

6.1 Pavimentos Asfálticos "Full-Depth"

6.1.1 Definición

A continuación transcribimos la definición dada por "The Asphalt Institute".

"El término "Full-Depth" certifica que el pavimento es del tipo en donde todas las capas por encima de la subrasante (mejorada o no) están compuestas de mezclas asfálticas. Un pavimento "Full-Depth" se coloca directamente sobre la subrasante adecuadamente preparada".

6.1.2 Ventajas de los Pavimentos Asfálticos "Full-Depth"

A continuación se enumeran algunas de las ventajas que presentan estos pavimentos, según The Asphalt Institute:

- Adecuadamente construidos resultan de calidad de circulación muy alta (baja rugosidad).
- Son excelentes para la construcción en etapas.
- Las demoras causadas en la construcción por inclemencias de las condiciones climáticas son mínimas.
- No absorben agua que pueda causar fallas en las Bases o Sub-bases, como ocurre en las capas de agregados estabilizados granulométricamente (o sea no asfálticas).
- Se reducen los plazos de ejecución.
- Cuando se coloca en capas espesas (por ej. 10 cm), se pueden reducir los períodos de veda en zonas frías.
- Hay menores interferencias con instalaciones subterráneas, en zonas próximas a ciudades porque los pavimentos "Full-Depth" son más delgados que aquellos diseños estructurales que incluyen bases estabilizadas granulométricamente.
- Prácticamente no son afectados por heladas o humedad.

Todas estas ventajas son aplicables al caso que nos ocupa.

6.1.3 Diseño Estructural

Para calcular el espesor de pavimento Full-Depth estructuralmente equivalente al diseñado previsto, basta con aplicar los coeficientes de aporte estructural del Método AASHTO 1993, transformando el espesor de la Sub-base de suelo cemento diseñada, en el espesor equivalente de concreto asfáltico, según se indica a continuación.

Relación de coeficientes de aporte estructural: 0,18 / 0,06 = 3

O sea que cada centímetro de concreto asfáltico de Estabilidad Marshall ≥ 1000 kg equivale aproximadamente

CAPA ESTRUCTURAL	COEFICIENTE DE APORTE ESTRUCTURAL
Sub-base de suelo cemento (Rcomp ≥ 20 kg/cm2)	0,06 1/cm
Capa de concreto asfáltico (Est. Marshall ≥ 1000 kg)	0,17 a 0,18 1/cm

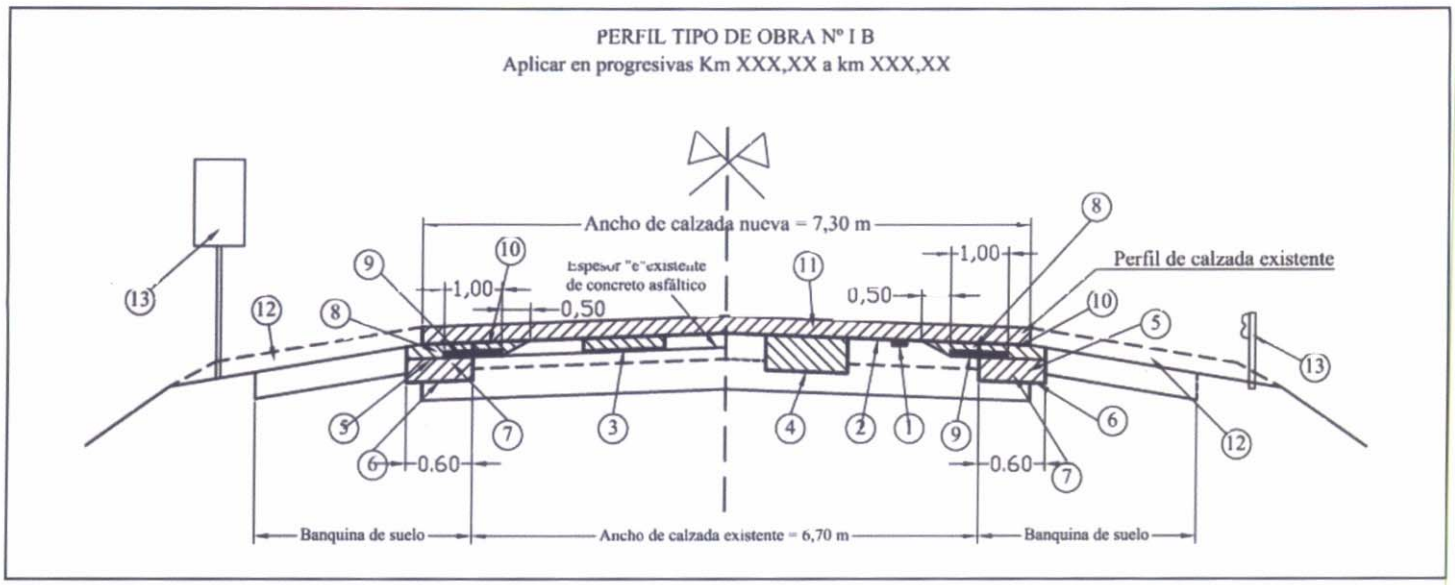


Figura 23

a 3 centímetros de suelo cemento de Resistencia a la compresión simple ≥ 20 kg/cm2.

Por lo tanto la Sub-base de suelo cemento prevista por el Proyectista de 20 cm de espesor podría ser reemplazada beneficiosamente por una capa de concreto asfáltico del siguiente espesor:

20 cm / 3 = 6,66 cm ≅ 7 cm

Con lo cual el espesor total de capas asfálticas a colocar en el ensanche, previo a la capa de repavimentación sería de:

espesor ensanche = 15 cm + 7 cm = 22 cm

El cual podría ser ejecutado, por ejemplo, en una capa de 8 cm y 2 capas de 7 cm cada una.

7) PERFILES TIPO DE OBRA PROPUESTOS

Se adjuntan al presente los Perfiles Tipo de Pavimento que el autor sugiere para aplicar en el diseño de ensanches de pavimentos existentes, en los cuales la fisura refleja proveniente de la solución de continuidad que existe donde termina el ancho del pavimento existente y comienza el ensanche no se produciría o al menos se retardaría sensiblemente su manifestación, y en este caso con una mucho menor severidad (Figuras 23 y 24).

8) CONCLUSIONES

- Se ha descripto la grilla de filamentos continuos de poliéster como un nuevo material apto para la solución de tradicionales problemas de rehabilitación de obras viales, como son la repavimentación asfáltica de viejos pavimentos de hormigón y la ejecución de ensanches bituminosos de pavimentos existentes.

- Se han presentado ensayos de laboratorio que sustentan las teorías y soluciones propuestas presentadas por el autor.

- Se han comentado obras realizadas en nuestro país y en otras partes del mundo donde se han adoptado soluciones como las aquí sugeridas.

- El autor ha presentado una concreta obra proyectada y evaluada ejecutada en la República de Armenia, que ha constituido una verdadera exportación de tecnología argentina a países de otra cultura.

- Finalmente el autor propone una nueva solución para la ejecución de ensanches bituminosos de pavimentos existentes diferente a la tradicionalmente adoptada, y que tiene una performance muy superior.

9) BIBLIOGRAFIA

- Norma IRAM 78001.

- "Designing with Geosynthetics", Edición 1994 de R. Koerner

- Hatelit" Grillas – CORIPA S.A. Oficina Técnica, Informativo Técnico 4/96.

- "Evaluación del comportamiento de geomallas en el control de reflexión de grietas", MSc. Guillermo Montestruque Vilchez, DSc. Régis Martins Rodrigues e Ing. André Estêvão Ferreira da Silva. XIII Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito. Buenos Aires, Octubre 2001.

- Reporte Nº CDOT-DTD-R93-6 (1993), Departamento de Tránsito de Colorado de EE.UU.

- "Ventajas de las grillas tejidas de poliéster respecto a otros materiales en Repavimentación Asfáltica", Reporte de CORIPA S.A. del 12/02/1999.

- "Grelha flexível de alta resistencia para reforço de concreto asfáltico", Reporte de Huesker.

- "JBIC Special Assistance for Project Formation (SAPROF) for Yerevan Zvartnots International Airport Rehabilitation Project", Implementation Programme, The SAPROF Team, Japan International Cooperation, Febrero 2001.

- "Obra Repavimentación de Pista y Ejecución Nuevo Sistema de Balizamiento-1ª Etapa entre progr. 0,00 a progr. 900,00 - Memoria Descriptiva de Trabajos a Ejecutar", Ing. Carlos A. Ardanaz, mayo 2002.

10) AGRADECIMIENTOS

- Al Centro Técnico Aeroespacial, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Divisão Engenharia de Infra-Estrutura AERONÁUTICA, Departamento De Geotecnia.

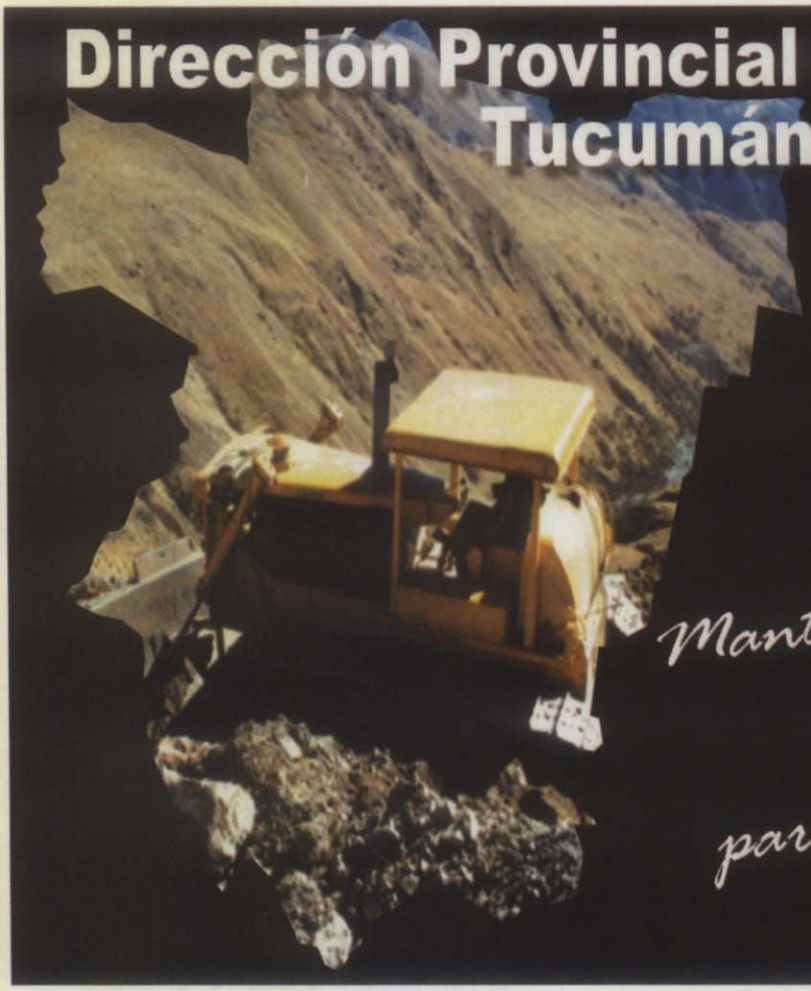
- A la Oficina Técnica de Huesker Ltda., São José dos Campos, São Paulo, Brasil.

- Al Ing. Guillermo Montestruque Vilchez.

- Al Ing. Carlos A. Rodríguez, Gerente Técnico de Coripa S.A.

Dirección Provincial de Vialidad
Tucumán

DPV T



Mantengamos y construyamos
nuestros caminos,
para una nueva generación

DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD DPV Formosa

FORMOSA
RUTA 81

INTEGRADOR DE PAISES
CORREDOR BIOCEANICO "EJE DE CAPRICORNIO"

Incrementando los Lazos Sociales, Culturales y Economicos, a traves de su Red Vial con Brasil, Paraguay, Bolivia, Chile y Uruguay

Concesionaria Vial de las Rutas Nacionales Nº 5 y Nº 7

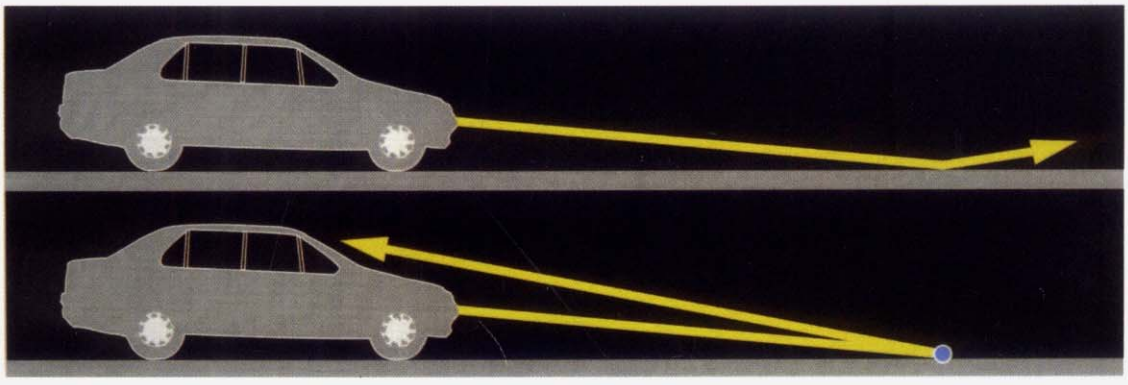
Univía
más cerca

Autovía Oeste S.A.: Ruta Nacional Nº 5 KM 65.800 (6700) | Luján | Buenos Aires | Tel.: (02323) 430970 | e-mail: univia@infovia.com.ar

GLASS BEADS S.A.

MICROESFERAS SOVITEC CATAPHOTE GLASS BEADS

MICROESFERAS DE VIDRIO
EL FUNDAMENTO DE LA SEGURIDAD VIAL



Rodríguez Peña 431 - 5º "A" (1020) Buenos Aires - Argentina -
Tel/Fax 54-11-4372-8746/8662 - E-mail gssbeads@ba.net