CARRETERAS

ASOCIACION ARGENTINA DE CARRETERAS
AÑO XLI Nº 147- MAYO 1996

BUENOS AIRES/LA PLATA



LA NUEVA AUTOPISTA QUE ESTAMOS DISFRUTANDO

Informe especial

1er CONGRESO INTERAMERICANO de PAVIMENTOS RIGIDOS



FICEM

Federación Interamericana del Cemento

16, 17 y 18 de Octubre de 1996

Buenos Aires , Argentina

Organizan: **Federación Interamericana del Cemento**
Instituto del Cemento Portland Argentino.

Auspician: Cembureau / The European Cement Association. - ACPA / American Concrete Pavement Association. - AIPCR / Comisión de Pavimentos Rígidos. - Instituto Panamericano de Carreteras. - AAPR / Asociación Argentina de Pavimentos Rígidos. - ACI•Argentine Chapter / American Concrete Institute.

Recepción de trabajos hasta el 16 de Septiembre de 1996 - Informes: Instituto del Cemento Portland Argentino
San Martín 1137 (1004) - Buenos Aires - Argentina - Tel.: (54-1) 312. 3040 - Fax (54-1) 312.1700

ING. TOSTICARELLI Y ASOCIADOS S.A.
ESTUDIOS Y SERVICIOS DE INGENIERIA

- Nuevas tecnologias en materiales y pavimentos.
- Microconcretos asfalticos. Capas drenantes. Asfaltos modificados.
- Evaluaciones de rugosidad e indice de estado.
- Auditoria técnica y control de calidad.
- Banco de datos y modelos de gestion de pavimentos.
- Estudios especiales de obra y de proyecto.

Riobamba 230 - (2000) - ROSARIO

Teléf.: (041) 820531/7950
Fax: 041-821511

Burgwardt & Cia.

SOCIEDAD ANONIMA, INDUSTRIAL, COMERCIAL Y AGRO-GANADERA

1927 - 1995

Avda. L. N. Alem 690 - 8° Piso (1001) Capital Federal

T.E. 312.6678

AHORA Y SIEMPRE JUNTO AL CAMINO



Defensas Arsa Deflex

Autopista Ricchieri, Pcia. de Buenos Aires.



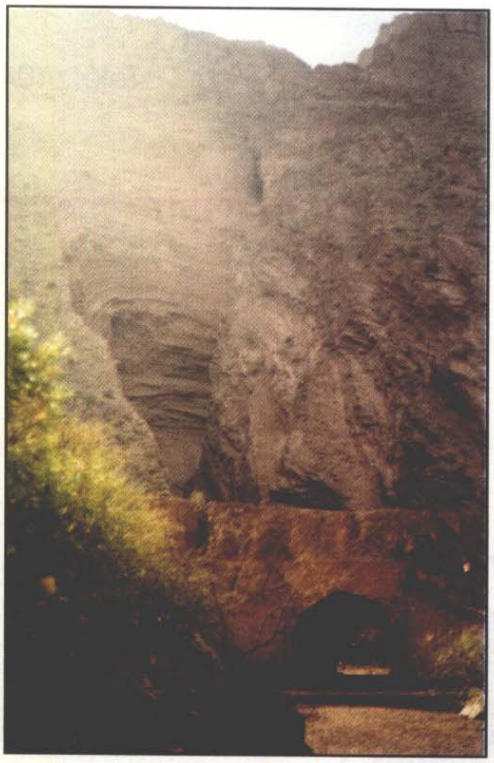
Alas Terminales



Defensas Arsa Deflex



Postes



Estructuras Arsa MP 152

Garganta del Diablo, Pcia de Salta.



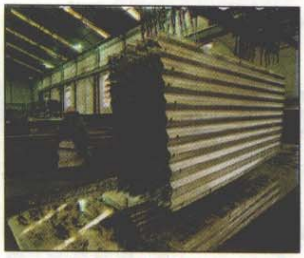
Arsa MP 152



Caño Arsa HC 68



Conformación Arsa MP 152



Pote de Galvanizado



Conformación Arsa HC 68

INGENIERIA Y TECNOLOGIA

Obras Hidráulicas, Caminos y Ferrocarriles

TECHINT

SIDERAR

ARSA

VALENTIN GOMEZ 210 (1706) HAEDO, BUENOS AIRES, ARGENTINA, TEL/FAX: 489-5103 al 14

NUEVAS RUTAS S.A.

CONCESIONARIO VIAL

NECON S.A.
J.J. CHEDIACK S.A.

UNA EMPRESA DE EMPRESAS



A Través de:
Ruta Nac. Nº 5 - Luján - Santa Rosa
Ruta Nac. Nº 7 - Luján - Laboulaye

ORESA

Organización Estudio Aeropuertos

Ing. Tomás F. Hughes
Ing. Oscar A. N. Alemán

Estudios operativos. Proyectos nuevos de pistas, edificios e instalaciones especiales.
Evaluación funcional de los pavimentos existentes de un aeropuerto (PCI).
Evaluación estructural de los pavimentos existentes de un aeropuerto (SCI).
Estimación de la vida remanente.
Proyecto de rehabilitación de pavimentos existentes de aeropuertos y diseño de refuerzos.

Santiago del Estero 454 - Of. 34 Buenos Aires (1075) Tel.: (01) 383-9997 Fax: 0054-1-383-9997

Disponibilidad de la más moderna tecnología y gran experiencia en la construcción y mantenimiento de carreteras.

CHEDIACK

José J. Chediack S.A.I.C.A.
CONSTRUCCIONES

Hipólito Yrigoyen 2020 - (1640) Martínez - Pcia. de Buenos Aires - República Argentina
Tel.: (54) (1) 793-9400 - Fax: (54) (1) 793-9339

CARLOS OCTAVIO SUAREZ
INGENIERIA CIVIL

• PUENTES CARRETEROS Y FERROVIARIOS
• VIADUCTOS • ESTRUCTURAS EN GENERAL

NUESTROS PRINCIPALES PROYECTOS EN LOS ULTIMOS 10 AÑOS:

AUTOPISTA 9 DE JULIO: Conexión con Puente Pueyrredón; Viaductos entre Del Valle y Avda. Garay; Intercambiador Retiro sobre calle Posadas, Avda. del Libertador y vías FF. CC.; Puente Avda. Udaondo.
AUTOPISTA LA PLATA - BUENOS AIRES: Viaducto Sudeste; Viaducto de Acceso lado provincia a puente sobre Riachuelo; doce puentes en Provincia.
AUTOPISTA BUENOS AIRES - MAR DEL PLATA: Puentes sobre Río Samborombón, Arroyo Chajá y Río Salado.
AUTOPISTA ROSARIO - CORDOBA: Cuatro puentes entre Rosario y Correa en provincia de Santa Fe.
AUTOPISTAS RICCHIERI Y EZEIZA - CAÑUELAS: Veintitrés puentes.
HOSPITAL DR. BERNARDO HOUSSAY, Vicente López.
ESTADIO DE ORCAS en Mundo Marino, San Cemente del Tuyú.
CRUCES PEATONAL Y VEHICULAR BAJO NIVEL VIAS F.C.S.M., Caseros

NUESTROS COMITENTES:

AECSA S. A..
ARAGON S. A.
Ing. E. CARAMIAN S. A
COVIARES S. A.
COVICENTRO S. A.
COVIMET S. A.
COVISUR S. A.
FONTANA NICASTRO S. A.
GUADO S. A.
HUARTE S. A.
MUNDO MARINO S. A.
SUPERCEMENTO S. A.
TRAINMET S. A. - T M S
ULLOA S. A.
UNIMARC S. A.
VIALMANI S. A.

Mario Bravo 1191, 6to. piso "A" - (1175) BUENOS AIRES
Teléfono - Fax 963 - 7680

LA COMISION PERMANENTE DEL ASFALTO

Adhiere al XII° Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito que la Asociación Argentina de Carreteras llevará a cabo en el tercer cuatrimestre del año 1997.

COVICENTRO S.A.

Concesionario de la Ruta 9

Por el buen camino...

ADHESION

CAMINOS
del
RIO URUGUAY

S.A. de construcciones y
concesiones viales

Tronador 4102 - (1430) Capital Federal

CONSULBAIRES

Ingenieros Consultores S.A.

Servicios profesionales para proyectos de:

- **TRANSPORTES**
- **ENERGIA**
- **INGENIERIA SANITARIA**
- **INGENIERIA HIDRAULICA**

- Inspección de obras; supervisión de la construcción.
- Asistencia para la obtención de financiación para proyectos de inversiones públicas.
- Preparación de planes y programas de obras.
- Estudios de diagnóstico, prefactibilidad técnico-económica.
- Anteproyectos y proyectos ejecutivos.

Maipú 554 - Buenos Aires

Teléfonos: 322-2377/7357/5048/4579
Fax: 322-9639

DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD DE FORMOSA
OBRAS EN EJECUCION Y A EJECUTAR
AÑO 1996 - Rutas Provinciales

Nº ORDEN	NOMBRE DE LA OBRA	TIPO DE OBRA	LOCALIZACION (Dpto)	OBSERVACION
1	R.P.Nº 8: Tr. Siete Palmas - R.P.Nº 2	Mejoram. Calzada	Pilcomayo	En Ejecución
2	Construcción Pte. S/Rcho. Porteño (Paraiso)	Puente M.D.A.	Pilcomayo	En Ejecución
3	R.P.Nº 28 Norte Estac. Trasvasam. a Canales	Estación Bombeo	Patiño	En Ejecución
4	R.P.Nº 28 Terraplen p/Inst. equipo Bombeo	Terraplén	Patiño	En Ejecución
5	R.P.Nº 1 Tr. Misión Laishi - Prog. 23.000	Pavimento	Laishi	En Ejecución
6	Conservación Canales Aprovecham. multiple Río Bermejo - Ingeniero Juarez	Conserv. Canales	Matacos Matacos	En Ejecución
7	Conservación Canales Aprovecham. multiple Ingeniero Juarez - Los Chiriguanos	Conserv. Canales	Matacos Bermejo	En Ejecución
8	Conservación Canales Aprovecham. multiple Río Pilcomayo El Potrillo - La Tigra	Operación y mantenim. del Canal	Ramon Lista	En Ejecución
9	Provis. agua a Pozo del Tigre (Río Bermejo)	Oper. y Mant. Canal	Patiño	En Ejecución
10	Prov. agua Pozo Tigre - Estanislao del Campo	Oper. y Mant. Canal	Patiño	En Ejecución
11	Conserv. Canal R.P. Nº 28 Norte Las Lomitas	Oper. y Mant. Canal	Patiño	En Ejecución
12	Espacios Verdes Acceso Norte y Sur	Mantenimiento	Formosa	En Ejecución
13	Conservación rutinaria y mejoram. rutas provinciales	Conservación	(Toda la Prov.)	En Ejecución
14	R.P. Nº 24 Estan. del Campo - San Martín Nº 2 Puente de M.D.A. sobre Arroyo El Pavao	Puente M.D.A.	Patiño	A Ejecutar
15	R.P. Nº 24 Estan. del Campo - San Martín Nº 2 Puente de M.D.A. sobre Arroyo Tatú Piré	Puente M.D.A.	Patiño	A Ejecutar
16	R.P. Nº 23 Reemplazo Pte. Acrow x Alcant. Hº	Alcantarillas Hº	Pirané - Patiño	A Ejecutar
17	R.P. Nº 6 Tr. Aº Malvinas Argentinas R.N. Nº 11	Reconstrucción	Pilcomayo	A Ejecutar
18	R.P. Nº 3 Tramo R.N. Nº 81 El Colorado	Bacheo y Ref. Calz.	Pirané	A Ejecutar

AW Publicidad



Usted sabe quiénes son los reaseguros de su compañía ?

No sólo poseemos excelentes niveles de liquidez,
comprobable solvencia interna,
y real compromiso con el cliente.

Externamente, estamos respaldados por compañías
internacionales de reconocido prestigio.

Es bueno que lo sepa. Para que cuando usted elija La Construcción,
se quede bien tranquilo... sabiendo por qué.

La Construcción

SOCIEDAD ANONIMA COMPAÑIA ARGENTINA DE SEGUROS

Seguridad para nuestros clientes

Paseo Colón 823 6 ° piso (1063) Capital Federal Tel.: 362-5388 / 9625 / 8463 - 361-2708 / 2438 / 9759 - Fax: 361-9143

CARRETERAS

ASOCIACION ARGENTINA DE CARRETERAS

AÑO XLI N° 147 MAYO DE 1996

EDITORIAL

XII CONGRESO ARGENTINO DE VIALIDAD Y TRANSITO

El año próximo, a fines de setiembre, se desarrollará en Buenos Aires el XII Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito; históricamente la tecnología vial, ha venido demostrando en los sucesivos Congresos la presencia activa de los profesionales argentinos en la Investigación y el Desarrollo de materiales, estudio e investigaciones que se enjugan con una actualización de los conocimientos, siempre lograda y siempre en gestión.

Las Vialidades del país y en particular Vialidad Nacional fueron cauce para la realización profesional a nivel competitivo con niveles internacionales.

El decaimiento de la actividad vial a partir de los años 80 ha generado dificultades y vacíos que con esfuerzo admirable los ingenieros viales han podido superar reeditando su reconocida capacidad y maestría en este renacer de la actividad que está haciendo eclosión con la exitosa participación privada en la financiación y gestión por peaje de importantes obras viales: autopistas, puentes y viaductos.

A la vez la concesión por peaje del mantenimiento de los principales corredores nacionales de tránsito insume requerimientos tecnológicos viales y de ingeniería económica que los profesionales argentinos están cubriendo en forma totalmente satisfactoria.

Por otra parte en todo el país se está trabajando en el recupero del nivel de servicio de nuestra red pavimentada y mejorada que exigirá en los próximos años un apoyo tecnológico específico creciente.

Esta realidad demuestra que la especialidad vial está asentada sobre una base profesional bien decantada.

Fuerza es reconocer que la Dirección Nacional de Vialidad y Direcciones Provinciales dieron cauce a la formación de profesionales en las distintas especialidades que integran la disciplina vial con un alto nivel de rigurosidad técnica. Esta tarea se integró con la formación profesional académica y de investigación que realizan las universidades del país con los cursos de Post-Grado y Escuelas de Ingeniería de Caminos e instituciones privadas como la Comisión Permanente del Asfalto y el Instituto del Cemento Portland, entre otras.

Toda esta concurrencia de esfuerzos a veces con fluctuaciones importantes, permite a la Ingeniería Vial Argentina asistir las necesidades acumuladas por una inactividad que hoy consideramos superada, con alto nivel de eficiencia profesional.

Es condición imprescindible para la culminación de esta etapa de recuperación vial que Vialidad Nacional asuma en plenitud su función rectora de la Tecnología Vial Nacional, ello determina la necesidad de que se desestime toda "economía" de inversión y gasto en este sector, de su calificada actividad para que pueda retomar con solvencia tan importante responsabilidad.

Argentina ha aceptado la globalización económica como el medio más apto para lograr crecimiento y progreso en forma sostenida, acorde con nuestro potencial socioeconómico y en el marco de la región a que pertenece (Mercosur). Esta aceptación encierra condicionantes que no siempre encuentran la debida atención, entre ellos y posiblemente el más importante es que sin un desarrollo paralelo en Investigación y Desarrollo Tecnológico dichos objetivos difícilmente se alcancen y si se alcanzan sería con gradientes menores y con mayores costos sociopolíticos y menor eficiencia económica.

El XII Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito será oportunidad propicia para incentivar la dedicación de las empresas, instituciones y los profesionales viales del país para, esta nueva etapa que se advierte promisoria, para impulsar a nuevos niveles en la Investigación y Desarrollo Vial de nuestro país.

La Asociación Argentina de Carreteras ha comprometido sus mejores esfuerzos para esta tarea a la cual todos nos debemos: **apoyar el avance del Desarrollo Tenológico Vial.**

La Ciencia y Tecnología pueden y deben concurrir en la solución de los problemas de la realidad vial argentina, asimilando la experiencia externa en todos los casos que la misma resulte útil al proceso de generación propia de tecnología específica.

CARRETERAS. Revista técnica impresa en la Republica Argentina, editada por la ASOCIACION ARGENTINA DE CARRETERAS (sin valor comercial) - Adherida a la Asociación de la Prensa Técnica Argentina - Registro de la Propiedad Intelectual N° 321.015 - Dirección, Redacción y Administración: Paseo Colón 823, p. 7° (1063) Buenos Aires, Argentina - Teléfono y Fax: 362-0898.

Director: Ing. MARCELO J. ALVAREZ **SECRETARIO DE REDACCION:** Sr. JOSE B. LUINI

SUMARIO

Editorial **Pág.**

XII° Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito. 9

XLII° Asamblea General Ordinaria de la Asociación Argentina de Carreteras. 10

Conferencia Internacional de Seguridad Vial para Países de Latinoamérica y el Caribe. 12

Concientizar a los gobiernos para que implementen un plan de Seguridad de Tránsito sostenible, con metas establecidas, medibles y controlables.
Por el Ing. **Rafael Balcells.** 14

Jornada:
"Un año de vigencia de la Ley Nacional de Tránsito". 17

Inauguración tramo Autopista La Plata-Buenos Aires. 18

Antecedentes, descripción general y características técnicas de la Autopista La Plata-Buenos Aires. 20

XXIX° Reunión del Asfalto. 27

Varios. 28

Carreteras Inteligentes. 29

Instituto del Cemento Portland Argentino-Concurso. 34

El eje viario Buenos Aires-San Pablo. 35

Campaña Nacional de Seguridad Vial. 36

Cruces ferroviarios a distinto nivel: ¿Puentes o túnel?
Por el Ing. **Carlos Octavio Suárez.** 38

Experiencia sueca y recomendaciones para el uso de capas delgadas de hormigón sobre viejos pavimentos de hormigón.
Por **O. Petersson, M. Sc.** y **J. Silwerbrand**, Phd. 49

Determinación del número estructural correspondiente al concreto asfáltico de arcilla expandida utilizado en...
Por el Ing. **Gerardo O. Venier.** 52

Innovación y nuevas tecnologías en el control del tráfico. Los resultados del programa DRIVE.
Por los Lic. **Pablo Barrachina Tortajada, Elena Díaz Fernández** y **Gregorio Martín.** 64

Nuestra Portada:
Vista del nuevo Puente Pueyrredón sobre el Riachuelo.
Ver informe especial sobre la Autopista Buenos Aires-La Plata, en página 20.

XLII° ASAMBLEA GENERAL ORDINARIA DE LA ASOCIACION ARGENTINA DE CARRETERAS

FUE REELEGIDO PRESIDENTE POR UN CUARTO PERIODO CONSECUTIVO EL ING. RAFAEL BALCELLS.

El 24 de abril último la Asociación Argentina de Carreteras realizó su XLII° Asamblea General Ordinaria, de acuerdo con lo establecido en el Art. 12° de su Estatuto, en la que se aprobaron la memoria y el balance general correspondientes al año 1995 y se procedió a la elección de Presidente de la entidad y de los miembros del Consejo Directivo y de la Comisión Revisora de Cuentas que finalizaron sus mandatos el 31 de diciembre último.

Para ocupar la Presidencia por el periodo 1996-1998 fue reelegido el Ing. Rafael Balcells, ocupando así el cargo por cuarta vez consecutiva.

Debemos destacar que en esta oportunidad ingresaron al Consejo Directivo la Escuela de Graduados Ingeniería de Caminos de la Facultad de Ingeniería, con su representante el Ing. Mario E. Aubert, Director de la misma y a la Comisión Revisora de Cuentas, el Ing. Juan A. Zubeldía, de la firma Burgwardt y Cía. S.A.

Posteriormente, en la reunión del Consejo Directivo se designó la Junta Ejecutiva quedando integrado el Consejo en la forma que se indica a continuación.



El Ing. Rafael Balcells presidiendo la Asamblea. Lo acompañan los Ings. Pablo R. Gorostiaga, Jorge W. Ordoñez, Carlos A. Bacigalupi y Carlos J. Priante.

JUNTA EJECUTIVA

Presidente: **Ing. Rafael Balcells**

Vicepresidente 1°: **Ing. Carlos A. Bacigalupi**
Secretario: **Ing. Carlos F. Aragón**
Tesorero: **Ing. Carlos J. Priante**

Vicepresidente 2°: **Ing. Jorge W. Ordoñez**
Prosecretario: **Ing. Enrique L. Azzaro**
Protesorero: **Ing. Juan Morrone**

Consejeros Adjuntos:
Ing. José Bertrán, Ing. Mario J. Leiderman e Ing. Félix J. Lilli

MIEMBROS TITULARES
Categoría Ex Presidentes (Art. 11° Estatuto): **Ing. Néstor C. Alesso e Ing. Pablo R. Gorostiaga**

MANDATOS POR CATEGORIAS DE SOCIOS

CATEGORIA SOCIOS PROTECTORES

Mandatos por 2 años

SIDERAR S.A.C.I. (División Vial)
Rep.: **Ing. Guillermo V. Balzi**
AUTOMOVIL CLUB ARGENTINO
Rep.: **Ing. Gustavo R. Carmona**
CAMARA ARGENTINA DE LA CONSTRUCCION
Rep.: **Ing. Carlos A. Bacigalupi**
DIRECCION NACIONAL DE VIALIDAD
Rep.: **Ing. Guillermo M. Cabana**
LA CONSTRUCCION S.A. COMPAÑIA ARGENTINA DE SEGUROS
Rep.: **Ing. Julio A. Micillo**

Mandatos por 1 año

ACINDAR S.A.
Rep.: **Ing. Ricardo G. Gattoni**
DIRECCION DE VIALIDAD DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES
Rep.: **Ing. Horacio C. Albina**
INSTITUTO DEL CEMENTO PORTLAND ARGENTINO
Rep.: **Ing. Julio C. Caballero**
YPF S.A.
Rep.: **Sr. Rubén Campaño**
AUTOLATINA ARGENTINA S.A.
Rep.: **Ing. Orlando Grassetti**

CATEGORIA ENTIDADES COMERCIALES

Mandatos por 2 años

CONSTRUCCIONES CIVILES J.M. ARAGON S.A.
Rep.: **Ing. Carlos F Aragón**
CONSULBAIRES S.A.
Rep.: **Ing. Jorge M. Lockhart**
POLLEDO S.A.
Rep.: **Sr. Diego Ibañez Padilla**
SERVICIOS VIALES S.A.
Rep.: **Ing. Rubén Genolet**
MACROSA DEL PLATA S.A.
Rep.: **Sr. Eugenio O. Cavanagh**
JOSE CARTELLONE S.A.
Rep.: **Sr. Gerardo Cartellone**

Mandatos por 1 año

NEUMATICOS GOODYEAR S.A.
Rep.: **Sr. Alberto K. Johnson**
3M ARGENTINA S.A.
Rep.: **Ing. Bernardo G. Schiffrin**
SHELL C.A.P.S.A.
Rep.: **Dr. Jan C.A. Schellekens**
TECHINT S.A.
Rep.: **Ing. Jorge J. Asconapé**
VIALCO S.A.
Rep.: **Sr. Daniel Wuhl**
DYCASA, DRAGADOS Y CONSTRUCCIONES S.A.
Rep.: **Ing. Enrique T. Huergo**
CONEVIAL S.A.
Rep.: **Ing. Adolfo B. Quintana**

CATEGORIA ENTIDADES OFICIALES Y CIVILES

Mandatos por 2 años

ASOCIACION DE FABRICANTES DE CEMENTO PORTLAND
Rep.: **Ing. Guillermo Carrizo**
CENTRO ARGENTINO DE INGENIEROS
Rep.: **Ing. Enrique P. Ferrea**
COMISION PERMANENTE DEL ASFALTO
Rep.: **Dr. Jorge O. Agnusdei**
TOURING CLUB ARGENTINO
Rep.: **Agr. Mario E. Dragan**
CONSEJO VIAL FEDERAL
Rep.: **Ing. José B. Cortizo**
FATVIAL
Rep.: **Sr. Anthony Robson**
ESCUELA DE GRADUADOS INGENIERIA DE CAMINOS
Rep.: **Ing. Mario E. Aubert**

Mandatos por 1 año

ASOCIACION DE FABRICAS DE AUTOMOTORES -ADEFA-
Rep.: **Ing. Juan Morrone**
CAMARA ARGENTINA DE CONSULTORES
Rep.: **Ing. Juan J. G. Buguñá**
F.A.D.E.E.A.C.
Rep.: **Sr. Julio Vilaltella**
SOCIEDAD RURAL ARGENTINA
Rep.: **Ing. Carlos A. Hubert**
CAMARA ARGENTINA DE EMPRESAS VIALES
Rep.: **Ing. Juan V. Bradach**
F.A.T.A.P.
Rep.: **Arq. Eduardo Moreno**
CAMARA DE CONCESIONARIOS VIALES
Rep.: **Ing. Fernando A. Sananez**

CATEGORIA SOCIOS INDIVIDUALES

Mandatos por 2 años

Ing. Marcelo J. Alvarez
Ing. Enrique L. Azzaro
Ing. Mario J. Leiderman
Ing. Jorge W. Ordoñez

Mandatos por 1 año

Ing. Roberto M. Agüero Olmos
Ing. Carlos J. Priante
Sr. Hugo R. Badariotti
Dr. José María Avila

MIEMBROS SUPLENTES

Mandatos por 2 años

Sr. Atilio E.D. Buchanan
Prof. Juan E. Tornielli

Mandatos por 1 año

Agr. Diego F. Mazzitelli
Ing. Roberto A. Cuello

COMISION REVISORA DE CUENTAS

Ing. Manuel H. Acuña - Ing. Norberto J. Salvia - Ing. Juan A. Zubeldía

Director Ejecutivo: **Sr. José B. Luini**

CONFERENCIA INTERNACIONAL DE SEGURIDAD VIAL PARA PAISES DE AMERICA LATINA Y EL CARIBE

Durante los días 4 al 7 de diciembre último se llevó a cabo en San Pablo, Brasil, esta importante conferencia presentada por la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (O.C.D.E.) y el Instituto Panamericano de Carreteras filial Brasil, con destacada participación de representantes de Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, México, Paraguay y Perú.

Además de las once sesiones técnicas en las que expusieron representantes de Argentina, Austria, Brasil, Costa Rica, EE.UU., España, Finlandia, Holanda, México y Uruguay, se realizaron Sesiones Plenarias y Mesas Redondas, concluyéndose con el documento final "LA DECLARACION DE SAN PABLO" que se transcribe seguidamente.

La delegación argentina estuvo integrada por los siguientes profesionales: Ing. Daniel A. Alunni, Sr. Hugo R. Badariotti, Ing. Rafael Balcells, Ing. Julio C. Caballero, Ing. Ana M. Filograsso, Ing. Mario J. Leiderman, Ing. Edgardo A. Masciarelli e Ing. Esteban E. Pérez.

El Presidente de nuestra Asociación Argentina de Carreteras, Ing. Rafael Balcells invitado especialmente por las autoridades de esta conferencia, en la Sesión Técnica sobre Educación expuso sobre el tema: CONCIENTIZAR A LOS GOBIERNOS PARA QUE IMPLEMENTEN UN PLAN DE SEGURIDAD DE TRANSITO SOSTENIBLE, CON METAS ESTABLECIDAS, MEDIBLES Y CONTROLABLES, cuyo texto se publica a continuación de esta nota.

DECLARACION DE SAN PABLO

Los profesionales y técnicos de Seguridad Vial reunidos en la ciudad de San Pablo, en el marco de la Conferencia Internacional de Seguridad Vial para Países de Latinoamérica y el Caribe, establecen la necesidad de imponer a la sociedad en su conjunto y a los gobiernos de los países participantes, el conocimiento de la situación de inseguridad que afecta al tráncito, causando la pérdida injustificada de vidas humanas e incrementando sensiblemente los costos sociales y económicos.

En las actuales condiciones, los accidentes de tránsito han generado la mayor epidemia que el grupo de países intervinientes haya soportado en la historia de sus naciones, cobrando vidas humanas, generando discapacidades e insumiendo anualmente entre el 1% y el 3% del Producto Bruto Interno (PBI) de sus economías.

Las tendencias determinadas por las condiciones económicas crecientes y el consecuente incremento de la motorización, indican que en los años venideros, de no generarse una política concreta para reducir el índice de siniestralidad, el flagelo del tránsito tomará mayores costos.

Siendo que el objetivo de esta Conferencia está dirigido a las cuestiones que afectan a todo el Continente Latinoamericano y el Caribe en lo que respecta a la Seguridad Vial, y la finalidad es lograr en el menor tiempo posible la reducción sustancial del número y gravedad de accidentes de tránsito y sus consecuencias, se propone la generación de políticas adecuadas y de un intercambio permanente entre los países, ya que su mayor preocupación es la preservación de la vida humana.

Los participantes de esta Conferencia Internacional de Seguridad Vial para Países de Latinoamérica y el Caribe se comprometen a realizar la promoción y la divulgación de esta Declaración en el ámbito de cada Nación , a través de los diversos organismos involucrados

con la Seguridad Vial, sean o no gubernamentales, recomendando y proponiendo las siguientes acciones y compromisos:

1.- Procurar la concientización de las autoridades gubernamentales con poder de decisión, sobre la necesidad de implementar un Programa Nacional de Seguridad que atienda el conjunto de los aspectos que inciden en el mejoramiento de la seguridad vial; Educación, Ingenieria, Fiscalización y Comunicación incluyendo planes a corto, mediano, y largo plazo con objetivos claros y medibles que permitan evaluar su efectividad.
Se sugiere la integración del tema a los curriculums educativos de los sistemas de enseñanza de cada país en sus diferentes niveles.

2.- Crear un Banco de Datos de Latinoamérica y el Caribe, interconectado con los existentes a nivel internacional, tales como la IRTAD (OECD), con el objeto de recopilar y actualizar:
* Estadísticas
* Proyectos específicos
* Profesionales de la especialidad
* Bibliografías
* Programas implementados y resultados
* Investigaciones
* Proyectos
* Informaciones complementarias

El Centro así creado:

2.1.- Operará en base a los servidores de INTERNET que están disponibles en la Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito de Chile, al que podrán acceder todos aquellos que trabajen en Seguridad Vial en la Región.

2.2.- Brindará a los usuarios del sistema la información concreta para facilitar su acceso.

2.3.- Promoverá grupos de conversación sobre Seguridad Vial de manera que funcione como un Foro Panamericano continuo, incluyendo en el listado inicial a todos los participantes de esta Conferencia.

2.4.- Solicitará a los integrantes de dicho Foro Panamericano la permanente remisión de trabajos temáticos, para efectuar una transferencia de tecnología efectiva.

3.- Promover la creación en cada país, donde no existiese, de una Comisión Nacional de Seguridad Vial, integrada por especialistas y representantes de todos los organismos y sectores que son alcanzados por sus resoluciones con vistas a lograr amplios pactos sociales que permitan el mantenimiento de las políticas en el largo plazo y con el objetivo final de nuclear a las mismas en una Asociación Panamericana.

4.- Institucionalizar, a través del IPC, un catálogo de cursos para el tema específico de Seguridad Vial incluyendo normas vigentes, educación, inspección vehicular, auditoría de seguridad vial, Ingeniería de Tránsito, etc.
Se tendrá como objetivo la realización de veinte cursos anuales, manteniendo un intercambio permanente de tecnología de Seguridad Vial entre los países. Se contempla el desarrollo de programas de educación y cursos de capacitación para ejecutivos y expertos en el área de seguridad vial a tráves de las universidades nacionales de los países latinoaméricanos.
Crear un menú de herramientas de experiencias comprobadas para su divulgación tales como muchas de las presentadas durante la Conferencia Internacional de Seguridad Vial para los países de Latinoamérica y el Caribe.

5.- Incentivar visitas técnicas entre países panamericanos, promoviendo el intercambio de delegaciones para generar transferencias de tecnologías horizontal.

6.- Implementar y actualizar la adopción del Manual Interamericano de Dispositivos de Control de Tránsito, con el objeto de lograr la uniformidad del señalamiento en el ámbito de la Región.

7.- Interesar a los entes responsables sobre la necesidad de normar y controlar adecuadamente las exigencias laborales y la capacitación de los conductores profesionales y de las autoridades de control de la vía, facilitando a estas autoridades los elementos físicos y tecnológicos adecuados para la fiscalización del tránsito.
Promover la elaboración de normativas que determinen el control técnico vehicular y la adopción de medidas que posibiliten la adecuada renovación del parque automotor.

8.- Promover la realización de seminarios-talleres nacionales o locales de Seguridad Vial, en los próximos 18 meses, con el propósito de crear una clara conciencia de este urgente y serio problema que agobia a la sociedad y generar compromisos para enfrentarlo.

9.- Comunicar las intenciones de la presente Carta y de los resultados de esta Conferencia, a los organizadores de la Conferencia de Seguridad Vial que se realizará en el Continente Africano en 1996.

10.- Promover una segunda Conferencia Internacional de Seguridad Vial para Países de Latinoamérica y el Caribe, en el año 1997, con el objeto de obtener la institucionalización de las actividades que permitan lograr la mejora continua y sostenible de la Seguridad Vial en los países integrantes.

CONCIENTIZAR A LOS GOBIERNOS PARA QUE IMPLEMENTEN UN PLAN DE SEGURIDAD DE TRANSITO SOSTENIBLE, CON METAS ESTABLECIDAS, MEDIBLES Y CONTROLABLES.

Exposición pronunciada por el Presidente de la Asociación Argentina de Carreteras, Ing. RAFAEL BALCELLS en la Conferencia Internacional de Seguridad Vial para países de América Latina y Caribe, realizada en San Pablo, Brasil, los dias 4 al 7 de diciembre de 1995.

Agradezco a la O.C.D.E. y al Instituto Panamericano de Carreteras, la oportunidad de dirigirme a este selecto sector de los profesionales viales para tratar un tema que es motivo primordial de preocupación y acción de nuestra Asociación Argentina de Carreteras: ¿Como concientizar a los gobiernos respecto de la imprescindibilidad y urgencia en tomar las medidas conducentes para: primero controlar y luego reducir el flagelo de la siniestralidad en el tránsito?

La tasa mundial de siniestralidad en el tránsito es tan alta como para que en el tiempo que transcurrirá durante las sesiones de este congreso: mas de 8000 personas morirán y más de 300.000 resultarán con heridas graves o de consideración.

El subdesarrollo alimenta tasas crecientes, en algunos casos 100 veces superiores, a las de los países industrializados, que día a día reducen mediante planes continuos y bien establecidos, este flagelo que drena el factor vital de la sociedad, con mayor incidencia en la juventud, resultando la causa más grave de fallecimiento salvo las enfermedades cardiovasculares entre las personas menores de 40 años.

Si analizamos la incidencia económica, de la siniestralidad en el tránsito veremos que esta oscila entre el 1 y el 2,5% del PBI, prácticamente en todos los países. Este drenaje económico es más difícil de sobrellevar y es más regresivo para las economías de más bajos ingresos donde la tasa de ahorro interno es más baja.

¿Como podemos afrontar, primero disminuir y luego controlar este flagelo?

Las frias estadísticas nos hablan de muertos, heridos e inválidos que subconcientemente ubicamos sistemáticamente como una realidad ajena.

Cuando un conductor o un peatón se dispone a iniciar un viaje o un paseo ¿piensa en asumir riesgos importantes?

Pareciera que cada uno supone que los accidentes les ocurren a los demás, pues son menos hábiles, menos prudentes o tienen menos "suerte".

Lo cierto es que los conductores y peatones diariamente apostamos la integridad física y aun la vida a que no nos tocará en "suerte" protagonizar un accidente de tránsito.

El resultado, en Argentina, es que cada año mas de 20.000 personas sufren la muerte o graves heridas en esa especie de ruleta rusa de salir ileso, de la devastadora, despiadada selva de nuestras calles y caminos, donde anualmente uno de cada 1.500 habitantes es víctima de un infortunio mayor o pierde la vida.

Esta cifras nos ubican en la alta probabilidad de sufrir en carne propia o en uno de nuestros seres queridos , parientes o amigos la desgracia de un grave accidente.

Pero los accidentes de tránsito, aparte y en primer término los muchos y profundos sufrimientos que las estadísticas no contabilizan, son un freno a la prosperidad económica, a la salud pública y al bienestar de la sociedad.

¿Cuál es nuestra estadística comparada de siniestralidad de tránsito?

En Argentina, por cada 660 vehículos automotores que circulan por nuestras calles y caminos muere una persona por año.

- En Paquistan	70 vehículos
- En Brasil	400 vehículos
- En Egipto	500 vehículos
- En Chile	1000 vehículos
- En España	3700 vehículos
- En Suecia	más de 7500 vehículos
- En USA	más de 7500 vehículos
- En Japon	más de 7500 vehículos
- En Holanda	más de 7500 vehículos

En comparación con los países que mejor han controlado la siniestralidad, de su tránsito viario, vemos que nuestros vehículos son 14 veces más mortales.
¿Cuál es nuestra conducta y como se nos controla en la calle o en el camino?
En la ciudad de Buenos Aires un estudio reciente nos dice lo siguiente:
En promedio, cada automóvil particular viola un semáforo en rojo cada dos días; actas de infracción, 3 cada 10.000 infracciones; colectivos violan 2 semáforos en rojo por hora; acta de infracción: 1 cada 60.000 infracciones.
Vemos cuál es la incidencia económica de la siniestralidad de transito
Los países de la (O.E.C.D.) admiten una pérdida económica anual que se sitúa entre el 1% y el 2,5 del P.B.I. de cada país, Suecia ha establecido su pérdida en el 1,5% de su P.B.I. suficiente para reconstruir y mantener su red de transporte carretero.
Bélgica reconoce en un estudio referido al año 1986 una pérdida del 2,5% de su P.B.I.
Una estimación realizada por la Asociación Argentina de Carreteras, arrojaba para el año 1983 una incidencia del 2% del P.B.I. A los actuales valores del P.B.I. es posible estimar que esa suma no será inferior a los 5.000 millones de pesos anuales. Pérdida cuya magnitud constituye un freno altamente significativo para nuestro desarrollo económico, y una causa concurrente a nuestro mayor costo productivo.
Todo los países de la O.E.C.D. se distinguen por atender a este factor pertubador, con seriedad, mediante planes específicos y metas escalonadas.
Dichos planes en todos los países, en general consisten en:
- Normas legislativas
- Educación vial en los ciclos preescolar y primario, en algunos casos incluso en el nivel secundario.
- Estudios de la siniestralidad de la red de transporte carretero corrigiendo en consecuencia su diseño, iluminación, señalización y capacidad.
- Vigilancia, prevención y difusión.
- Inspección obligatoria de vehículos.
- Corrección y penalización.

Estos países establecen con energía, decisión y recursos, planificación y programación un sistema sustentable de seguridad en el transito.
Mientras Argentina aumenta su tasa de siniestralidad, registrando incrementos en toda su red de transporte, países como Suecia; U.S.A.; Canada; Gran Bretaña; Holanda en los últimos 20 años han reducido su siniestralidad del 40% al 100% y lo que es más tienen planes concretos y aún a pesar de su baja siniestralidad proyectan reducirla hasta en un 25% en los próximos 10 años. (Con tasas de motorización crecientes).
¡Más autos y mayor tránsito no necesariamente conlleva un mayor número de accidentes fatales!
Como colofón de estos rápidos pantallazos a este muy importante problema de nuestra sociedad; permítaseme hacer una reflexión sobre la imprescindibilidad de vencer a este flagelo pero teniendo en cuenta que es en la raíz de la conducta humana donde deberemos actuar si queremos obtener los resultados deseados.
En "teoría del conflicto" de Brian Crozier, este dice que aquel que estudie y pretenda entender los problemas de la conducta humana sin tener en cuenta que el ser humano ha sido desde su origen, en general, un ser egoísta y agresivo, cometerá errores decisivos.
Pero así como en las capas más profundas de su cerebro anidan los impulsos de la cacería y el egoísmo, en su evolución el hombre ha demostrado que puede controlar sus impulsos y adecuar su conducta a las reglas que dictan el razonamiento y la lógica y junto a ellos, al aprendizaje que lleva las connotaciones del premio y el castigo.
Con reglas razonables y lógicas y los adecuados premios y castigos muchas sociedades han tenido éxito en dominar esta penosa realidad de la siniestralidad viaria y reducirla progresivamente.
Considero que en Argentina nuestros problemas y soluciones son, por lo menos en parte, comunes a todos los países con alta tasa de siniestralidad de tránsito.
Nuestra realidad en cuanto a seguridad vial es fruto de un largo proceso en que se han sumado componentes negativos de todas las áreas involucradas:
1) Ausencia por más de 10 años de la Ley Nacional de tránsito.
2) Escasa e incipiente Educación Vial, la Ley 23.348 y su decreto reglamentario 1320 ha quedado en el olvido sin haber iniciado su aplicación.
3) Campañas de prevención, esporádicas.
4) Penalización con falta de rigurosidad casi siempre demorada y de frecuentes vicios de aplicación.
5) Cultura transgresora tanto en los conductores como en los peatones.
6) Atención morosa y poco eficiente del accidentado.
7) Ausencia de un Plan Nacional de Seguridad en el Tránsito con organización, metas y presupuesto adecuado.

Lo detallado más arriba no es ninguna novedad, lo singular es que aunque se viene diciendo desde largo tiempo, hasta la fecha poco o nada se ha hecho en cada una de las áreas involucradas, para empezar a resolver estas falencias.
Estamos, en Argentina, en un momento especial, tal que la inacción del pasado puede quedar como suma de errores que no volverán a suceder y pueden ser reemplazados por el acierto en la organización y la acción responsable de los ciudadanos y las autoridades correspondientes.
¿Por qué tenemos esa esperanza?
1) Se ha promulgado la Ley Nacional de Tránsito N° 24.449 del 23/12/94 su reglamentación se ha concluido recientemente y se están adhiriendo las provincias.
2) Por el artículo 6° de dicha Ley se ha creado el Consejo Federal de Seguridad Vial.
3) Se ha iniciado la revisión técnica periódica de los automotores.
4) Los medios de comunicación están ubicados y día a día alertan de la extraordinaria gravedad del problema.
5) Otros países han sabido superar tendencias crecientes de siniestrali-

dad parecidas a las nuestras y hoy tienen valores 3 y 4 veces inferiores a los nuestros. No tenemos en vista a los países de menor siniestralidad como Suecia, E.E.U.U. y Japón, ellos tienen índices 14 veces inferiores a los nuestros.
En el seminario de "Experiencias Internacionales de Seguridad en el Tránsito" realizado por la Asociación Argentina de Carreteras el 12 de junio ppdo. hemos podido apreciar por ejemplo como España ha reducido notablemente su siniestralidad los últimos 10 años y también como está encarando Chile el control y dominio de este flagelo. Ambos países han tenido siniestralidades iguales o superiores a la nuestra y hoy Chile está un 50% mejor y España 5 veces mejor que nosotros.
En 20 años (1965-1985) países como España, Bélgica, Finlandia, Holanda y Japón redujeron su tasa de siniestralidad cinco veces.
Es preciso envarar inmediatamente la formulación del Plan Nacional de Seguridad Vial que en cinco años puede reducir a la mitad la actual siniestralidad de tránsito. Esa decisión comporta concertar la acción de diversas áreas del gobierno; dejar librado a cada una de ellas las iniciativas en tal sentido, dependiendo de su disponibilidad presupuestaria, de su empeño y de su decisión, hará fracasar toda tentativa.
¡Podemos controlar y reducir este flagelo de las actuales brutales cifras anuales de 9.000 muertos y 200.000 heridos en accidentes de tránsito: Reducirlo a la mitad debe ser el objetivo del Plan Nacional de Seguridad Vial!
Si tenemos éxito:
A partir del 2000, cada año 4.500 habitantes de nuestro suelo no morirán y 100.000 no resultarán heridos, para ello se debe implementar ahora La Educación, Prevención y Penalización que establecen las actuales normas jurídicas cuya complementación, armonización y efectivización debe ser objetivo de primera prioridad en el interés nacional.
Si a estas imprescindibles acciones que reducirán la siniestralidad en un 50% se le suman mejoras en nuestras vías de transporte: tales como:

a) Mejor señalamiento horizontal y vertical.
b) Mejoramiento de banquinas.
c) Calzadas multitrocha y autopistas de acuerdo al tránsito.
d) Detección y corrección de tramos con puntos negros.

Entonces podremos emprender el alcance de los valores de siniestralidad de los países que marchan a la cabeza de la seguridad en el tránsito.
¿Como concientizar a los gobiernos en la necesidad de implementar un Plan de Seguridad de Tránsito Sustentable (P.S.T.S.)? cuya componente mayor es: "La Responsabilidad"
- Responsabilidad del conductor y del peatón en el respeto de las normas de comportamiento que hacen a la seguridad propia y de los demás.
- Responsabilidad de la autoridad que debe velar por el cumplimiento de "La Ley" en forma firme y ejemplar.

Para ello los gobiernos deben proveer los medios necesarios para legislar, educar informar, prevenir, controlar y penalizar a los usuarios y participantes del sistema del transporte automotor.
No hacerlo así es caer en una de las mayores irresponsabilidades en que han incurrido y todavía incurren, en mayor o menor grado la mayoría de los gobiernos de América Latina, el Caribe y de todo el mundo del subdesarrollo.
Aparte de las medidas que se refieren a la responsabilidad, conducta y educación de gobernados y gobernantes, y que por cierto no implican mayores gastos en infraestructura administrativa o física, es necesario canalizar inversiones en infraestructura física para obtener los mejores resultados. Pero para nuestros países con alta, muy alta tasa de siniestralidad viaria, es posible alcanzar en no más de cinco años reducciones importantísimas de la misma, con relativamente muy bajos presupuestos, pero eso sí, con una alta decisión de solidaridad humana y responsabilidad política.

Hemos referido sucintamente aspectos económicos y aspectos de lesa humanidad, que debieran bastar para que todo gobierno volcara sus mejores esfuerzos organizada y eficazmente en concretar y cumplir el (P.S.T.S.). Podemos agregar el ejemplo de comunidades políticas, como el estado de Victoria en Australia, que en tres años (1989-1992) redujo su siniestralidad viaria a la mitad desde valores ya bastantes envidiables alcanzando cifras de países líderes en este logro: 1,3 víctimas fatales cada 10.000 vehículos registrados.

RESULTADOS

1) 800 vidas y 9000 heridos graves salvados.
2) Reducción de las pérdidas por siniestros: 1.200 millones de dólares.
Reducción de las demandas por daños 300 millones de dólares.
Derivando todo en grandes ahorros en transporte, salud y servicios sociales.
Presupuesto de Seguridad Vial en el Trienio: U$S 85 millones anuales.
Si la campaña en pro del (P.S.T.S.) son apoyadas por los medios de comunicación y se logra que los partidos políticos lo incluyan en sus plataformas políticas, estaríamos dando los pasos adecuados para empezar a transitar hacia la meta que nos hemos propuesto:
Concientizar a los Gobiernos para que implementen un Plan de Seguridad de Tránsito Sostenible, con metas establecidas, medibles y controlables.
Las Asociaciones como la Asociación Argentina de Carreteras debemos convocar a esta muy importante toma de conciencia para la formalización, organización y cumplimiento del Plan de Seguridad de Tránsito Sostenible en nuestras respectivas naciones y participar en el control de su cumplimiento.
Otros lo han logrado, muchos lo están logrando ¿Porqué no nosotros?

JORNADA CON MOTIVO DEL

DIA DE LA SEGURIDAD EN EL TRANSITO

Con motivo de celebrarse el 10 de junio el Día de la Seguridad en el Tránsito, la ASOCIACION ARGENTINA DE CARRETERAS ha organizado una jornada de intercambio de información y experiencia bajo el título de:

"UN AÑO DE VIGENCIA DE LA LEY NACIONAL DE TRANSITO"

(Experiencias, conclusiones, perspectivas)

OBJETIVOS:

El objeto principal de la Jornada lo constituyen:

- Conocer qué acciones se desarrollaron en el último año en relación con la prevención de los accidentes viales en las diferentes áreas, en el marco de la vigencia de la Ley 24.449.
- Evaluar los resultados de dichas acciones.
- Relevar la situación actual.
- Educación Vial: un desafío presente.
- Perspectivas de actividades futuras.

PROGRAMA

La Jornada se desarrollará el día 11 de Junio de 1996 en el salón de actos de la CÁMARA ARGENTINA DE LA CONSTRUCCIÓN (cedido en forma especial para esta celebración) Avenida Paseo Colón 823 Planta Baja - Ciudad de Buenos Aires con el siguiente desarrollo:

• 9,00 a 9,30 hs.	Ratificación de inscripciones
• 9,30 a 9,45 hs.	Apertura
• 9,45 a 13,00 hs.	Sesión matutina
• 13,00 a 14,30 hs.	Intervalo. Almuerzo de trabajo
• 14,30 a 18,00 hs.	Sesión vespertina
• 18,30 hs.	Cierre - conclusiones - recomendaciones

Expondrán, respondiendo al tema central de la Jornada, representantes de entidades públicas y privadas directamente relacionadas con el tema.
La ASOCIACION ARGENTINA DE CARRETERAS ejercerá la coordinación y moderación general. Se permitirán preguntas de los asistentes.
Se publicarán las Actas de la reunión.

INSCRIPCION:

La inscripción a esta Jornada es libre y gratuita pero debe confirmarse a esta Asociación **antes del día 6 de junio**, al teléfono o fax: 362-0898 de 12 a 18 horas.
Si usted decide confirmar su asistencia por escrito, le agradeceremos fotocopiar la ficha de inscripción que va al pie de esta página y remitirla a nuestra sede, Paseo Colón 823, piso 7°, Código Postal 1063, de esta Ciudad, con los datos requeridos en ella.

DESTINATARIOS DE LA JORNADA:

- Entidades Públicas y privadas con objetivos concurrentes a la seguridad vial.
- Organismos Viales Nacionales, Provinciales y Municipales.
- Legisladores.
- Educadores.
- Empresas concesionarias viales.
- Compañías aseguradoras.
- Fabricantes de automotores.
- Entidades del Transporte Automotor.
- Empresas proveedoras de elementos de Seguridad Vial.
- Juristas especializados.
- Estudiosos de la seguridad vial.
- Policía Federal y Provincial.
- Instituciones públicas y privadas relacionadas con la salud y atención de las víctimas de la siniestralidad vial.

ASOCIACION ARGENTINA DE CARRETERAS

Jornada: **UN AÑO DE VIGENCIA DE LA LEY NACIONAL DE TRANSITO**

11 Junio de 1996

Ficha de Inscripción:

Apellido y nombre: .....

Institución que representa: .....

Domicilio y teléfono: .....



La obra permite llegar a la Ruta Nº 2 en sólo 25 minutos, evitando molestias, gastos de combustible y agobiantes caravanas.

INAUGURACION DEL TRAMO DE LA AUTOPISTA LA PLATA BUENOS AIRES

Con la presencia de las máximas autoridades nacionales y de la Provincia de Buenos Aires, el 19 de diciembre de 1995 se inauguró parcialmente la autopista La Plata-Buenos Aires. El presidente de Coviares, ingeniero Roberto S.J. Servente, explicó las ventajas del emprendimiento, y la filosofía que lo hizo posible.



Con la presencia del Presidente de la Nación, doctor Carlos Saúl Menem, el gobernador de la provincia de Buenos Aires, doctor Eduardo Duhalde, el ministro de Economía de la Nación, doctor Domingo Cavallo, el ministro de Obras Públicas de la provincia de Buenos Aires, escribano Hugo Toledo, autoridades a nivel municipal bonaerense, así como del titular de la Cámara Argentina de la Construcción, ingeniero Monir Madcur, de los vicepresidentes, ingeniero Aldo Roggio, señor Luis Alberto Aragón, el señor Enrique Enrieto, y otros miembros del Consejo Ejecutivo, y el Pte. de la Asociación Argentina de Carreteras , Ing.R. Balcells, se realizó el acto de inauguración de la autopista La Plata-Buenos Aires, el 19 de diciembre de 1995 ppdo.

El primer orador fue el ingeniero Roberto S.J. Servente, vicepresidente honorario de la CAC y creador y presidente del grupo Coviares, quien señaló: "El sistema de autopistas concesionadas en la Argentina en sus comienzos tuvo que luchar con posiciones intransigentes de muchos que, con argumentos falaces, intentaban detener el progreso y bajo el disfraz de un equivocado nacionalismo, evitar el aporte de la iniciativa privada en aquellos rubros que habían tenido al Estado como único aportante".

"Los empresarios, abandonamos el mucho más fácil camino de "Contratistas del Estado", afrontamos esta lucha y lo hicimos con energía y convicción."

"Hoy un Estado moderno, donde a través de las privatizaciones ha sido eliminada la corrupción de las empresas públicas, muestra que teníamos razón y la comunidad circula por los nuevos caminos con comodidad, seguridad y orgullo".

"Señores, estamos ante una importante obra de infraestructura, como el Acceso Norte que todos los días vemos construir, como los corredores viales, como las nuevas redes telefónicas, las usinas, los servicios de agua, obras que ya no reclamamos al Gobierno, las estamos haciendo los empresarios con capacidad, riesgo y eficiencia, empresarios que hoy nos acompañan, que están aquí porque todos celebramos estos éxitos como propios, porque sentimos que el éxito de cada uno de nosotros es el éxito del país".

"Señor Presidente de la Nación, los que añoramos aquella extraordinaria Argentina de las primeras décadas del siglo, los que fuimos testigos de la decadencia y de la gran transformación hemos escuchado y queremos creer en sus promesas de volver a colocar al país muy pronto entre las diez primeras naciones del mundo, con este esfuerzo, con estas obras, los constructores argentinos estamos colaborando para que así sea, por eso le rogamos, luego de sus esperadas palabras, nos conceda el honor de declarar oficialmente inaugurada esta nueva obra de su Gobierno".

"Señores - concluyó el ingeniero Servente - , aquí esta la autopista ... gocémosla".

El presidente de la Nación, doctor Carlos Saúl Menem, cerró con un discurso el acto de inauguración de la autopista La Plata-Buenos Aires. Tuvo palabras de felicitación y aliento para los titulares del emprendimiento, y señaló los motivos por los cuales en la actualidad el país puede realizar este tipo de obras sin comprometer el patrimonio público.

"La autopista La Plata - Buenos Aires, cuando esté concluída, significará un beneficio no solamente para los residentes en la Capital Federal y en la Capital de la Provincia de Buenos Aires, sino para el conjunto de la ciudadanía."

"Y como muy bien lo dijo el ingeniero Servente, permitirá no sólo ahorrar tiempo y recursos sino, fundamentalmente,vida".

Entonces el Presidente se interrogó sobre las características de la inversión en la autopista, superior a los 700 millones de pesos, que no compromete al erario público. "¿Por qué se puede hacer esto ahora en la Argentina, sin tan siquiera pedir un aval al Gobierno? Antes para hacer cualquier obra, el Gobierno debía estar avalándola; aquí, en este caso, no. ¿Por qué? Porqué esta es una Argentina creíble, confiable y respetable. Y por más que a algunos les pueda doler, aunque sean muy pocos, la única verdad es la realidad, y esta es la realidad que vive actualmente nuestro país. De esta forma, este Presidente y amigo de ustedes, con el permiso del señor Gobernador, deja inaugurado este tramo de la Autopista La Plata-Buenos Aires, y espera en 1998, Dios mediante, estar aquí, junto con todos ustedes, inaugurando definitivamente la obra terminada que tanta falta le hacía a Buenos Aires y al país".

Luego el Presidente de la Nación, junto con el gobernador Eduardo Duhalde, fueron invitados a descubrir una placa recordatoria, y a cortar la cinta simbólica de la nueva autopista. ■





ANTECEDENTES, DESCRIPCION GENERAL Y CARACTERISTICAS TECNICAS DE LA AUTOPISTA LA PLATA - BUENOS AIRES

1.- ANTECEDENTES
2.- DESCRIPCION GENERAL
3.- CARACTERISTICAS GEOTECNICAS
4.- SUELOS Y PAVIMENTOS
5.- ESTRUCTURAS DE HORMIGON
6.- CONTROL DE CALIDAD

1.- ANTECEDENTES

Los primeros antecedentes de este importante proyecto se remontan al año 1930, cuando se construye una de las calzadas del actual camino General Belgrano. La segunda calzada, separada por las vías del ferrocarril, nunca llegó a construirse.

Un gran número de estudios realizados con relación a la factibilidad económica y funcional de la Autopista en las décadas del '50 y '60, dieron lugar a llamados a licitación durante los años 1972 y 1977 que no se concretaron. En 1978 se llamó a Concurso Nacional e Internacional para la adjudicación de la obra por el sistema de Concesión Pública. En 1980 se adjudica la obra entre ocho propuestas presentadas a COVIARES, Consorcio Vial Argentino Español, bajo un régimen de financiamiento basado en avales a ser otorgados por el Estado Nacional, que finalmente se modifica en 1994, haciéndose cargo la Concesionaria COVIARES de la financiación de la construcción de la obra.

2.- DESCRIPCION GENERAL

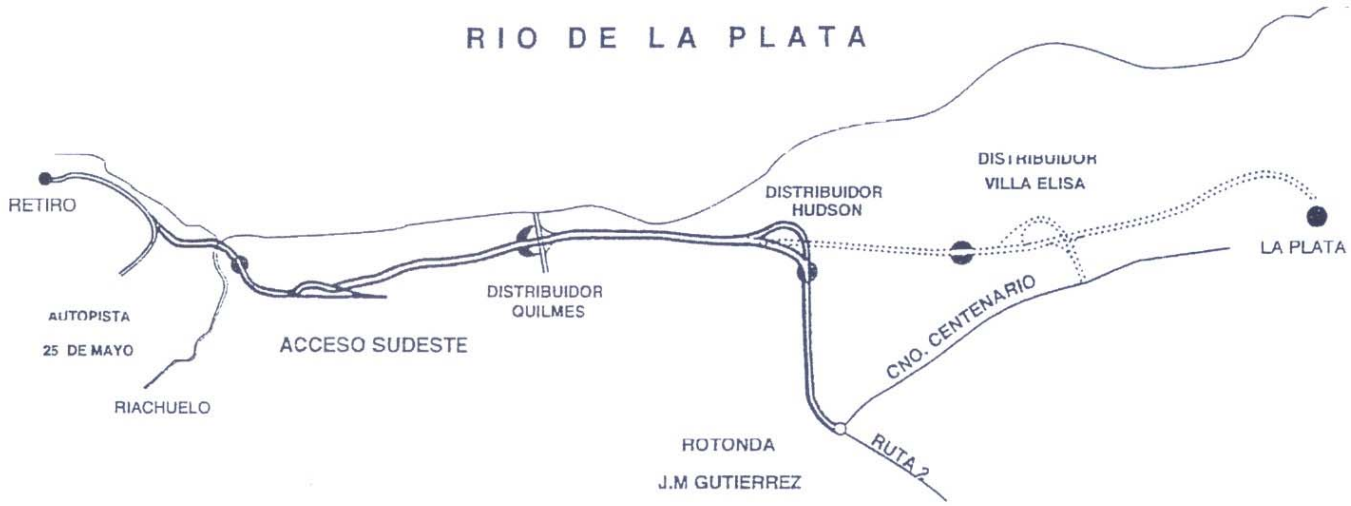
La Autopista La Plata - Buenos Aires, consta de un eje principal que vincula la Ciudad de La Plata con la Capital Federal a través de un trazado de 55 km. de longitud, a los cuales se adicionan 8 km. del ramal de vinculación Hudson - Rotonda J. M. Gutiérrez. Desde su inicio en la ciudad de La Plata, la obra se materializa a través de dos calzadas de circulación con tres carriles cada una, hasta alcanzar la localidad de Hudson, situada a 23 km. del origen. A partir de este punto el proyecto adopta una configuración de dos calzadas con cuatro carriles de circulación cada una de ellas hasta incorporarse a la Capital Federal a través de un nuevo Puente sobre el Riachuelo, asistido por sendos viaductos de acceso, tanto del lado Provincia como del lado Capital, para arribar al punto final de su recorrido en las proximidades de la Estación Terminal de Omnibus de Retiro, donde se vincula con la Autopista 9 de Julio Norte.

Además de la importancia que en sí misma encierra la Autopista, dada la solución que brindará al problema del tránsito interurbano en la zona sur del Gran Buenos Aires, es de destacar las importantes conexiones que brindará a los usuarios.

En efecto, hacia el oeste, en la Capital, con la Autopista 25 de Mayo y hacia el norte con la Autopista 9 de Julio Norte, a través de la cual será posible acceder a la Avenida General Paz y al Acceso Norte a la Capital.

Desde el punto de vista físico, sensiblemente paralelo a la costa del Río de la Plata, permitirá servir zonas densamente pobladas de Avellaneda, Wilde, Bernal, Quilmes, Berazategui, Hudson, Ranelagh, Villa Elisa, City Bell y Florencio Varela, las cuales pueden contar con una vía rápida y segura con la Capital Federal, sin ningún tipo de interferencias.

La autopista se ha proyectado en base a una solución en terraplén en toda la zona que puede considerarse rural que abarca desde La Plata hasta Avellaneda, adoptándose solución en viaducto para la zona urbana desde Avellaneda hasta Retiro. Los terraplenes en la zona rural se han complementado con el proyecto de 27 puentes que permitirán el cruce de calles, avenidas, vías férreas y



AUTOPISTA
LA PLATA - BUENOS AIRES

cursos de agua que interfieren en el trazado del proyecto. El tramo de viaducto tiene una longitud de 10 km, incluídos los 2,9 km. del Nuevo Puente sobre el Riachuelo y sus Accesos.

La obra contará con un sistema de iluminación cuya alimentación está garantizada a través de una línea de media tensión de 13,2 Kv. Estaciones transformadoras a lo largo de la traza llevarán esta tensión hasta 380 v de las luminarias. Se han proyectado distintos niveles de iluminación para las zonas del tronco de Viaducto, de rampas de ingreso y egreso y para las zonas de los distribuidores.

Tanto las calzadas principales como las calles adyacentes a la traza, serán adecuadamente señalizadas a través de señales laterales, pórticos y ménsulas. La demarcación horizontal cumple con las normas establecidas para las vías rápidas de circulación.

La seguridad en la circulación se verá garantizada con la colocación de barandas metálicas y/o de hormigón armado, dependiendo su distribución de las condiciones de circulación.

Las Estaciones de peaje, han sido equipadas con tecnología de punta, con instrumentos electrónicos de última generación para recaudación del peaje, los cuales aseguran una adecuada atención del usuario con un mínimo tiempo de espera.

Acorde con su importancia, la autovía ha sido proyectada con modernos criterios de servicialidad. Todos los servicios garantizan una adecuada respuesta ante el requerimiento de los usuarios, los cuales podrán comunicarse con una moderna central de información telefónica a través de postes de auxilio S.O.S., que están ubicados cada 600 m a ambos lados de la autopista.

El servicio asistencial al usuario y de vigilancia será continuo, con patrullaje las 24 horas, incluyendo auxilio mecánico, ambulancia y adecuada coordinación con las prestaciones oficiales de la policía, bomberos y salud para el caso de accidentes.

Ha sido cuidadosamente estudiada la integración ecológica de la Autopista al medio que la rodea. Con tal fin se ha encarado una intensa tarea de forestación y parquización de los terrenos lindantes con la obra, a través de la plantación de más de 8000 árboles y arbustos, en base a una gran variedad de especies acordes con el clima y la topografía de la zona.

La Concesionaria ha establecido contactos con las Universidades de Buenos Aires y La Plata y ha puesto a disposición de las autoridades comunales y provinciales su Departamento de Planificación Urbana para implementar una política de preservación ambiental, en el entendimiento que la Autopista, además de una eficiente solución vial, es un eje de desarrollo potencial de la zona sud del conurbano bonaerense.

3- CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

Dado el desarrollo de la obra a través de un trazado de 63 km. totales, las características de los suelos de fundación de las estructuras o de los pavimentos son muy diversas, lo que ha dado lugar a la aplicación de los más diversos sistemas de fundación o de mejoramiento de los suelos.

Especial mención deberá efectuarse a la zona correspondiente al valle del Riachuelo, en donde se encontraron suelos particularmente blandos,

en zonas donde debían construirse terraplenes de altura considerable, viaductos altos de acceso al Puente sobre el Riachuelo, la estructura más importante entre las que componen las obras de la Autopista.
Los sondeos efectuados en la zona del Riachuelo indicaron la presencia de suelos blandos identificados como limos y arcillas de alta y baja plasticidad, los que en algunos casos alcanzan espesores del orden de 30,00 m.
Los terraplenes a construirse en estas zonas alcanzan anchos del orden de 100 m y alturas de alrededor de 5,00 m. o más. Esta situación planteaba el desarrollo de asentamientos considerables en valor y con un desarrollo prolongado a través del tiempo.
A efectos de controlar esta situación se recurrió a un sistema de drenes verticales con geotextil, a partir de los cuales se produjo una aceleración notable de los tiempos de consolidación de los suelos blandos a la vez que se implementó un sistema de control periódico de asentamientos mediante un sistema de placas de hormigón armado incluídas en los terraplenes las que periódicamente son niveladas.
Las fundaciones de las estructuras en estos suelos se resolvió adoptando un sistema de fundación indirecta mediante la utilización de pilotes de gran diámetro, de secciones y cantidades variables según las condiciones entre 1,40 y 2,20 m. de diámetro.

Los pilotes se apoyan en la formación geológica llamada puelchense, formadas por arenas muy limpias, con muy bajo contenido de finos, y sumamente densas, como lo certifican los Ensayos de Penetración Normal (S.P.T.), que indican valores de penetración por encima de 40 a 50 golpes. Los pilotes penetran en estos mantos resistentes profundidades no menores de 3 diámetros, para lo cual en algunas de las estructuras los pilotes alcanzaron una longitud de 30,00 a 35,00 m.
En los casos del Puente sobre el Riachuelo y de otros puentes sobre cursos de agua, los pilotes se ejecutaron desde un equipo flotante, empleando la misma técnica de perforación y hormigonado.

4- SUELOS Y PAVIMENTOS

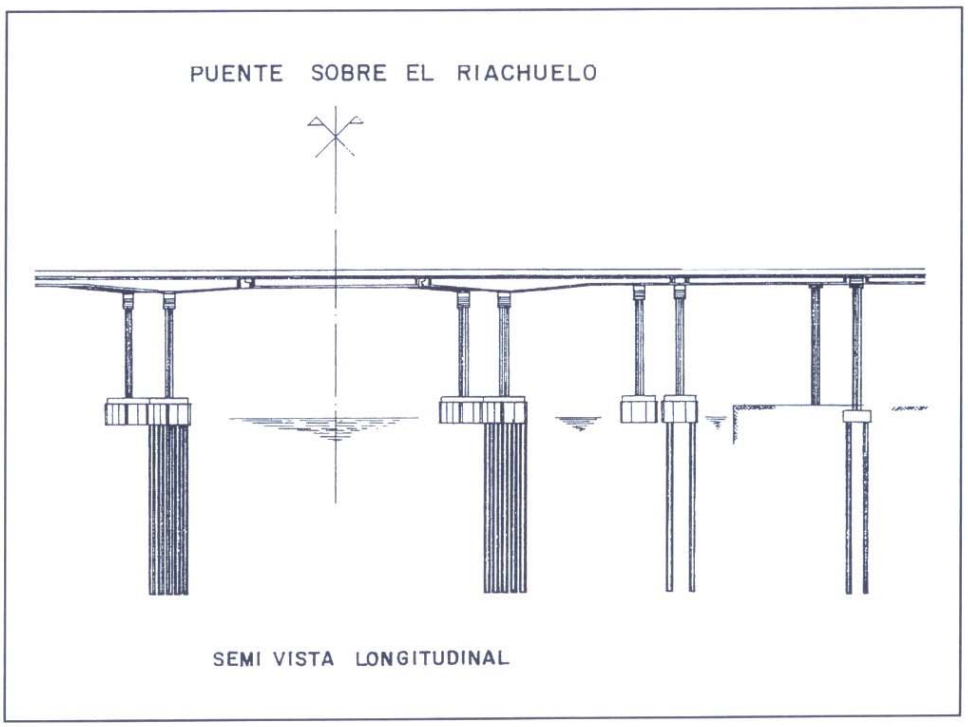
4.1. GENERALIDADES

El trazado de esta autopista se desarrolla a través de zonas en las cuales los suelos del primer horizonte presentan características muy heterogéneas, pero fundamentalmente no utilizables para la conformación de terraplenes. En consecuencia se optó por construir el terraplén íntegramente con material de aporte proveniente de yacimientos ubicados en las cercanías de la traza. Estos suelos gracias a su origen calcáreo presentan un comportamiento excelente, lo que permitió desarrollar una concepción estructural del tipo full-deep.
Si bien la ejecución de capas asfálticas apoyadas directamente sobre capas de material calcáreo (full-deep) no es una novedad en la República Argentina, esta es la primera vez que se aplica en una obra de la envergadura de esta Autopista, que ha querido aprovechar los indudables beneficios que aporta una estructura netamente flexible en las distintas etapas de la vida del pavimento: su construcción, mantenimiento, evaluación y reconstrucción.
Las mezclas asfálticas utilizadas son del tipo superior, en caliente, usualmente elaboradas en el país. La carpeta de rodamiento en viaductos se ejecuta con mezcla de mayor rigidez que las utilizadas en terraplenes, estando esta rigidez limitada por las condiciones de trabajabilidad.
Para el cálculo de espesores se recurrió al método de diseño SHELL 1978, que contiene cartas especialmente preparadas para las estructuras full-deep. Luego los resultados fueron contrastados con valores obtenidos por otros métodos actualmente en uso.
En términos generales, la ejecución de esta obra se ajusta a la normativa de la Dirección Nacional de Vialidad y la Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires.

4.2.- SUELOS DE LA TRAZA Y YACIMIENTOS

El primer manto de suelos de la traza, con espesores entre 5 y 30 cm., es de alto contenido de materia orgánica. En lugares aislados próximos a zonas semi-urbanas, se encuentran rellenos de suelos heterogéneos mezclados con escombros de demolición.
Por debajo de la primera capa, se encuentran suelos arcillosos tipo A-7-5 y A-7-6, con predominio de altos índices de grupo y elevadas plasticidades.
A profundidades entre 1,80 y 2,60 m. se halla un suelo limoso tipo A-4, con concreciones calcáreas. Este manto es aprovechado en los yacimientos para extraer el material utilizado en la construcción del núcleo del terraplén y las capas estructurales del pavimento. El Valor Soporte California es de 40 % para el 95 % de la densidad máxima obtenida en el ensayo de compactación (ASSHO T180).
Mención aparte merecen las capas de suelos blandos compresibles que en espesores variables, son subyacentes en algunos tramos de la traza.
El peso de los terraplenes provoca asentamientos por consolidación de los suelos blandos cuya magnitud dependerá de la altura del terraplén en cada lugar. Para acelerar el proceso de consolidación, y que los mayores asentamientos se produzcan antes de la construcción del pavimento, se recurrió a un sistema de drenes verticales.
Este consiste en colocar drenes con separación relativamente pequeña entre sí (del orden de 3,00 a 5,00 m) de modo de reducir el camino que el agua debe recorrer hasta llegar a un

medio de elevada permeabilidad por donde puede ser eliminada. Además circula en dirección horizontal hasta llegar al dren más próximo, lo cual es una importante ventaja, porque la permeabilidad horizontal en la arcilla es mucho mayor que la vertical.
Todos los drenes son conectados a un manto de arena horizontal que se construye en la superficie, por el cual debe circular el agua de los drenes para ser eliminada fuera del terraplén.
En esta obra, se han colocado algo más de 500.000 ml de drenes dentro de perforaciones que promedian los 15/17 metros.



5.- ESTRUCTURAS DE HORMIGON

5.1.- GENERALIDADES
Las obras de la Autopista La Plata - Buenos Aires, comprenden la ejecución de una serie de estructuras, que desde un punto de vista general, se pueden agrupar de la siguiente manera:
A) Puentes
A1) Puentes en general
A2) Puente sobre el Riachuelo

B) Viaductos
C) Alcantarillas
D) Obras complementarias

Dentro del grupo de obras de puentes se ha efectuado la distinción entre los puentes en general y el nuevo Puente sobre el Riachuelo, que por sus características particulares se lo considera en forma separada del resto de los puentes.

5.2- PUENTES EN GENERAL
Considerando los puentes en general, se pueden distinguir los que corresponden a la autopista, es decir sobre los cuales circula el tránsito de la misma, y los puentes que cruzan por sobre la autopista, con ancho de calzadas menores y por los que circula, en general un tránsito local.
Los anchos de calzada de los puentes de la autopista son variables según la zona que se trate, siendo en general de 14,60 m por cada calzada, lo cual implica cuatro fajas de circulación en cada una de ellas. Las calzadas son dos, denominadas calzada derecha la que conducirá el tránsito hacia la Capital y calzada izquierda la que permite la circulación hacia la Ciudad de La Plata.
Se completa la zona de circulación vehicular con dos banquinas de ancho 1,50 m. del lado interno y de 2,50 m. del lado externo, es decir en la zona de posible detención de los vehículos. El resto del ancho del puente se destina a las defensas de hormigón armado del tipo New Jersey.

5.2.1.- DESCRIPCION ESTRUCTURAL
Como criterio de diseño se priorizó la adopción de elementos premoldeados en la mayor cantidad posible, lo que permitió la elaboración de una gran parte de los hormigones en obrador, con la consiguiente ventaja de un estricto control de calidad, lo que permitió alcanzar valores de resistencia finales y dispersiones óptimos.
No obstante la adopción de estos sistemas premoldeados planteó la necesidad de ejecutar, transportar y montar elementos de considerables dimensiones y pesos.
Así, por ejemplo las vigas principales del Puente sobre el Riachuelo tenían un largo de casi 60,00 m y un peso de 180,00 t., lo que requirió de adecuados equipos de transporte, así como un adecuado estudio del itinerario y la colocación con grúa flotante de elevada capacidad.
Los puentes son, en general, estructuras isostáticas, salvo la zona central del puente del Riachuelo que presenta continuidad en tres tramos. Dicho puente se describe en forma separada, en la presente memoria, por lo que en lo que sigue se hará referencia a los puentes en general.
Están formados por vigas premoldeadas y pretensadas de tipo I, apoyadas a media madera, con vigas transversales exclusivamente en los extremos.
Sobre las vigas se hormigona, in situ la losa del tablero, con auxilio de losetas premoldeadas que se las utiliza, ya sea como encofrado perdido, o como parte del elemento estructural, en cuyo caso incorporan las armaduras principales.

Se completa la sección del puente con la carpeta de desgaste y las defensas de hormigón armado.

5.2.2.- INFRAESTRUCTURA

La infraestructura de los puentes está formada por una serie de pilas y estribos de diversas características.

En general las pilas se componen de una serie de fustes de sección cilíndrica, sobre los cuales se hormigona un dintel, de sección rectangular, sobre los que se ubican los mecanismos de apoyo.

El sistema de fundación de las pilas difiere según el lugar de emplazamiento del puente entre: pilotes de gran diámetro verticales o bien una fundación directa mediante una zapata continua o bases aisladas.

Los estribos, en general están formados por un muro de contención resuelto con la técnica de la Tierra Armada, es decir con un sistema de escamas de hormigón armado premoldeadas, flejes de acero y cargaderos de hormigón armado, sobre los cuales se disponen los apoyos de las vigas premoldeadas.

5.3.- PUENTE SOBRE EL RIACHUELO

El nuevo Puente sobre el Riachuelo está ubicado muy cerca de la desembocadura del mismo en el Río de la Plata y se desarrolla entre las pilas Nº 25 y 30, cubriendo luces de 40,00 m., 40,00 m., 76,50 m., 40,00 m. y 40,00 m. constituyendo las tres centrales una estructura continua.

Consiste en un sistema de dos puentes gemelos, ubicados paralelamente, con un cierto desfasaje entre si en lo referente a las progresivas, como consecuencia que se trata de un cruce oblicuo, respecto al eje del canal de navegación.

Desde el punto de vista vial se trata de dos calzadas de 13,60 m. de ancho cada una, designadas como calzada izquierda a la que encauza el tránsito vehicular desde Buenos Aires hacia La Plata y como calzada derecha a la que permite la circulación hacia la Capital. Se completa transversalmente el tablero con dos banquinas por cada calzada de 1,50 m. del lado interno y de 1,80 m. del lado externo lo que hace un total de ancho de circulación de 16,90 m., a los que se agregan los anchos correspondientes a las defensas de hormigón tipo New Jersey, lo cual hace que el ancho total del tablero, para cada calzada sea de 17,30 m.

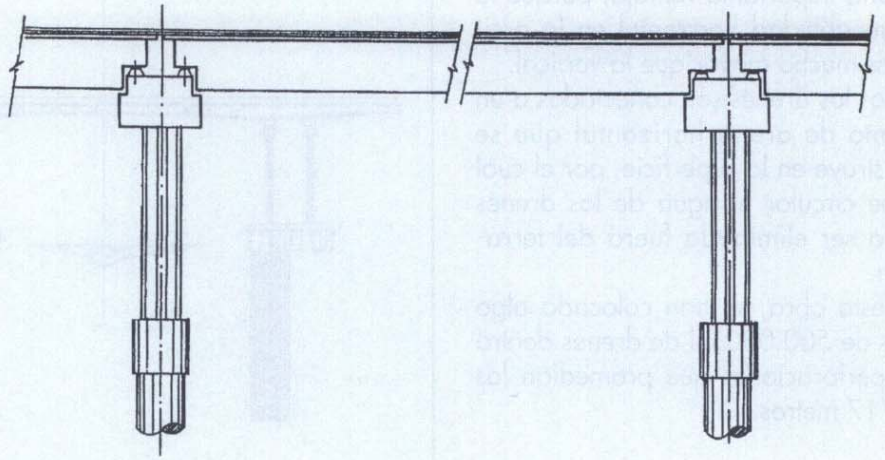
El ancho de calzada de 13,60 m., implica la existencia de cuatro fajas de circulación: 2 de 3,50 m. y 2 de 3,30 m. de ancho, por cada calzada, es decir un total de ocho fajas de circulación, para ambas calzadas. El peralte transversal es del 3,00%.

Al puente se accede a través de dos viaductos denominados respectivamente: Viaducto de Acceso lado Provincia (V.A.P.) y Viaducto de Acceso lado Capital (V.A.C.), con una pendiente máxima, para ambos viaductos, de 2,35 %, encontrándose una mayor parte del puente sobre la correspondiente curva vertical parabólica.

Desde el punto de vista de la navegación en el Riachuelo, el gálibo horizontal indica un ancho libre del canal entre los cabezales de las pilas de 58,50 m. mientras que el gálibo vertical respeta una cota mínima de +27,50 con respecto al cero del Mareógrafo del Riachuelo.

Se completa la obra del puente con defensas de las pilas principales contra un posible impacto de una embarcación.

VIADUCTO



CORTE LONGITUDINAL

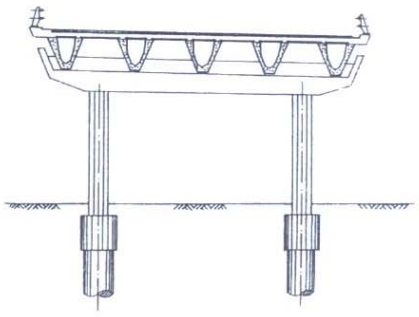
5.3.1.- DESCRIPCION ESTRUCTURAL

1) SUPERESTRUCTURA

Como se indicó anteriormente, la superestructura del puente consiste en una viga continua de tres luces de 40,00 m. 76,50 m. y 40,00 m., con inercia variable y dos luces laterales isostáticas de 40,00 cada una.

La sección transversal está formada por 4 vigas premoldeadas y pretensadas vinculadas entre si mediante una serie de vigas transversales, que

VIADUCTO



CORTE TRANSVERSAL

TABLA Nº 1

A) HORMIGONES

Elementos	Resistencia Caracteristica a`bk (Kg/cm²)
Pilotes	210
Cabezales	300
Fustes	300
Dinteles	300
Vigas pretensadas	430
Losa del tablero	300
Contralosa	300
Defensas New Jersey	210

B) ACEROS

No tesos	aek=4200 kg/cm²
Pretensado	af=17.000 kg/cm²
	arot=19.000 kg/cm²

constituyen un sistema emparrillado sobre el cual se apoya el tablero, formado por una losa hormigonada in situ. El tablero del puente se completa con una carpeta de desgaste de concreto asfáltico, y defensas de hormigón armado tipo New Jersey.
En los sectores adyacentes a los apoyos, la superestructura presenta una contralosa inferior, que con las vigas y el tablero superior forman una sección celular de tres compartimientos.
La continuidad de la estructura se logra una vez montadas las vigas del tablero, hormigonados el tablero y la contralosa, mediante cables de pretensado de vinculación, tensados a posteriori.
Desde el punto de vista constructivo, se distinguen dos tipos de vigas:

A) Vigas premoldeadas y pretensadas de altura variable, de 59,05 m. de longitud que se apoyan sobre una luz de 40,00 m., entre las pilas centrales y las laterales del puente, permaneciendo en voladizo unos 18,00 m. que forman parte del tramo central de mayor luz del puente.

B) Vigas premoldeadas y pretensadas de 40,80 m. de longitud total que se apoyan con una luz de 40,00 y que constituyen ya sea la parte central del tramo principal del puente a los tramos laterales de 40,00 m. de luz.

2) APOYOS
La superestructura del puente transfiere las cargas a la infraestructura a través de un sistema de apoyos Freyssinet tipo pote, con tres características distintas a partir de las posibilidades de movimientos:
1) Apoyos fijos. Permiten solamente movimientos de rotación.
2) Apoyos semi-fijos. Permiten desplazamientos horizontales en la dirección longitudinal solamente y movimientos de rotación.
3) Apoyos móviles. Permiten movimientos longitudinales y horizontales así como también movimientos de rotación.

3) INFRAESTRUCTURA
La infraestructura del puente está constituída por una serie de pilas formadas por dos fustes verticales, que arrancan desde un cabezal fundado sobre pilotes, y un dintel superior, prácticamente horizontal, que los vincula entre sí formándose una estructura aporticada, adecuada para tomar los esfuerzos horizontales transversales.
Los dinteles son de sección rectangular, de altura constante en su mayor parte y con una reducción de la misma hacia los extremos por condiciones estéticas.
Sobre los dinteles se hallan ubicados una serie de topes que permiten limitar cualquier desplazamiento excesivo de la superestructura que pudiera ocurrir como consecuencia de un impacto accidental sobre alguno de los cabezales como consecuencia de la navegación.

4) FUNDACIONES
El nuevo Puente sobre el Riachuelo, así como sus viaductos de acceso están fundados sobre pilotes verticales de gran diámetro, de 1,40 m. de diámetro a razón de 8 por cabezal para el caso de las pilas principales del puente, 6 para las pilas adyacentes (Nº 26 y 29), 4 para la Pila 30 y por razones constructivas para la Pila 25 se utilizaron 2 de 2,00 m. de diámetro cada uno.
Los pilotes son hormigonados in situ, con perforación previa, bajo lodos bentoníticos y se encuentran apoya-

dos en las arenas densas de la formación Puelchense, en la que penetran en el orden de 5,00 m.
Para la totalidad de los pilotes entre pilas 25 y 30, se aplicó una presión de precarga mediante la inyección de lechada de cemento, alcanzándose presiones de inyección del orden de 20 kg/cm^2.

5.3.2.- MATERIALES
Los materiales empleados en la construcción del puente, tienen las características que se detallan en la Tabla Nº 1

5.3.3.- PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS
Los procedimientos constructivos que se adoptaron para cada una de las partes que constituyen el puente son los que se describen brevemente a continuación.
1) PILOTAJE
Los pilotes se ejecutaron desde un equipo flotante sobre el cual se ubicó la perforadora con sus accesorios correspondientes colocándose previamente a la ejecución de cada pilote una camisa metálica del orden de 6,00 m. de longitud, por dentro de la cual se llevaron a cabo los trabajos de perforación y de posterior hormigonado.
2) CABEZALES
Concluída la hinca de pilotes, se procedió a la ejecución de una plataforma de apoyo del futuro cabezal mediante una serie de perfiles metálicos que se apoyaron sobre ménsulas metálicas que se soldaron a las camisas de los pilotes. Sobre los perfiles se apoyaron a su vez pequeños tableros que constituían el fondo del cabezal.
A los efectos de facilitar el posterior desencofrado y recuperación de los perfiles y tableros, se interpusieron entre las ménsulas y los perfiles apoyos con relleno de arena, que mediante su posterior eliminación, permitía movimientos de descenso necesarios para el desencofrado.
Los laterales de los encofrados consistían también en elementos metálicos que se fijaban al piso y también superiormente.
3) FUSTES
Los fustes se construyeron mediante moldes metálico del orden de tres metros de altura que se adosaban en número no mayor de tres de manera de permitir una hormigonada del orden de 9,00 m. por vez.
4) DINTELES
Los dinteles también se construyeron sobre encofrados metálicos autoportantes apoyados sobre los fustes, para lo cual se dejaban en los mismos las previsiones del caso.

5) SUPERESTRUCTURA
A) VIGAS
Las vigas se fabricaron en obrador en moldes metálicos, aplicándoseles la totalidad o una parte del pretensado según los casos, y se las trasladaron hasta un muelle ubicado en la calle Pedro de Mendoza y desde donde se montaron mediante la utilización de una grúa flotante. Este procedimiento se utilizó para el tramo central del puente y para el tramo entre pilas 29 y 30.
Para el tramo entre pilas 25 y 26, las vigas se transportaron hasta el lugar de su emplazamiento y desde allí se las colocó con auxilio de dos grúas operando simultáneamente.
B) TABLERO
Los tableros se ejecutaron disponiéndose entre las vigas principales un sistema de losetas premoldeadas, actuando como encofrado perdido. Los bordes del tablero, en voladizo, se hormigonaron posteriormente mediante un sistema de carritos móviles que permitían una ejecución por tramos sucesivos.
C) CONTRALOSA
A los efectos del hormigonado de las contralosas, se previó en las vigas un sistema de insertos que permitió fijar unos bastidores metálicos que sirvieron de apoyos para losetas de hormigón que actuaron como encofrados perdidos.

5.4.- VIADUCTOS

5.4.1.- DESCRIPCION GENERAL

En la ejecución de los viaductos se han previsto tableros conformados por elementos premoldeados, con excepción de una capa de compresión moldeada in situ, consistentes en vigas principales pretensadas de sección en "V", sobre las que se apoyan losetas premoldeadas.
La tipología de vigas principales se reduce a 5 grupos, de luces nominales de 25, 30, 35, 40 y 45 m.
Los tableros típicos, en los cuales se mantiene un ancho total constante en toda la longitud del vano, las vigas se ubican paralelas, con separación que varía en función del ancho y de la luz nominal de los tableros.
Los anchos de los tableros típicos varían entre 17,90 a 14,70m. En el caso de los entronques de las ramas de entrada y salida de las autopistas se generan los tableros atípicos, así considerados por su ancho total variable y vigas no paralelas entre sí.
Las vigas se suponen todas simplemente apoyadas sobre apoyos de neopreno. Cada 2, 3 o 4 vanos se incluyen juntas de dilatación, mientras que sobre los apoyos intermedios entre juntas se han previsto losas de continuidad convenientemente armadas.
Las vigas descargan sobre pilas constituídas por un dintel superior, de longitud algo menor que el ancho del tablero, normalmente apoyados sobre 2 fustes, excepcionalmente en 3 cuando el dintel alcanza una gran longitud, o sobre un único fuste bajo las calzadas más angostas de los ramales o en el caso de interferencias constructivas en el tronco.
Los fustes de las pilas, de secciones entre 1,20 m. x 1,40 m. y 2,20 m. x 1,60 m. se fundan sobre pilotes circulares de diámetro 1,40 m., 1,60 m., 1,80 m. y 2,00 m.
Los pilotes alcanzan profundidades aproximadas de 35 m. Superiormente los pilotes se vinculan con los pies

de los fustes mediante un cabezal o encepado de enlace adecuadamente estribado para el empalme de las armaduras de pilote y fuste.

5.4.2.- PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

Los procedimientos constructivos empleados en los viaductos son similares a los ya descriptos para el Puente sobre el Riachuelo.

6.- CONTROL DE CALIDAD

6.1.- INTRODUCCION

El objetivo perseguido por el sistema de control de calidad es asegurar que las estructuras se construyan con los niveles de calidad especificados en el proyecto.
El sistema de control está diseñado con criterio preventivo y como herramienta para la toma de decisiones.
El concepto de control preventivo implica la programación de un esquema de ensayos de verificación orientados a reducir la probabilidad de producción de materiales que no cumplan con las especificaciones de proyecto y consecuentemente impedir su empleo en la obra.

6.2.- METODOLOGIA DE MUESTREO Y ENSAYOS DE CONTROL

La metodología apunta a efectuar un control exhaustivo de la calidad no sólo en cuanto a exigencias de las especificaciones de proyecto sino también en cuanto a su uniformidad.
El esquema planteado permite anticipar la calidad del producto final y disponer de información proveniente de las etapas constructivas que sirvan para ordenar las acciones apropiadas en caso de apartamientos notorios.
Son controles de constatación que en el proceso constructivo se realizan en forma normal.

6.3.- CONTROL DE CALIDAD DE LAS ESTRUCTURAS DE HORMIGON ARMADO

El sistema de control de calidad implementado abarca:

1) Control intensivo de la calidad de los materiales componentes.
2) Control del mezclado de los materiales.
3) Control de las operaciones de las plantas de hormigón.
4) Controles de calidad del hormigón producido, verificando el asentamiento, el contenido de aire, la densidad y la resistencia a compresión a 3, 7 y 28 días.
5) Control de las partidas de acero con ensayos de plegado, alargamiento y resistencia. Se exigen auto controles al fabricante y envío de certificados.
6) Control de geometría de los moldes.
7) Control de cotas y coordenadas de los elementos estructurales.
8) Verificación de los materiales puestos en obra tanto armaduras de acero como hormigones.

En elementos como los pilotes se controlan especialmente las propiedades físicas y químicas del lodo bentonítico.

En el caso de vigas pretensadas se hace un control especial de las resistencias antes de aplicar el tesado

Toda la información obtenida en ensayos, pruebas y constataciones se vuelca en planillas e informes.

6.4.- CONTROL DE CALIDAD DE TERRAPLENES
1) Clasificación según H.R.B.
2) Densidad seca máxima del Proctor (A.S.S.H.O. T-180)
3) Valor Soporte C.B.R.
4) Densidad seca in situ
5) Consolidación

6.5.- CONTROL DE CALIDAD DE PAVIMENTOS ASFALTICOS
1) Granulometría de áridos
2) Desgaste Los Angeles
3) Equivalente en arena
4) Ensayo Marshall de estabilidad, fluencia y vacíos
5) Recuperación de asfalto
6) Viscosidad
7) Penetración
8) Ensayo Oliensis
9) Punto de Inflamación
10) Punto de ablandamiento
11) Control de densidad in situ y extracción de probetas y control de espesores.

XXIXº REUNION DEL ASFALTO

La Comisión Permanente del Asfalto ha informado que llevará a cabo la XXIX° Reunión del Asfalto en el mes de noviembre venidero en la Ciudad de Mar del Plata.
Dicha Reunión se realizará en los salones del Mar del Plata Golf Club durante los días 11 al 15 del mencionado mes y los profesionales que presentarán trabajos deben remitir a la sede de dicha institución un resumen del mismo con una extensión máxima de 200 palabras antes del 10 de setiembre próximo.
Aprobado este resumen la Comisión Permanente del Asfalto enviará a los autores las respectivas instrucciones para su presentación definitiva.

XIIº CONGRESO ARGENTINO DE VIALIDAD Y TRANSITO

Por resolución del Consejo Vial Federal dictada en su Asamblea General Extraordinaria del 21 de marzo último, nuestra Asociación Argentina de Carreteras tendrá a su cargo la organización del XIIº Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito.

Dada la importancia y trascendencia de estos Congresos, se ha previsto llevar a cabo este XIIº Congreso durante el 4º trimestre del año 1997.

Cuando dispongamos de mayores detalles sobre su organización, nos será grato trasmitirlos a nuestros asociados.

ASAMBLEA EXTRAORDINARIA DEL CONSEJO VIAL FEDERAL

El 21 de marzo último el Consejo Vial Federal llevó a cabo la Asamblea Extraordinaria en la que se eligieron las nuevas autoridades del Comité Ejecutivo por el período 1996-1997, el que quedó integrado en la siguiente forma:

PRESIDENTE:	Ing. José Bernardo CORTIZO. (D.P.V. Mendoza)
VICE PRESIDENTE 1º:	Ing. Víctor VRDOLJAK (D.P.V. Chaco)
VICE PRESIDENTE 2º:	MMO. Carlos María LAFFITTE (D.P.V. Santa Cruz)
VOCAL 1º:	Cdor. Pedro MANTJARAS (D.P.V. Buenos Aires)
VOCAL 2º:	Ing. Juan Manuel CHALER (D.P.V. Tucumán)
SECRETARIO EJECUTIVO:	Ing. Raúl F. ALVAREZ (D.N.V.)

Además en esta Asamblea se resolvió que el XIIº Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito sea organizado por nuestra Asociación Argentina de Carreteras, del que informamos por separado.

DISTINCION ACADEMICA

El **Ing. Civil JUAN AUGUSTO GALIZZI** ha sido distinguido con la designación de **PROFESOR CONSULTO** de la Universidad Nacional de Córdoba, por Resolución del Honorable Consejo Superior, de fecha 3 de octubre de 1995.



La fotografía muestra al Rector Dr. Eduardo H. Staricco entregando al Ing. Galizzi el diploma que acredita la distinción otorgada, en el Acto Académico realizado en el Salón de Grados de la Universidad, el 8 de diciembre ppdo.

El Ing. Galizzi representa, como **Delegado**, a la **Asociación Argentina de Carreteras** en la provincia de Córdoba, donde desarrolla una vasta e intensa actividad universitaria y profesional que ha trascendido a nivel nacional e internacional.

Ing. EGBERTO F. TAGLE



El 15 de abril último, en forma repentina falleció en esta Capital Federal el Ing. Egberto F. Tagle.

Académico Titular de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, el Ing. Tagle se inició en la Dirección Nacional de Vialidad en la que desarrolló una brillante carrera durante 17 años para dedicarse posteriormente a la actividad privada, en la que prosiguió sus viajes de estudios y perfeccionamiento en los Estados Unidos de Norteamérica, que había iniciado cuando se desempeñaba en aquella Repartición.

Su actuación como docente abarcó un período de 41 años en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires, en la que llegó a ocupar el cargo de Director del Departamento Vías de Comunicación.

Fue el primer presidente de la Comisión Permanente del Asfalto en el período 1946-1949, entidad que hasta el presente lo contaba como integrante de su Comisión Directiva.

Distinguido en varias oportunidades, en el año 1995 recibió en esta Ciudad la distinción otorgada por la Asociación Española de la Carretera por su relevante trayectoria profesional al servicio de la Vialidad Argentina, que hasta esa fecha se había otorgado solamente a profesionales españoles.

Sus publicaciones técnicas relacionadas con la especialidad vial se elevaron a la cantidad de 30 trabajos, en su mayoría sobre experiencias en la aplicación del asfalto en pavimentación de caminos.

Por sobre esta síntesis de la ejemplar trayectoria profesional del Ing. Tagle, se deben destacar sus condiciones personales, reflejadas en su honradez, caballerosidad y en sus dotes de hombre de bien, que le granjearon la amistad y admiración en los distintos círculos a los que estuvo vinculado.

CARRETERAS INTELIGENTES

De acuerdo con lo expresado en nuestro número anterior ofrecemos a continuación el 2º artículo sobre este tema, transcripto de la revista técnica "Carreteras" de la Asociación Española de la Carretera, 4ta. Epoca, nº 74.

ADQUISICION DE DATOS MEDIANTE DETECTORES EN CARRETERA

José Luis Mira
Disel

El dramático incremento de los índices de motorización en los países desarrollados ha creado una serie de problemas que difícilmente podrían tener solución sin un análisis previo de estadísticas de circulación.
Estas son imprescindibles en todo sistema de gestión de tráfico, por proporcionar la información necesaria para dos tipos fundamentales de tareas: la toma de decisiones de gestión a corto plazo y la previsión de volúmenes de tráfico en el futuro.
Las estadísticas se generan como resultado de la reflexión sobre los daros del tráfico que, segundo a segundo, circula por todos los puntos de la red viaria. El dato de tráfico es, desde esta perspectica, el elemento fundamental sobre el que se construye el cuerpo de la interpretación posterior. Su captura es, por tanto, un elemento funcional primario en los sistemas de información que constituyen lo que denominamos carreteras inteligentes.
A continuación se exponen los principios tecnológicos, dispositivos y herramientas utilizadas en la captura de datos, prestando especial atención a la integración de los mismos en sistemas globales.

EL SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS

La adquisición de datos de tráfico a partir de detección en los puntos de paso de los vehículos debe considerarse como un sistema en el que intervienen dispositivos físicos y componentes lógicos. Los primeros proporcionan la base mecánica y electrónica para la adquisición.
Mediante los segundos, el sistema es capaz de transformar los datos en información de tráfico significativa. La transformación se realiza con la ayuda de algoritmos fundamentados en la teoría de ingeniería de tráfico, que se hacen operativos en el software del sistema.
El sistema debe ser entendido como la integración de varios estratos interdependientes, con una clara división del trabajo. En líneas generales podemos hablar de tres niveles: detección, elaboración e interpretación.
La detección se realiza en los puntos de tránsito elegidos. Los elementos físicos que intervienen en este nivel son las espiras sensoras y los detectores electrónicos a los que se conectan. Los datos de salida se limitan a la constatación de presencia de vehículo sobre la espira.
La elaboración se efectúa en dispositivos inteligentes, por lo general denominados estaciones de toma de datos, que reciben los datos capturados por el conjunto espira- detector.
La información generada en este nivel consiste en el cálculo de las magnitudes básicas de tráfico para cada punto de detección en intervalos de tiempo preestablecidos.
La interpretación se lleva a cabo en un punto central de gestión, donde se recibe la información elaborada por cada estación de toma de datos, y consiste en someterla a tratamiento estadístico a fin que sea significativa según los diversos criterios de explotación definidos por el gestor de tráfico.

1. LAS ESPIRAS SENSORAS

Son bucles magnéticos enterrados en la calzada, cuya inductancia se ve alterada cuando un cuerpo metálico con cierta masa se ubica sobre ellos.
Las espiras se instalan en aquellos puntos de la vía que presentan relevancia para la gestión de tráfico: accesos de incorporación o abandono

a troncos principales, puntos críticos en el tronco de la vía, carriles reversibles, etc. Cuando las espiras se instalan en tronco o carriles reversibles se disponen a intervalos espaciales regulares. La distancia entre dos espiras consecutivas en el sentido de la marcha depende de los criterios de explotación de la vía. Cada punto de detección dispone de una espira o par de espiras por carril.
Las espiras sensoras pueden instalarse individualmente o agrupadas en pares, o en algunas ocasiones en tripletes. Cada espira individual o par de espiras, se conecta a un detector electrónico.

2. LOS DETECTORES ELECTRONICOS

Los detectores son dispositivos destinados a procesar los datos generados por las espiras. Aquéllos a los que se conecta una única espira se denominan detectores simples. Los que capturan datos de un par de espiras reciben el nombre de detectores dobles.
La tarea del detector es convertir el cambio de inductancia de la espira en una señal de presencia de vehiculo que pueda ser interpretada por la estación de toma de datos. La señal se concreta en un pulso eléctrico con destino a la estación, y se genera en el detector por medio de un microprocesador, cuya entrada es un cambio de frecuencia de un circuito oscilador, provocado por la variación de inductancia de la espira, y cuya salida es el pulso binario con destino a la estación de toma de datos. En caso de un detector doble se generan dos corrientes de pulsos correspondientes a cada una de las espiras controladas. La Figura 1 esquematiza los componentes estructurales de un detector.

3. LAS ESTACIONES DE TOMA DE DATOS

Las estaciones de toma de datos reciben continuamente información de cada uno de los detectores conectados a ellas. Las tareas de una estación pueden ser resumidas en tres fases: captura de datos, elaboración de la información y almacenamiento de la misma para uso posterior.

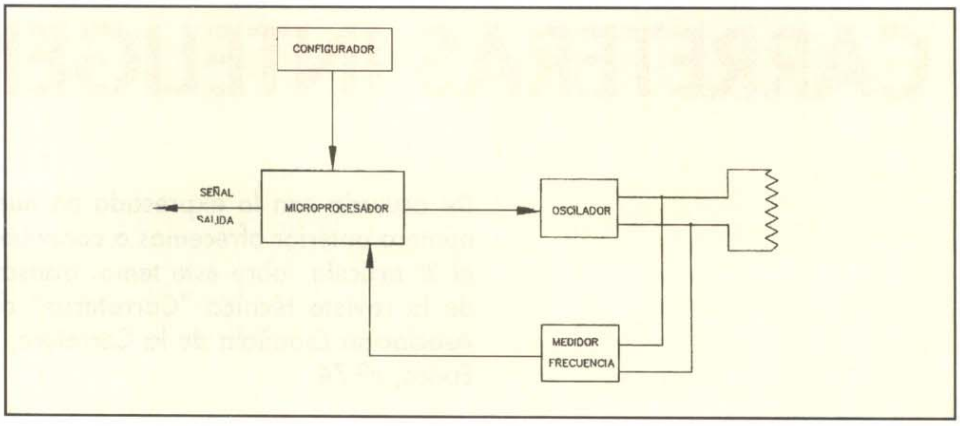


Figura 1. Diagrama de bloques de un detector

La captura de datos se realiza mediante observación periódica de la entrada de datos generada por cada uno de los detectores. La periodicidad es configurable, y normalmente se sitúa en 1 ms. La detección de una variación de pulso (de 0 a 1) generada por una determinada espira se cronometra a fin de determinar el tiempo transcurrido hasta la próxima variación (de 1 a 0), y por tanto establecer la duración de la presencia del vehículo. La Figura 2 representa un diagrama de bloques de los componentes estructurales de la estación.
La elaboración de datos se efectúa sometiendo la información básica (duración de los pulsos de cada espira) a cálculo según algoritmos programados en la memoria de la estación y ejecutados por su microprocesador. El resultado de los cálculos son las principales magnitudes de tráfico: intensidad, velocidad, composición, ocupación, distancia intervehicular y sentido de la marcha, que quedan almacenadas en la memoria.
La intensidad indica el número de vehículos que han circulado sobre una espira determinada por unidad de tiempo. Su cálculo se realiza acumulando el número de variaciones de pulsos procedentes de una determinada espira en un intervalo temporal preestablecido.
La velocidad indica el espacio recorrido por un vehículo por unidad de tiempo. Su cálculo sólo se realiza sobre datos de detectores dobles. Las constantes requeridas son las siguientes:

- Longitud de cada espira del par considerado (L).
- Distancia entre espiras en el par (D).

En la fórmula aplicada se divide el espacio recorrido por el vehículo (desde que comienza a pasar por la primera espira del par hasta que abandona la segunda) entre el tiem-

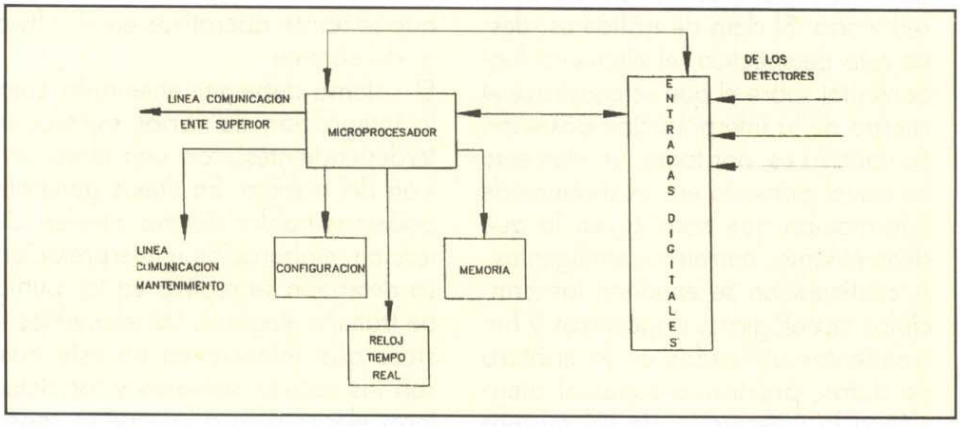


Figura 2.

po empleado para este recorrido. La Figura 3 muestra un diagrama de esta relación.
La composición indica el porcentaje de vehículos de distintas categorías) p. ej., vehículos ligeros, medios y pesados) que han circulado por un punto determinado en un período de tiempo. Su cálculo requiere datos de detectores dobles. Las constantes utilizadas son las mismas que las necesarias para el cálculo de velocidad; además se precisa conocer los márgenes de longitud mediante los que se pueden establecer diferencias entre las categorías de vehículos. El cálculo combina el tiempo de ocupación de la espira por el vehículo con su velocidad, para determinar su longitud, y en consecuencia, clasificarlo en una categoría determinada.
La ocupación indica el tiempo en que una espira ha estado detectando vehículo por unidad de tiempo. La magnitud es por tanto relativa, y se expresa en porcentaje. Para su cálculo basta dividir el tiempo acumulado de variaciones de pulso de la espira entre el intervalo temporal de referencia.
La distancia intervehicular, o espaciamiento se define como el intervalo espacial que existe entre dos vehículos consecutivos.
La medida de esta magnitud se realiza calculando la distancia entre la parte trasera de cada vehículo y la delantera del siguiente. Esto se lleva a cabo mediante registro del tiempo transcurrido entre el paso de los vehículos considerados sobre la segunda espira de un par, y teniendo en cuenta las longitudes de ambos vehículos y sus respectivas velocidades.
El sentido de la marcha entre dos puntos, A y B, indica si el flujo de vehículos se dirige hacia A, o hacia B. Para su determinación se precisan datos de detector doble. Esta se realiza contrastando los momentos en los que dos espiras consecutivas son ocupadas por un mismo vehículo.
La estación de toma de datos refiere las magnitudes puntuales a un período de referencia preestablecido, denominado período de integración, p. ej., un minuto. Así, por ejemplo, la magnitud velocidad resulta de dividir

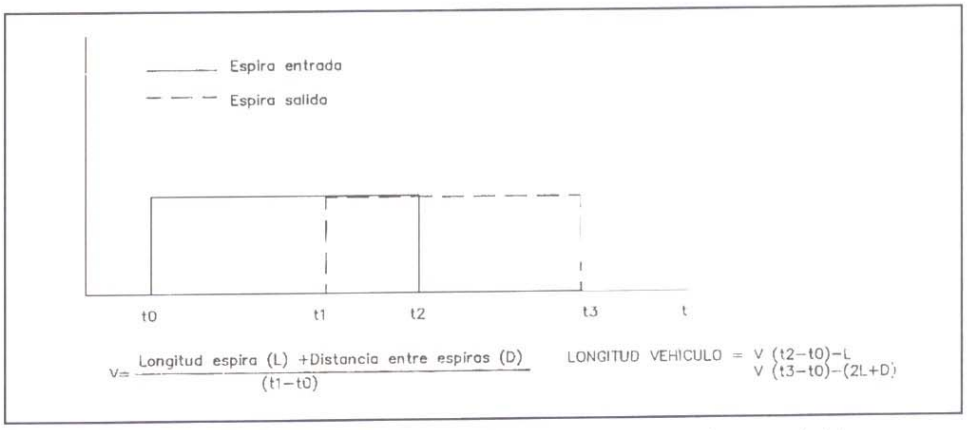


Figura 3: Diagrama de tiempos de activación de un detector doble

el número de vehículos que circularon en el período entre la suma de las inversas de velocidades obtenidas para cada vehículo.
El almacenamiento de la información en la estación de toma de datos se realiza en memoria no volátil. Las unidades mínimas de información almacenadas son las magnitudes de tráfico de cada detector en el período de integración, las cuales llevan asociado un tiempo absoluto: fecha, hora y minuto, de modo que, al ser leídas posteriormente, presenten en conjunto la imagen fiel del comportamiento del tráfico entre dos momentos determinados.
Las estaciones pueden realizar análisis sencillos de los datos, e informar sobre circunstancias críticas en el flujo del tráfico, por ejemplo la presencia de congestión. Uno de los métodos utilizados se basa en la identificación de movimientos lentos o estacionarios de los vehiculos sobre cada uno de los detectores. Para ello, la estación de toma de datos examina la magnitud ocupación a intervalos fijos. Un flujo de tráfico lento o estacionario se identifica fijando un umbral de segundos consecutivos, durante los cuales la ocupación ha sido del 100%. Cuando esto ocurre se define el estado de alarma de congestión, del que se informa al punto central de gestión. El nivel de ocupación que da por finalizado el es tado de alarma de congestión se define mediante comparación con los niveles de ocupación en períodos anteriores. En las secciones de vía controladas por detectores dobles se observa por separado, para cada espira del par, la situación de alarma de congestión, la cual sólo se indica cuando se produce en las dos espiras.

4. EL PUNTO CENTRAL DE GESTION

La información elaborada y almacenada en las estaciones de toma de datos es leída periódicamente en un punto central de gestión, que normalmente se encuentra alejado de las estaciones. El trasvase se realiza sobre líneas de comunicaciones que forman parte de una red informática. De esta manera, el punto central puede disponer de los datos recogidos en cada uno de los puntos de medida, lo que hace posible su interpretación y tratamiento según los criterios de explotación definidos por el gestor de tráfico.
La periodicidad en la lectura se determina en el propio punto central de gestión. Puede variar entre tiempos inferiores al minuto y varias horas. Se utilizan períodos cortos cuando los datos alimentan algoritmos de detección o toma de decisión en tiempo real. Se emplean períodos de lectura amplios cuando las necesidades de explotación se concretan en tratamiento de series históricas, para análisis de flujos o toma de decisiones a largo plazo. En todo caso, el establecimiento de períodos de lectura debe tener en cuenta la limitada capacidad de almacenamiento de datos en las estaciones, y realizarse de modo que en ningún momento se produzcan pérdidas de información.
En el punto central de gestión se programan los momentos en que las esta-

ciones deben ser interrogadas para que vuelquen el contenido de su memoria. Por razones de economía, por ejemplo, cuando se utilizan líneas de comunicación alquiladas, se puede minimizar el número de interrogaciones a las estaciones, obteniendo en una captura la información acumulada durante un extenso período de tiempo. La programación de los instantes de volcado debe, por otra parte, tener en cuenta el tráfico de información en las líneas de comunicación, por las que a menudo viajan otros tipos de información, por ejemplo, datos de señalización, al objeto de evitar sobrecarga en las comunicaciones.
El punto central de gestión emplea dispositivos de almacenamiento más capaces que los residentes en las estaciones de toma de datos. Asimismo dispone, por lo general, de sistemas de proceso de datos capaces de manejar los miles de unidades de información que llegan continuamente desde las estaciones. La unidad mínima de información en el punto central es el conjunto de magnitudes de tráfico elaboradas por la estación de toma de datos, referidas a un punto concreto de detección. De esta manera, el punto central dispone de una colección de datos básicos, desglosados según los siguientes parámetros:

- Punto de detección.
- Magnitud de tráfico.
- Fecha y hora de referencia de la magnitud.

El punto de detección se define mediante un único identificador, construído por ejemplo, mediante la combinación del número de carretera en la que se encuentra y el número del punto en ella.
El proceso de datos se aplica sobre estas unidades mínimas de información, con ayuda de computadoras, y permite realizar un tratamiento estadístico completo de la dinámica de los flujos de tráfico en los entornos bajo control.
El proceso de datos se parametriza con respecto a un conjunto de variables de explotación. Las variables básicas son por lo general:

- Carretera de la que se desea elaborar la información.
- Momentos inicial y final de recogida de los datos sobre los que se realiza el estudio.
- Puntos kilométricos inicial y final que definen el tramo a estudiar.
- Sentido de la marcha.
- Entornos espaciales dentro del tramo de estudio:

- Perfiles, o secciones transversales de la carretera.
- Carriles de circulación.
- Zonas lógicas, o tramos uniformes con respecto al sentido, número y anchura de carriles, presencia de obstáculos exteriores a la calzada, curvatura, inclinación y número y tipo de accesos.

El gestor de tráfico puede asimismo definir cinturones de medida, o conjuntos de puntos de detección no necesariamente pertenecientes a la misma carretera. De esta manera, es posible especificar entornos espaciales variables, dependiendo de las necesidades de explotación en un momento determinado.
Una vez definida la base de información sobre la que se desea trabajar, el proceso de datos puede ser parametrizado para realizar el tipo de elaboración estadística deseado. Este generalmente incluye aquellas medidas que no es posible calcular en la estación de toma de datos, entre las que se encuentran las que requieren la integración de información procedente de varias estaciones, por ejemplo, la velocidad media espacial, o la densidad, calculada como el número de vehículos que existen por unidad de longitud.
Las enormes posibilidades del tratamiento informatizado de los datos de tráfico se demuestran en la producción de resultados estadísticos generados con algorítmica compleja, a saber, la previsión futura de volúmenes de tráfico en tramos determinados, la detección automática de incidentes o la determinación del momento de tráfico (valores de los parámetros - esperanza y varianza de las funciones de probabilidad que modelan el tráfico), que apoye las decisiones sobre señalización, apertura o cierre de carriles reversibles, u otras acciones destinadas a mejorar la calidad del servicio.
No menos importante es la ayuda que los resultados estadísticos pueden proporcionar en la elaboración de análisis previos a la implantación de un sistema de señalización variable en una determinada carretera. En tales estudios se manejan conjuntos de dimensiones, o factores, que determinan la realidad del tráfico en una vía de circulación, entre otros, las curvas de intensidad y densidad en cada momento, la sensibilidad del tráfico de tronco a los flujos laterales de incorporación y abandono, la homogeneidad del tráfico, el nivel de servicio resultante de la composición de las dimensiones anteriores y el riesgo de incidentes.
Entre estos factores, las curvas de intensidad-densidad proporcionan lo que podríamos llamar las constantes vitales de una carretera, y determinan los esfuerzos o cargas de tráfico límites a los que se la puede someter, sin que el nivel de servicio quede deteriorado.

FIABILIDAD EN LA ADQUISICION DE LOS DATOS

La naturaleza jerárquica del sistema de adquisición de datos, en el que los niveles de integración superiores dependen de los resultados elaborados en los inferiores, hace descansar en última instancia la fiabilidad de las interpretaciones más globales en la corrección y exactitud del dato básico capturado mediante el conjunto espira- detector.
La monitorización de los detectores es, por tanto, una de las tareas más delicadas en el sistema de recogida de datos. Las estrategias de actuación globales exigen un nivel de sensibilidad a mal funcionamiento en detectores con un tiempo de respuesta inferior al intervalo de actuación de la propia estrategia de control.
La detección de funcionamiento anómalo se concentra en la sensibilidad a los síntomas de dos tipos de anomalías.

- Averías de los componentes mecánico-electrónicos del conjunto espira-detector.
- Inexactitud en la información elaborada por la estación de toma de datos.

Los mecanismos de detección de mal funcionamiento residen por tanto, en dos niveles del sistema de adquisición de datos: la propia estación y el punto central de gestión.

1. MONITORIZACION DE DETECTORES EN LA ESTACION DE TOMA DE DATOS

La estación de toma de datos puede detectar averías en las espiras sensoras mediante observación de la señal procedente del detector indicando cortocircuito o circuito abierto. La inexactitud en los datos procedentes de los detectores puede ser observada mediante comparación del funcionamiento de los dos lazos contiguos en detectores dobles, contrastando sus pulsos de presencia de vehículo.
La estación de toma de datos dispone de un contador de fallos que se incrementa y decrementa dinámicamente en función de las validaciones de coincidencia de longitud de pulsos de ocupación, considerándose anomalía en los datos de una espira cuando el contador sobrepasa cierto límite.
La detección de inexactitud de datos o avería conlleva la invalidación de los datos capturados, mediante una marca que será tenida en cuenta a la hora de la elaboración de la información.

2. MONITORIZACION DE ESTACIONES DE DATOS EN EL PUNTO CENTRAL

En el punto central de gestión se recibe, junto con la información básica, una indicación de su validez; aquéllos datos no válidos son desechados en las elaboraciones estadísticas.
Por otra parte, el propio punto central de gestión realiza una validación de inexactitud en los datos de cada lugar de detección. Este tipo de validación puede basarse en varios criterios, cuya característica común es aprovechar la redundancia de información existente en perfiles de carretera próximos.
Uno de tales criterios se apoya en la variable intensidad de tráfico, referida a un intervalo estable en su valor real. Se utiliza básicamente una premisa de continuidad de flujo a lo largo de un tramo de la carretera. Aquellos detectores que ofrecen continuamente valores inferiores o superiores a unos límites preestablecidos son marcados como inexactos.
Es posible, por otra parte, utilizar un contraste de magnitudes obtenidas por métodos distintos, por ejemplo, distancia intervehicular y densidad, o densidad y ocupación.
En el primer caso, la densidad se calcula en el punto central de gestión como cociente entre la intensidad y la velocidad, luego se compara con la densidad resultante de invertir la distancia intervehicular calculada en la estación de toma de datos. Cuando la razón entre ambas densidades excede un límite preestablecido, hay motivos para sospechar que los datos sobre los que se basan los cálculos son inexactos.
En el contraste entre densidad y ocupación se hace uso del hecho de que ambas magnitudes son indicadores de fenómenos similares de tráfico. Es posible obtener una estimación de la ocupación en función de la densidad, utilizando modelos de regresión no lineal, teniendo en cuenta que la estimación deja de ser válida para niveles de densidad superiores a 20 vehículos por kilómetro. De esta manera, la razón entre la densidad estimada en función de la ocupación, y la intensidad calculada en función de la intensidad puede indicar posibles inexactitudes en los detectores cuando su valor difiere de la unidad en una constante preestablecida.
Es necesario tener en cuenta que, a diferencia de las validaciones efectuadas a nivel de estación de toma de datos, las realizadas en el punto central de gestión no permiten un tiempo de respuesta inferior al requerido por los algoritmos de detección de incidentes o las decisiones de control, ya que requieren un muestreo en intervalos temporales que exceden el tiempo de decisión de los algoritmos. Son, sin embargo, imprescindibles para la elaboración estadística a largo plazo y la garantía de validez en los análisis que se apoyen en datos históricos sobre flujos de tráfico.

CONCLUSIONES

La adquisición de datos mediante detectores debe ser considerada como un sistema que integra un conjunto de dispositivos en disposición jerárquica. El sistema se orienta a la consecusión de un doble objetivo: proporcionar datos válidos en puntos localizados y facilitar una plataforma que haga posible su posterior elaboración, la cual servirá de base para la gestión y la toma de decisión. El sistema, desde un punto de vista funcional, se distribuye en dos capas claramente diferenciadas: el control local a nivel de estación de toma de datos y el control central, en un punto único de gestión. El nivel local proporciona la información básica: el nivel central la integra y valida. Ambos niveles cooperan en la construcción de modelos adecuados a la realidad del tráfico.

BIBLIOGRAFIA

Para completar los conceptos introducidos en este artículo pueden consultarse entre otros:

D. R. Drew. Traffic Flow Theory and Control. MacGraw Hill Inc. (1968).
J. C. Gardeta. Modelos de Tráfico Vial. MOPU, Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (1984).
G. F. Newel. Mathematical Models in Freely Moving Highway Traffic. Operations Research, 3, pp. 176-186. (1955).
Schofer, Drake & May A. Statistical Analysis of Speed - Density Hypotheses. Vehicular Traffic Science, American Elsevier, New York.
G. Wells Traffic Engineering. Charles Griffin & Co. (1979).

INSTITUTO DEL CEMENTO PORTLAND ARGENTINO

CONCURSO

PAVIMENTOS DE HORMIGON

Teniendo en cuenta que el Instituto del Cemento Portland Argentino fomenta y estimula en los egresados de las Facultades de Ingeniería la inquietud para profundizar y perfeccionar los conocimientos recibidos en la Universidad referente a la tecnología del hormigón, las técnicas constructivas viales y en especial el progreso registrado en los pavimentos de hormigón no sólo desde el punto de vista técnico sino económico comparativo con otras soluciones alternativas, es que llama a este concurso con las siguientes bases:

BASES

1) Se establece un Concurso de Antecedentes y Trabajos sobre el tema: "Los Pavimentos de Hormigón", abierto a todos los ingenieros civiles o viales con un máximo de veinte años de graduados a la fecha de presentación de los antecedentes y trabajos en cualquiera de las Universidades reconocidas del país o del exterior, con título debidamente revalidado.

2) El curriculum vitae y los trabajos deberán presentarse en original y cuatro copias al Instituto del Cemento Portland Argentino, San Martín 1137, 1004 Buenos Aires - hasta el día 16 de septiembre de 1996.

3) El tema " Los Pavimentos de Hormigón" incluye, por ejemplo: métodos de diseño, estudios comparativos, características del paquete estructural, procedimientos constructivos, equipos modernos, conservación, refuerzos convencionales y con capas delgadas de hormigón, tecnología de rápida habilitación al tránsito (Fast-track), hormigón compactado con rodillo, comparación económica con otras soluciones, pavimentos especiales, pavimentos con bloques intertrabados, y otros títulos que signifiquen una actualización o adelanto tecnológico como así también una muy buena y completa recopilación de antecedentes sobre un determinado tópico.

4) El texto del trabajo no excederá de 40 páginas tamaño carta, e irá acompañado de un resumen de no más de 250 palabras y de la bibliografía utilizada. Se agregará también un original de cada uno de los gráficos y dibujos y un ejemplar de las fotografías que ilustran el trabajo. Se deberá adjuntar también el disquette del trabajo, en Word Perfect (V. 5.1.), tamaño 3,5.

5) El jurado que estudiará los trabajos y establecerá cual resultará ser el trabajo premiado., estará integrado por los representantes que el Instituto del Cemento Portland Argentino designe.

6) Este jurado tomará en consideración, para establecer el orden de méritos de los participantes:

a) Los antecedentes profesionales, docentes y de cualquier otro tipo vinculado a la especialidad vial, muy especialmente a la relacionada con la experiencia en pavimentos rígidos.

b) La calidad del trabajo técnico presentado.

c) El resultado de la conversación que el participante mantenga con los miembros del Jurado y que se referirá al tema motivo de este concurso, o sea, los pavimentos de hormigón.

d) El conocimiento del idioma inglés.

7) Todos los trabajos premiados quedan en propiedad del Instituto del Cemento Portland Argentino, los que podrán ser publicados, teniendo en cuenta los que tienen mérito suficiente para ello.

8) El dictamen del Jurado se hará conocer en la fecha que fije el Instituto.

PREMIOS

Se establece para el mejor trabajo presentado, un primer premio consistente en un viaje a los Estados Unidos con el objeto de realizar una pasantía de 4 (cuatro) meses en el Instituto Panamericano de Carreteras y en la American Concrete Pavement Association y dos menciones consistentes en un diploma y medalla.

INFORMES

Para mayores datos consultar al Instituto del Cemento Portland Argentino, San Martín 1137, (1004) Buenos Aires - Fax: 312-1700.



Nueva línea
de asfaltos ASFALPLUS

La tecnología YPF ha desarrollado un producto más resistente, más flexible, con mayor durabilidad, que reduce los gastos de mantenimiento. Conozca ***Asfalplus*** *de YPF. La calidad. Sobre todo.*

YPF

ASFALPLUS

La Campaña Nacional de Seguridad Vial en la que estamos empeñados, está desarrollada por el esfuerzo común entre la Asociación Argentina de Carreteras, la Dirección Nacional de Vialidad e YPF S.A.

La actual situación de la Seguridad Vial en nuestro país, calificada por autorizadas opiniones nacionales e internacionales como un "verdadero desastre" impulsa a redoblar esfuerzos por la educación de nuestra sociedad en dicha materia, ya que la tasa de accidentes en la Argentina es 6 ó 7 veces superior a la de cualquier otro país de desarrollo similar.

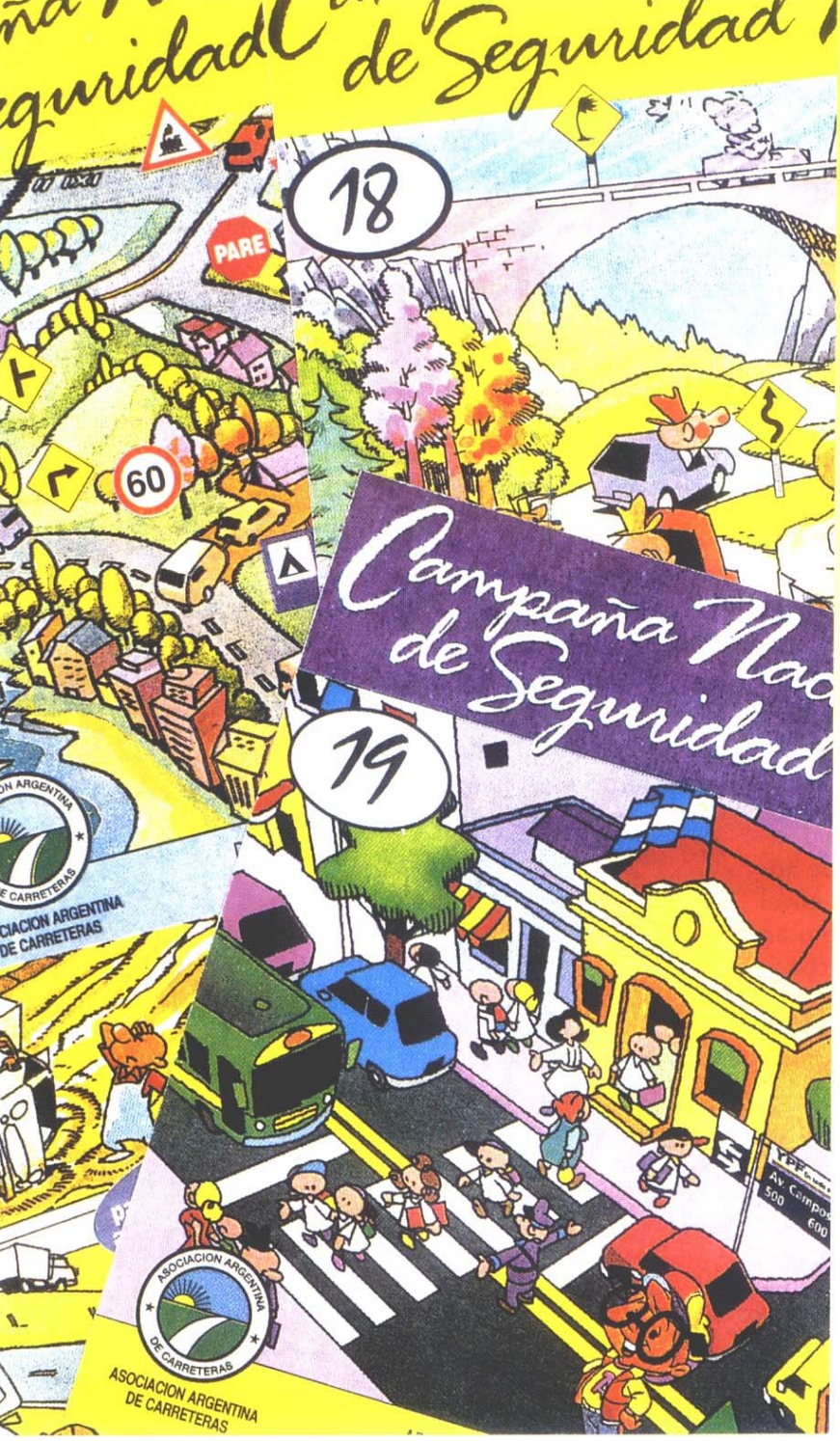
Ya decíamos oportunamente que entre las principales causas de accidentes se cuentan el factor humano, el vehículo, el camino y el medio ambiente, y que la influencia de cada uno varía según las circunstancias. pero en la mayoría de los casos predomina el primero de ellos.



SEGURID

NUESTRO PROBLEMA ES GENE

La implementación, armonización y efectivización del Plan de



Sin duda el complemento de esta campaña debe ser la enseñanza obligatoria de la educación vial en las escuelas primarias y secundarias, como lo dicta la Ley 23.348 desde 1986.

Aunando esfuerzos, han sido distribuídos gratuitamente los nuevos folletos ***18*** *y* ***19*** *(1.000.000 de ejemplares de cada número), en cabinas de peaje, estaciones de servicio* ***YPF,*** *escuelas dependientes del* ***Ministerio de Educación y de la Subsecretaría de Transportes y Tránsito de la Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires, la Policia Federal Argentina*** *y en la vía pública, a través de camionetas y personal de* ***Relaciones Públicas y Prensa de Vialidad Nacional.***

AD VIAL

ACIONAL ¡ EMPECEMOS HOY !

guridad Vial, debe ser objetivo prioritario en el interés nacional.

CRUCES FERROVIARIOS A DISTINTO NIVEL ¿PUENTE O TUNEL?

Por el **Ing. Carlos Octavio Suárez**

La privatización de las líneas metropolitanas de ferrocarriles en el ámbito de la Capital Federal y Gran Buenos Aires prevé en un plazo más o menos breve la eliminación de una gran cantidad de pasos a nivel mediante la construcción de cruces vehiculares sobre o bajo vías, en general sin modificación del nivel de rieles existentes. Ello implica la decisión, en cada caso particular, de hacerlo en Alto Nivel o en Bajo Nivel respecto de las vías (en puente o en túnel). Tal decisión requiere la consideraciòn de una serie de factores de variado orden, de cuya correcta evaluación debería surgir la opción más conveniente en cada caso.

Los pocos antecedentes locales de este tipo de cruces muestran que no siempre las opciones adoptadas han respondido cabalmente a las consideraciones apuntadas, en razón de preconceptos circunstancialmente prevalecientes en uno u otro sentido.

Sin pretensión de agotar aquí tales consideraciones, hemos juzgado útil comentar aquellas que, desde nuestra experiencia de proyectistas, apreciamos como básicas para orientar una decisión al respecto.

El artículo está orientado a la ilustración de funcionarios y empresarios, no necesariamente técnicos en la materia, por lo que nos disculpamos ante los especialistas por la inclusión de definiciones omisibles en su caso.

1- Aclaración semántica previa

Aunque consagrado por el uso común en nuestro medio, el término "túnel", aplicado a los cruces vehiculares bajo nivel de vías, no es del todo acertado, por cuanto él conlleva las ideas de subterraneidad y simultánea extensión longitudinal, ninguna de las cuales se da en tales cruces, ya que ellos no tienen ninguna tapada de tierra, y transcurren en su mayor extensión en trinchera a cielo abierto, sólo cubierta en un corto trecho por el puente sobre el cual cruzan las vías. Así pues, en rigor no hay túnel, sino puente -ferroviario en el caso-, sobre la trinchera vial. No obstante, hecha ya la aclaración, por brevedad de expresión respetaremos en lo que sigue el uso común señalado.

2- Resumen de factores incidentes

Previo a su desarrollo en particular, resumimos aquí los factores a considerar:

- Topográficos
- Viales
- Ferroviarios
- Constructivos
- Geológicos e hidrológicos
- Funcionales
- Económicos
- Urbanísticos

La nómina no queda así agotada, sino que en casos particulares pueden cobrar trascendencia factores de otro orden aquí no considerados, (históricos, ecológicos, climáticos, etc.).

3- Factores de orden topográfico

En este orden se inscribe como factor fundamental el desnivel existente entre las vías y la calle de acceso: **h**= Nv - Nca (ver figuras 1 y 2) que asume influencia predominante en el valor del desnivel total a salvar para el cruce, y -consecuentemente-, en la longitud de las rampas de acceso necesarias, y en la magnitud final de la obra del cruce.

Aún prescindiendo del desarrollo algebraico simplificado que incluimos más adelante, esta influencia se advertirá con toda claridad examinando las Figuras 1 a 4 y sus epígrafes, figuras estas que han sido esquematizadas en extremo para aislar y resaltar tal influencia.

Refiriéndonos a la Figura 1, llamando **H** al desnivel total que deben subir y bajar los vehículos durante el cruce, éste es:

H = G + P + h para el caso a) (Puente)

H= G + P - h para el caso b) (Túnel)

donde **G** es el gálibo libre en altura

exigido por el cruce, ya sea entre el nivel de las vías y el fondo del tablero vial (gálibo ferroviario para el caso de puente), o entre el nivel de la rasante vial inferior y el fondo de los tableros ferroviarios sobre la trinchera (gálibo vial para el caso de túnel); **P** es el espesor del paquete de estructura más carpetas o vías demandado por el tablero vial o ferroviario; y h es el desnivel que estamos comentando, al que asignamos signo positivo cuando Nv > Nca (vías elevadas), y negativo cuando Nv < Nca (vías deprimidas).

Se ve entonces cómo para **h** positivo se incrementa el desnivel total **H** a salvar para el cruce en la solución con puente y disminuye en la solución en túnel.

Así definido **H**, la longitud total **La** de la rampa de acceso, desde donde ésta comienza a apartarse de la rasante de la calle existente (subiendo o bajando según el caso), hasta donde se accede al cruce propiamente dicho es:

$$La = \frac{H \times 100}{¡(\%)} + \frac{ti}{2} + \frac{ts}{2}$$

Donde **¡** es la pendiente longitudinal de la rampa, expresada en % (cantidad de metros que sube, o baja por cada 100 m de desarrollo en horizontal), y **ti** y **ts** son las longitudes de las curvas de transición inferior y superior respectivamente.

Estas transiciones tienen distinta finalidad: con la inferior, siempre cóncava, sólo se procura suavizar la desagradable sensación que provoca a los pasajeros de un vehículo, a cierta velocidad, el cambio brusco de pendiente (efecto de "montaña rusa"); con la superior, siempre convexa, además de ese objetivo se persiguen otros dos: el primero, de carácter mecánico es evitar el salto del vehículo despegándose del pavimento (piénsese en las fotografías de un automóvil de turismo carretera a la salida de un lomo de burro, lo que -aunque menos espectacular-, también ocurre a velocidades más moderadas en las que aún sin llegar a despegarse totalmente las ruedas del pavimento, disminuye la carga sobre ellas afectando por un momento la maniobrabilidad del vehículo), y el segundo y más importante, para asegurar una adecuada visibilidad hacia adelante, que permita percibir cualquier obstáculo con tiempo para frenar (ver Figura 5).

La longitud de estas transiciones, **ti** y **ts**, depende en ambos casos de la pendiente longitudinal **¡** (%) y de la velocidad del vehículo (asumiendo como tal la máxima a permitir en el cruce más una tolerancia, llamada "velocidad directriz del proyecto").

La fijación del **¡**, **ti** y **ts** que determinan la **La** y **L** total está bien reglamentada o definida por la práctica en el caso de puentes carreteros ubicados en zona rural. Cuando el puente se ubica en zona urbana, la reglamentación no existe y la práctica es menor, debiendo

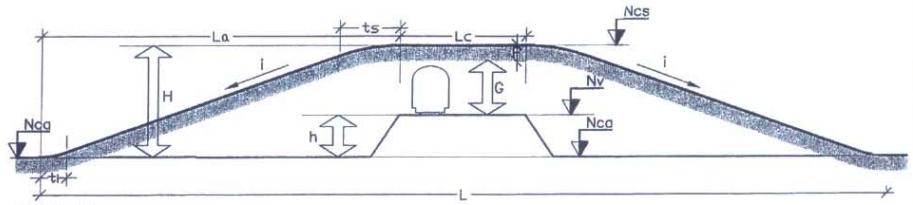


FIGURA 1a

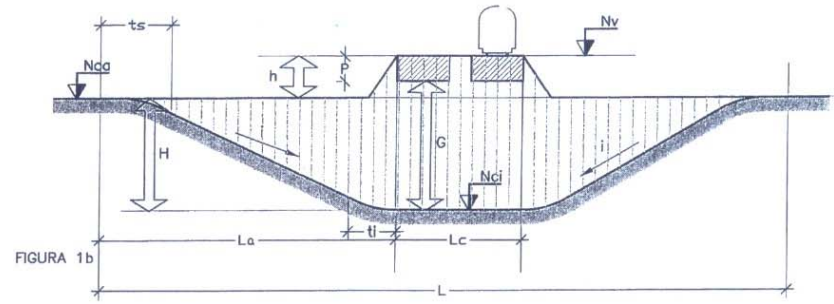


FIGURA 1b

FIGURA 1: Vías elevadas (Nv > Nca; h positivo). A igualdad de otros factores, la longitud total abarcada por la obra del cruce es menor para la solución del túnel. Ejemplo existente: túnel de la calle Yatay bajo vías del F.C. Sarmiento.
Las medidas verticales están distorsionadas para mejorar la apreciación de los desniveles.

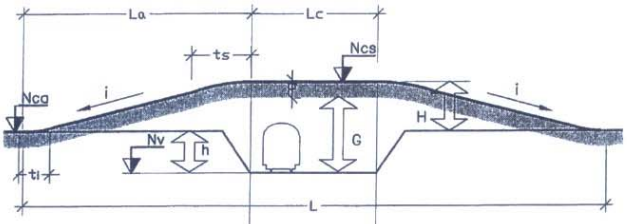


FIGURA 2a

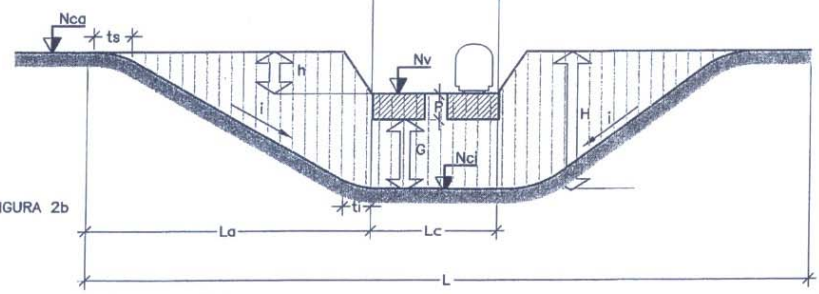


FIGURA 2b

FIGURA 2: Vías deprimidas (Nv < Nca; h negativo). La longitud abarcada por la obra del cruce es menor para la solución en puente. Ejemplo existente: puente de la calle Jorge Newbery sobre vías del F.C.Mitre.

ser suplidas por el buen criterio del proyectista en la adecuada evaluación de estos parámetros, teniendo en cuenta este principio rector: en una carretera rural el puente es siempre una perturbación para el tránsito, que debe tratar de disminuirse en cuanto fuere posible; por el contrario en zona urbana -donde éste está constantemente perturbado por semáforos, cruces peatonales, cunetas, paradas de ómnibus, etc.-, el puente se contituye en un alivio, donde en términos relativos tales perturbaciones se amenguan apreciablemente. Esto permite considerar aquellos parámetros de diseño con un criterio menos rígido, atento a que en un puente rural poco importa que la longitud **La** sea 50 metros más larga, pues ello se traduce sólo en un pequeño incremento de los volúmenes de terraplén, de poca incidencia en el costo total, pero en un puente urbano ello puede significar el corte de una calle transversal, mayor movimiento de instalaciones de servicios, mayor número de frentistas afectados, etc., con el consiguiente incremento no despreciable del costo de la obra y, en especial, de la afectación urbana que ella provoca.
En los puntos siguientes agregamos más comentarios respecto de los parámetros aquí presentados.

4- Factores de orden vial

4.1- Gálibo vial en altura:

Este parámetro importa en los cruces Bajo Nivel, en que el tránsito debe pasar bajo las vías requiriendo en consecuencia una altura de paso. No así en los cruces en Alto Nivel donde, no habiendo obstáculo superior éste queda prácticamente ilimitado (aparece sí el gálibo ferroviario inferior).
El valor del gálibo vial depende del tránsito o no de camiones u ómnibus que requieran mayor altura. Si el tránsito se limita a automóviles y camionetas de menor porte puede asumir un valor mínimo de 2,10 m (ejemplo, Av. Ruiz Huidobro bajo F. C. Mitre en las cercanías de Est. Saavedra), aunque es más deseable un valor no inferior a 2,50 m. (ejemplo, calle Anchorena bajo F. C. Sarmiento, en las cercanías de Plaza Once).

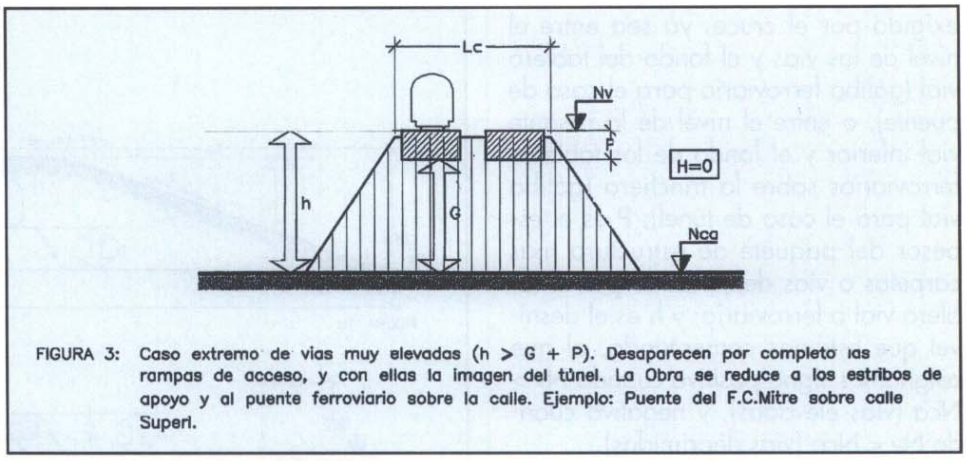


FIGURA 3: Caso extremo de vias muy elevadas (h > G + P). Desaparecen por completo las rampas de acceso, y con ellas la imagen del túnel. La Obra se reduce a los estribos de apoyo y al puente ferroviario sobre la calle. Ejemplo: Puente del F.C.Mitre sobre calle Superi.

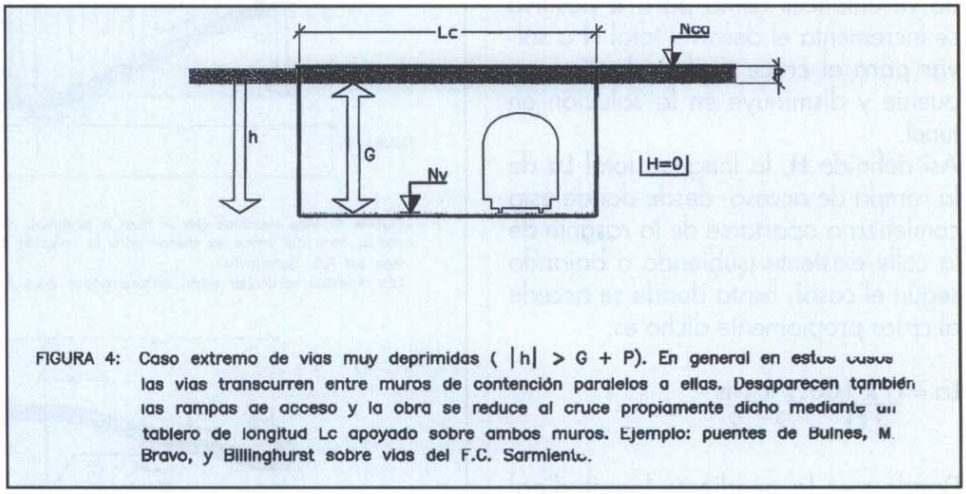


FIGURA 4: Caso extremo de vias muy deprimidas (|h| > G + P). En general en estos casos las vias transcurren entre muros de contención paralelos a ellas. Desaparecen también las rampas de acceso y la obra se reduce al cruce propiamente dicho mediante un tablero de longitud Lc apoyado sobre ambos muros. Ejemplo: puentes de Bulnes, M. Bravo, y Billinghurst sobre vias del F.C. Sarmiento.

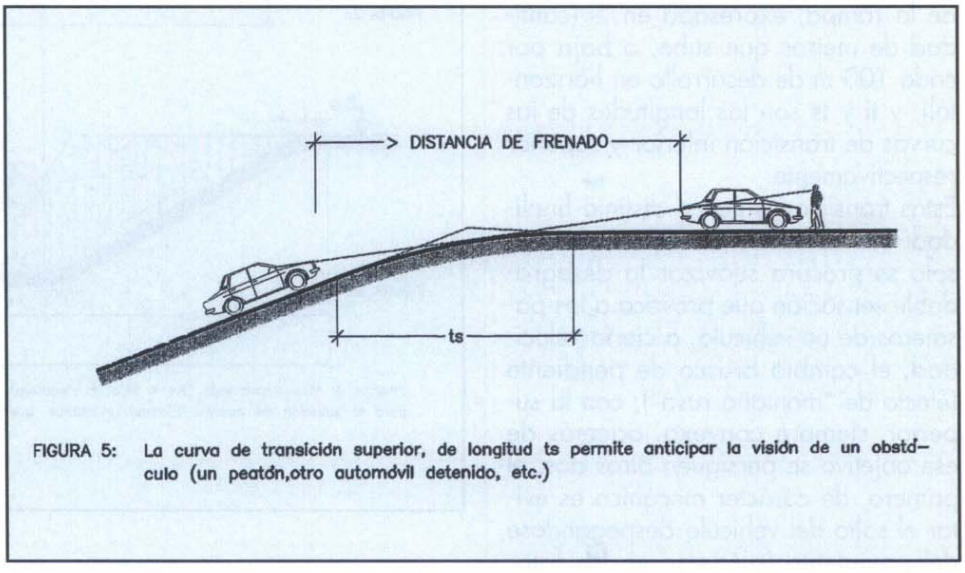


FIGURA 5: La curva de transición superior, de longitud ts permite anticipar la visión de un obstáculo (un peatón,otro automóvil detenido, etc.)

Valores intermedios, de 3,50 a 4.00 m permiten el paso de ómnibus y camiones de menor porte.
Para camiones de gran porte, como en el caso de los transportadores de "containers", ya es necesario el gálibo establecido por la Dirección Nacional de Vialidad para puentes sobre Rutas Naciones, que alcanza a 5,10 m.
Evidentemente, los gálibos menores favorecen la solución en túnel, en tanto que los mayores la perjudican (obsérvese que a igualdad de **h** y de **P**. **H** = G + P - h crecerá con **G** y por ende también lo hace

$$La = \frac{H \times 100}{i\ (\%)} + \frac{ti}{2} + \frac{ts}{2}$$

En ubicaciones urbanas la posibilidad

de fijar G < 5,10 m está permitida en tanto los camiones de gran porte tengan trayectos alternativos sin cruzar el túnel, que no les exijan un sobrerrecorrido excesivo (30 ó 40 cuadras), lo que evidentemente no ocurre en carreteras rurales.
El gálibo mínimo de 2,50 m sólo es recomendable en zonas residenciales con neto predominio de automóviles y con trayectos alternativos con sobrerrecorridos no mayores de 10 ó 20 cuadras.

4.2- Gálibo vial en anchura

Este depende del número de manos y del número de trochas por mano.
Por mano única y en caso de una sola trocha, ésta debe incluir un sobreancho que permita el sobrepaso en caso de que un vehículo se detenga por averías. Si el cruce es sólo de automóviles y camionetas ello requiere un gálibo horizontal total entre parámetros internos del túnel no inferior a 5.00 m. como mínimo y 5.50 m. como deseable. Si el cruce admite camiones, 5,50 y 6.00 m. respectivamente.
Para dos manos de una sola trocha cada una, sin separación física entre ambas, el ancho mínimo es de 7,00 m como mínimo y 8,30 m como deseable. Si hubiera separación física que impida ocupar parcialmente la mano opuesta para el sobrepaso de un vehículo detenido, deben considerarse los valores anteriores para cada mano.
Para dos manos con dos trochas cada una se llega a 14,00 m de mínima y 16,60 m (2 x 8,30) como valor deseable. A partir de este caso ya la luz que debe salvar el puente ferroviario sobre la trinchera se hace muy onerosa y empieza a ser deseable un apoyo intermedio. En tal sentido obsérvese que la enorme mayoría de los cruces en túnel existentes son del orden de los 7,00 m para dos manos (excluída vereda peatonal), siendo una excepción el túnel de Av. del Libertador bajo vías del F. C, Mitre, que ya tiene un apoyo intermedio.
De modo que en túneles, el mayor ancho incide no sólo en el mayor volumen de excavación y en mayor superficie de pavimento (no afecta a los muros de contención laterales), sino también en el mayor costo del puente ferroviario sobre la trinchera.
En puentes, el mayor ancho incide en el mayor volumen de los terraplenes de acceso (no en sus muros de contención) y en la mayor superficie de tablero, pero no existe el tercer factor mencionado, de modo que -finalmente-, una gran anchura vial en el cruce termina favoreciendo la solución en puente, en especial si el número de vías es superior a dos.

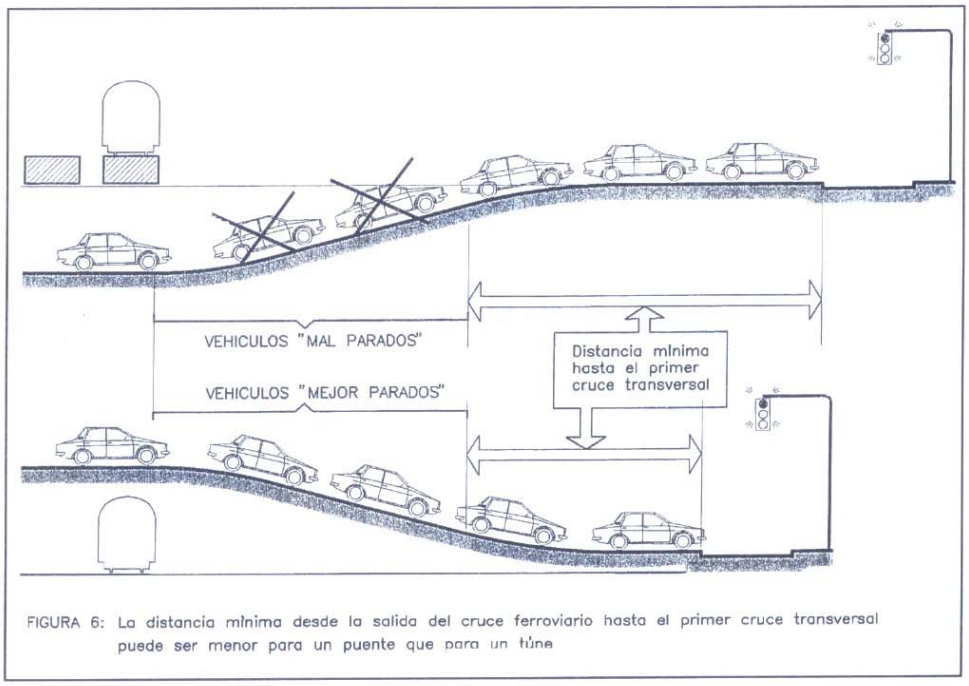


FIGURA 6: La distancia mínima desde la salida del cruce ferroviario hasta el primer cruce transversal puede ser menor para un puente que para un túne

4.3- Pendientes longitudinales

Este parámetro, ¡(%), queda también limitado por la presencia o no de camiones de gran porte. Estos exigen, para rampas de acceso en subida, una pendiente no mayor del 5% que puede incrementarse en bajadas hasta un 7%. Desde luego tal distinción sólo es válida para rampas de mano única, de lo contrario prevalece el primer valor.
Excepcionalmente, cuando el tránsito puede afrontar la subida sin partida detenida sino con velocidad de crucero, el 5% puede incrementarse al 7%, permaneciendo fijo el valor en bajada.
Para camiones de mediano porte y ómnibus los valores precitados pueden incrementarse en dos unidades cada uno.
Para automóviles y camionetas livianas pueden incrementarse otras dos unidades en cada uno, llegando así a 9% en subida y 11% en bajada. Ante lo extremado de estos números, vale recordar que no nos estamos refiriendo a valores deseables, sino a valores de máxima y al caso de cruces urbanos apretados por la trama urbana y con una velocidad directriz muy baja. A este respecto vale recordar también que en rampas de garajes y estacionamientos -salvando las diferencias-, se llega habitualmente al 18%.
A título de referencia citamos algunos valores de rampas existentes y conocidas: rampas de la Av. Gral. Paz en Liniers 7%; la mayoría de los túneles del Gran Buenos Aires construídos en los últimos 30 años 7 a 7,5%; calle Sarmiento entre 25 de Mayo y L. N. Alem 11% (lo malo de ésta es que tiene además una detención casi obligada en su extremo superior); puente de la calle Jorge Newbery sobre vías del F.C. Mitre 10% entre vías y Amenábar y 11% entre vías y Crámer, caso este último muy extremo por la cercanía de ambas calles a la vía, que de otro modo habrían quedado cortadas; túnel de la calle Yatay bajo vías del F.C. Sarmiento 10%; puente de la Av. Díaz Vélez sobre vías del F.C. Sarmiento y Av. Rivadavia en Ciudadela 5% (en este caso obsérvese cómo la adopción

de un valor tan bajo, en parte obligado por el intenso tránsito de camiones, ha significado una gran extensión de la obra, que comprende varias cuadras, con la consiguiente afectación urbanística).

En relación con la pendiente longitudinal, cabe citar sendas ventaja y desventaja intrínseca en la solución de puente y de túnel respectivamente, relacionadas con ella. En un puente una pequeña demora en la salida que obligue a la detención de los vehículos sobre la rampa de salida, lo hace con éstos en bajada sin dificultad para su posterior arranque favorecido por la pendiente, en tanto que en un túnel, la misma demora en la salida deja a los vehículos detenidos en contrapendiente, con las consecuentes dificultades para su posterior arranque (recuérdese la ya citada cuadra de Sarmiento entre L. N. Alem y 25 de Mayo); por otra parte, desde la rampa de salida del puente ya se visualiza el tránsito detenido, lo que no ocurre desde la rampa del túnel.

Esto hace necesario en el túnel una mayor distancia entre la salida y el primer cruce transversal, que puede disminuirse en el caso de un puente (ver Figura 6).

En contrapartida con ésto, en un cruce en túnel el vehículo que accede, a velocidad urbana, afronta en primer término el tramo en bajada, que le permite incrementar su velocidad sin apretar más el acelerador y sin mayor riesgo por cuanto la presencia de obstáculos en la parte baja del túnel es siempre menos probable que en el tránsito urbano a nivel; una vez que llega a la rampa de salida en subida, la pendiente de ésta contribuye ahora a aminonar su velocidad sin apretar el freno, emergiendo el vehículo a velocidad urbana, sin generar riesgos mayores en el tránsito superior. En tanto que en un puente el efecto de las pendientes sobre las velocidades es opuesto (ver Figura 7), y los vehículos pueden desembocar a velocidad mayor con mayor riesgo para el tránsito urbano a nivel; no obstante, este efecto se atempera parcialmente por dos circunstancias favorables: 1) la ya mencionada visibilidad en la rampa de salida del puente que permite visualizar el tránsito a nivel con suficiente antelación, 2) la escasa longitud del puente todo y de su rampa de salida; este último factor favorable no existe, por ejemplo, a la salida final de una autopista, donde los conductores abordan la rampa a velocidad de autopista, la pendiente favorece el incremento de velocidad mientras no se frene (Fig. 7), e inadvertidamente pueden desembocar al tránsito urbano con la velocidad de autopista (piénsese en la desembocadura de la Autopista Perito Moreno en Av. Gaona lado provincia).

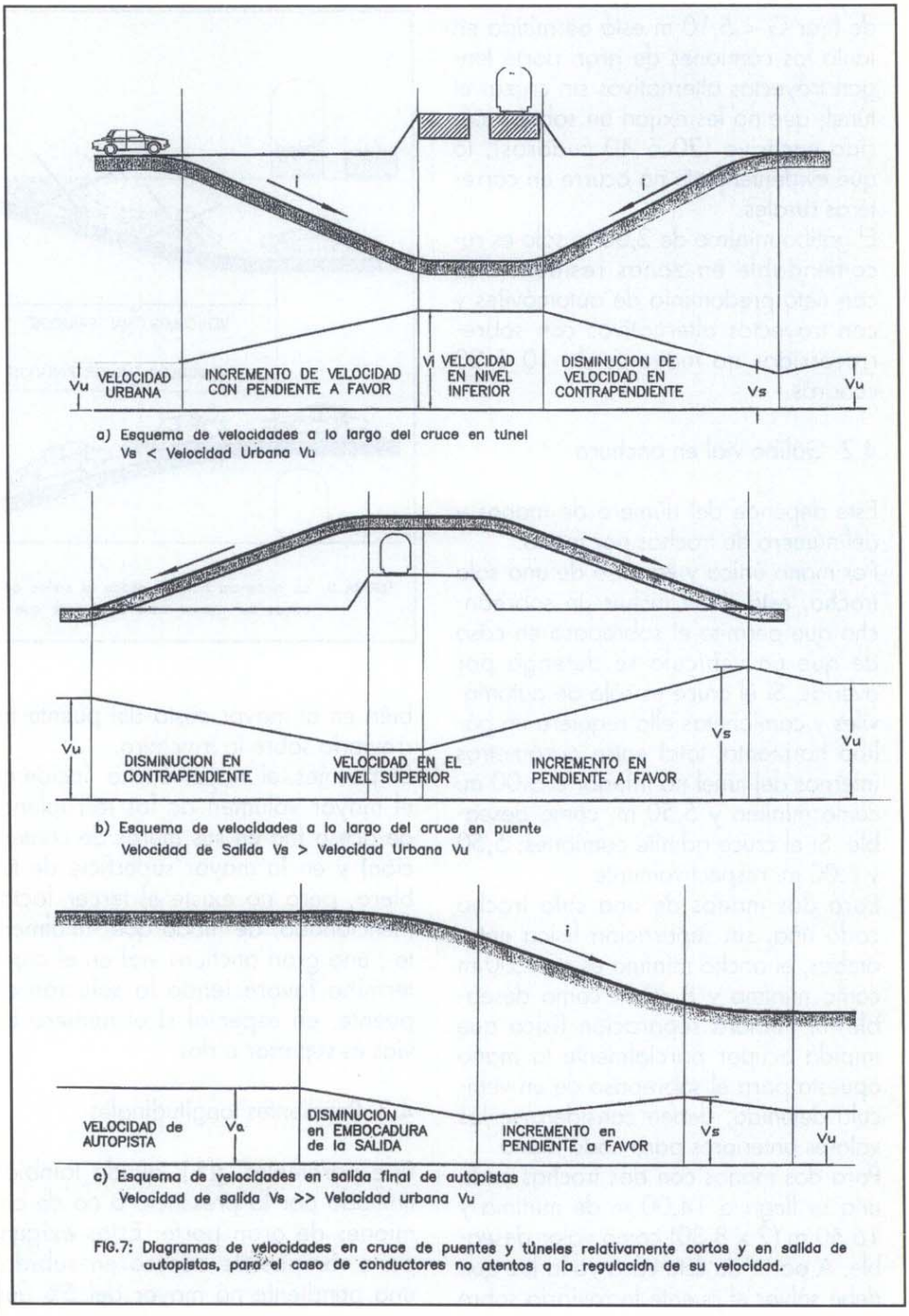


FIG.7: Diagramas de velocidades en cruce de puentes y túneles relativamente cortos y en salida de autopistas, para el caso de conductores no atentos a la regulación de su velocidad.

4.4- Transiciones verticales

Ya nos hemos referido a ellas -curvas de transición vertical de la rasante entre tramos de distinta pendiente-, en el punto 3. Analizamos allí el objeto de la inclusión de estas transiciones ti y ts, y vimos que la inferior puede reducirse considerablemente en localizaciones urbanas, en tanto que la segunda, de mayor compromiso para la se-

guridad vial debe respetarse un mínimo, aunque con mayor flexibilidad en su tratamiento, susceptible de ser complementado con buena señalización de precaucaciones y reducción de la velocidad directriz. En este sentido la solución en puente ofrece cierta ventaja, ya que la trancisión superior **ts** (siempre convexa) se ubica en el centro del cruce en lo alto del puente, donde no hay cruces peatonales, ni detenciones por semáforos o paradas de ómnibus, de modo que la posibilidad de aparición de obstáculos es mucho menor que a la salida de un túnel, donde ya a nivel urbano reaparecen peatones, semáforos y paradas de ómnibus. Esto permite reducir **ts** en puentes más de lo que es posible en túneles.

4.5- Velocidad directriz

En zona urbana con tránsito no congestionado la velocidad media de un viaje en automóvil computando detenciones por semáforos y otros motivos, en horas hábiles diurnas es del orden de 20 km/h. o algo menos. Considerando el doble en los tramos de efectivo avance, la velocidad máxima en el cruce puede limitarse a 40 km/h y la velocidad de diseño adoptarse en 50 km/h como valor deseable y hasta 35 km/h como valor de mínima.

5- Factores de orden ferroviario

5.1- Gálibo ferroviario en altura

Este gálibo necesario entre nivel de vías y fondo de tablero vial en los pasos a Alto Nivel (puentes), depende de la trocha del ferrocarril afectado y de su probable alimentación eléctrica futura por cable aéreo (catenarias). (Tabla 1)

Obsérvese que, salvo el caso de vías de trocha angosta sin alimentación eléctrica aérea, estos gálibos son mayores que el gálibo vial de 5,10 m. de modo que este factor favorece a los cruces en túnel, en tanto según vimos, a igualdad de otros factores, la longitud de las rampas de acceso es finalmente proporcional a **G**.

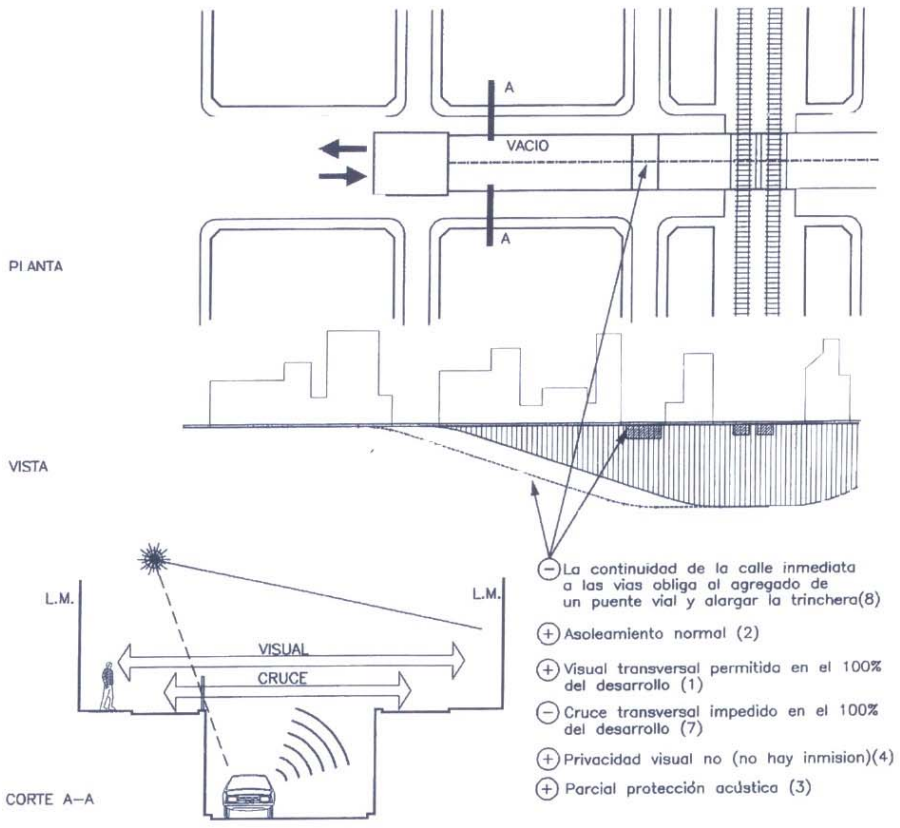


FIGURA 8: Ventajas ⊕ y desventajas ⊖ relativas del cruce en B.N. en zonas urbanas

5.2- Gálibo ferroviario en anchura

El gálibo horizontal ferroviario no supera en ningún caso los 4,50 m por vía.
Hasta cuatro vías (raro es el caso de más) se pueden salvar entonces con un único tramo de puente de 1= 18,00 mts. que no llega a ser una luz onerosa.
El mismo caso en túnel exigirá cuatro puentes ferroviarios, y al respecto nos remitimos a los puntos 5.4 y 5.5.

5.3- Paquete estructural

Si bien los puentes ferroviarios sobre la trinchera vial de los cruces en túnel tienen una carga de cálculo considerablemente mayor, también tienen en general menor luz que un puente vial sobre vías, de modo que los espesores del paquete estructural en uno y otro caso no aportan diferencias significativas, variando en un entorno entre 1,00 y 1,50 metros, incluyendo terminaciones.

TABLA 1

TROCHA	Sin alimentación eléctrica aérea	Con alimentación eléctrica aérea
Ancha	5.30	Variable (mínimo: 5.83)
Media	5.30	Variable (mínimo: 5.83)
Angosta	4.57	Variable (mínimo: 5.87)

5.4- Número de vías

Como vimos, la solución "en túnel" implica también un puente ferroviario sobre la trinchera vial. Lo habitual es independizarlos estructuralmente y proyectar un puente para cada vía del cruce, de modo que finalmente el número de vías es el número de puentes a construir sobre la trinchera.
Estos puentes, por su complejidad constructiva que analizamos más adelante y por su mayor carga, son relativamente costosos, en tanto que para el cruce vial es casi indiferente que el número de vías sea 1, 2 ó 4, pues su ancho se salva prácticamente con la misma luz mínima.
Esto hace que un número de vías superior a dos ya conspire contra la economía de la variante en túnel.

5.5- Desvíos o empalmes de vías sobre el cruce

La existencia de desvíos o empalmes de vías sobre el cruce incrementa aún más la complejidad constructiva del puente ferroviario sobre trinchera del túnel, en especial en su montaje, y más aún si contienen aparatos de cambio, de modo que este factor también conspira gravemente contra la economía del túnel, en tanto que para la variante en puente tales desvíos o empalmes en el cruce son prácticamente indiferentes ya que cruza sobre ellos sin afectarlos.

6- Factores de orden constructivo

Estos factores favorecen en general la alternativa en puente, en detrimento de la alternativa en túnel que conlleva una serie de dificultades de orden constructivo, que pasamos a reseñar:

6.1- Interferencias con redes de servicios públicos

La alternativa en túnel está expuesta, en todo el ancho y extensión de la trinchera a muy probables y severas interferencias con redes de servicios públicos, en tanto que para la alternativa en puente la probabilidad de tales interferencias se limita a los puntos de apoyo de las columnas de la infraestructura que, por otra parte, son susceptibles de desplazarse longitudinalmente o transversalmente para evitarlas de modo que la posibilidad de interferencias remanente luego de tales corrimientos prácticamente se anula.
Las interferencias más graves en el caso de la trinchera del túnel lo son con los servicios que cruzan transversalmente, en especial las conducciones por gravedad (desagües pluviales y cloacales) cuyo desvío o cruce en sifón es muy oneroso, a punto tal que si se trata de grandes conductos pueden tornar francamente inviable la solución en túnel.

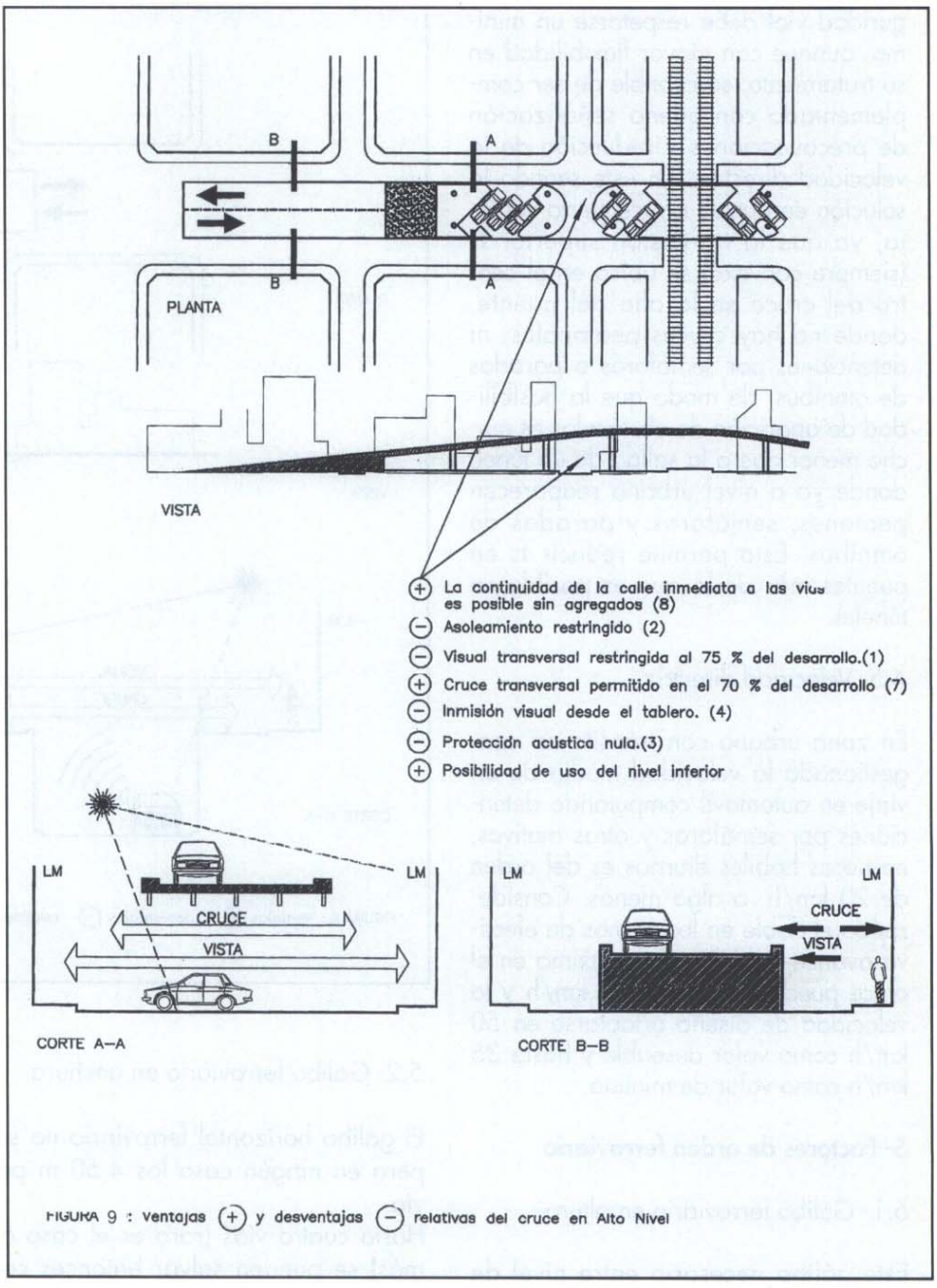


FIGURA 9 : Ventajas ⊕ y desventajas ⊖ relativas del cruce en Alto Nivel

6.2- Dificultad constructiva de los estribos del puente ferroviario sobre la trinchera del cruce en túnel
Si bien se han desarrollado diversas técnicas para posibilitar la construcción de los estribos del puente ferroviario, ubicado, directamente bajo las vías en servicio, todas ellas configuran una tarea muy especial, y presuponen un sobrecosto apreciable respecto de la construcción de una estructura igual no afectada por las vías.

6.3- Dificultad en la operación de montaje del tablero ferroviario con corte de servicio limitado.

Esta operación configura una maniobra compleja y delicada que debe ser cuidadosamente planificada para su ejecución en una sola jornada y exige recaudos que implican también un sobrecosto importante respecto de un montaje ordinario no sujeto a los apremios de tiempo que introduce la necesaria limitación en el corte del servicio ferroviario.
En contraposición con ello, el montaje del puente, aún en el tramo sobre vías, puede ser desarrollado en varias jornadas nocturnas y suspenderse en caso de emergencia sin que ello impida la reanudación del servicio ferroviario, aún sin terminar el montaje.

7- Factores de orden geologico e hidrologico

Nos referimos aquí a la naturaleza del suelo y a la eventual presencia de napas freáticas en el emplazamiento del cruce.
Cuando estos factores se muestran desfavorables, es mayor su repercusión sobre la economía del túnel que sobre la del puente.
En efecto: en caso de mantos superficiales de cierto espesor de suelos blandos de baja resistencia, aún sin presencia de napas, ello puede exigir en un puente la fundación mediante pilotes que implica un sobrecosto respecto de una posible fundación directa. Pero ese sobrecosto, en igual caso, en un túnel asume mayor proporción por cuanto afecta en todo su extensión a los muros de contención laterales que ya no podrán construirse con las técnicas comunes (por pocetes, por troneras, por anclajes, etc.) y exigirán su construcción como muros pantalla excavados y moldeados con las técnicas de un pilote de gran diámetro, o configurarse como tablestacados metálicos o de hormigón, en ambos casos de gran inercia en razón de la profundidad requerida. Con cualquier variante (muro pantalla, tablestacado o muro anclado), el muro deberá tener un "fichaje" o empotramiento por debajo del nivel inferior de longitud adecuada para evitar el reflujo del suelo blando en el interior de la excavación.
En caso de napas freáticas a escasa profundidad, éstas son casi indiferentes para un puente fundado sobre pilotes excavados, pero agravan considerablemente la solicitación sobre los muros de contención, e introducen un nuevo factor que es la subpresión bajo el pavimento de la trinchera.
En las partes más profundas de ella, cuando la napa superficial se ubica a sólo uno o dos metros bajo el nivel de terreno natural, el empuje hidrostático de subpresión asume una intensidad tal que pueden ser necesarios espesores de 2 o más metros de hormigón para soportarlo por gravedad. O, en su defecto, deberá acudirse a pilotes de tracción distribuidos a lo largo y ancho de la losa de pavimento que quedará entonces sometida a fuertes flexiones que le exigirán también un espesor importante (0,30 ó 0,40 mts.) y fuerte armadura en ambos sentidos.
En estos extremos de napa muy superficial los sobrecostos resultantes son de magnitud tal que tornan sumamente onerosa, sino inviable la solución en túnel.

8- Factores de orden funcional

8.1- Desagüe pluvial

La fuerte pendiente de los accesos en la alternativa de puentes favorece el desagüe por gravedad hacia el sistema pluvial del nivel inferior.
En la alternativa de túnel el desagüe por gravedad de las rampas en contrapendiente concentra las aguas en el punto inferior del cruce, que constituye una batea receptora sin posibilidad de salida natural por su ubicación por debajo de los conductos de la red. Esto obliga a la inclusión de una cámara de bombeo con capacidad suficiente para contener las aguas de un chaparrón importante en la cuenca del cruce, que deberá limitarse a sus propias rampas impidiendo el ingreso de escurrimientos adyacentes a ellas. Tal cámara deberá dotarse de un doble circuito de bombas en paralelo, preferiblemente conectadas a dos fuentes de alimentación de distintas redes, de modo de disminuir la posibilidad de una salida de servicio simultánea.
Estos tres recaudos ineludibles: pozo de bombeo de gran capacidad, dos sistemas de bombas y dos fuentes de energía implican un sobrecosto inicial importante y un costo de mantenimiento también importante a lo largo de la vida útil del cruce.

8.2- Paisaje y vivencia

He aquí un aspecto polémico, en tanto se lo encare globalmente sin aislar situaciones. Hagamos esto último:
Si nos situamos en un paisaje rural -ya sea llano, ondulado o montañoso y, salvo situaciones excepcionales o pintorescas, el puente se integrará con el paisaje en mejor medida que el túnel.
En igual situación la vivencia del cruce será más agradable sobre el puente que en el túnel: compárese el cruce de Zárate-Brazo Largo con el cruce del túnel Subfluvial, o menos extremosamente, cambiando de situación, compárase el cruce del puente de la Av. San Martín con el cruce del túnel de Av. del Libertador.
Pero en este último caso, ya en un paisaje urbano, debemos diferenciar dos vivencias: la de quien está cruzando y la de quien camina, permanece, trabaja o reside junto al cruce. Esta última situación prácticamente no existe en los puentes rurales, salvo pescadores furtivos o ignotos linyeras, pero en situación urbana cobra importancia aún mayor que la del otro protagonista y debe atenderse con especial dedicación. Volvemos sobre esto al considerar los factores de orden urbanístico.

9- Factores de orden económico

Según apreciará el lector, hasta aquí la mayoría de los factores analizados tienen una incidencia económica más favorable al puente que al túnel.
Por otra parte, podria haberse ahorrado gran parte de la discusión anterior a partir de esta observación: no se conoce ningún caso de cruce en llanura y en campo abierto que se haya resuelto en túnel. Ello muestra que todos los factores señalados resumidos en lo económico y aún en lo funcional favorecen ampliamente al puente.
Pero entonces ¿cuándo túnel?
La respuesta a este interrogante se hallará más fácilmente suprimiendo de a uno los dos factores de ubicación subrayados en el párrafo anterior.

Si no hay llanura (o aún en ella por otras circunstancias), puede ocurrir que el nivel de vías **Nv** sea apreciablemente mayor que el nivel de la ruta o calle de acceso N**ca** y entonces, según lo analizado en el punto 3 pueden aparecer casos favorables a la solución en túnel, en especial cuando el gálibo vial exigible está por debajo de los 3,50 ó 4,00 mts.
Y si eliminamos el segundo subrayado debemos entonces considerar los factores de orden urbanístico, a los que ahora pasamos.

10- Factores de orden urbanístico

Aquí llegamos al meollo del tema que nos preocupa, que constituye al mismo tiempo el factor de interpretación más conflictivo por su alto contenido de subjetividad.
Para tratar de orillar este escollo trataremos de desbrozar el tema analizando situaciones específicas como ya hicimos recién.
Previo a ello cabe una reflexión: toda obra pública, por trascendente que sea, siempre implica algún perjuicio para algunos. En El Chocón, más de un lugareño habrá sufrido la desaparición o el cambio de su hábitat. Algunos habrán recibido una indemnización por vía de expropiación, pero entre los no alcanzados por ésta, muchos se habrán sentido perjudicados. Lo que importa a la decisión de llevar adelante la obra es el balance favorable del beneficio que muchos reciben frente al eventual perjuicio que afecte a unos pocos, los que no obstante conservan la democrática posibilidad de reclamar una indemnización cuya procedencia decidirán los jueces.
Previo también, intentamos resumir las ventajas y desventajas relativas más trascendentes, desde el punto de vista urbanístico, entre cruces en Bajo y en Alto Nivel en emplazamiento urbano.
Refiriéndonos a las Figs. 8 y 9 volcamos en la Tabla 2 las ventajas y desventajas en ellas consignadas gráficamente.
En la tabla hemos resaltado en negrita del lado correspondiente los aspectos que favorecen al cruce B.N. o al A.N.
Las figuras y las tablas son suficientemente explícitas como para obviar comentarios, que reservamos para el análisis de situaciones específicas al que ya vamos:

10.1- Cruces en zonas predominantemente residenciales

En zonas residenciales, salvo que estuvieren fuertemente aisladas por la vía a salvar, cualquier obra de cruce en Alto o Bajo Nivel implica una perturbación severa y perjudicial para los frentistas afectados. Nadie goza viendo su tranquila calle residencial convertida en un enorme pozo forrado de cemento o en basamento de una pesada estructura que la sumerge en la sombra.
Esta consideración obliga a extremar el rigor en el balance de beneficio-perjuicio citado en la reflexión del punto anterior, y analizar eventualmente la posibilidad de desplazar el cruce a una calle "no tan predominantemente residencial". Esto último es posible porque, aún en zonas residenciales, cas siempre existe una calle (en general la que da acceso a un paso a nivel), ya más afectada por tránsito de paso intenso y, por ello, menos residencial y más comercial o de servicios.
Si agotadas estas posibilidades subsiste la decisión de mantener el emplazamiento, desde ya anticipamos la conclusión favorable al túnel.
En efecto, en una zona residencial asumen mucho mayor peso las "ventajas" (para este caso entre comillas) favorables al Bajo Nivel que las favorables al Alto Nivel.

TABLA 2

Nº	Cruce B.N.	Ventajas/ Desventajas relativas	Cruce A. N.
1	**En el 100% del desarrollo**	Visual transversal libre	En el 70% del desarrollo
2	**Normal**	Asoleamiento	Restringido
3	**Parcial**	Protección acústica	Nula
4	**Nula**	Inmisión visual desde vehículos	Importante
5	Vedado	Estacionamiento en calzadas laterales	Vedado
6	Exclusivo para trinchera	Uso del suelo en la proyección del cruce	**Factible para diversos usos bajo tramos elevados (70% del cruce)**
7	Sólo en extremos	Posibilidad de cruce peatonal transversal	**Posible en el 70% del desarrollo**
8	Sólo agregando puente vehicular y por lo tanto extendiendo la longitud del cruce	Posibilidad de cruce vehicular transversal	**Factible en la calle paralela inmediata a la vía, sin agregados y sin extender la longitud del cruce**

La visual transversal libre en el 100% del desarrollo que permite el túnel, asume aquí gran importancia frente a su contraparte en el puente, que implica un 20% de desarrollo con la visual transversal obstruída por los muros de contención de 1,00 a 3,00 m de altura ubicados a 5.00 ó 6.00 m de la Línea Municipal. Lo mismo ocurre en este caso con el asoleamiento y la protección acústica, aunque este sea sólo parcial.
La no inmisión visual desde vehículos que se remontan agrediendo la intimidad de jardines y ventanas del 1er. y 2do. piso también asume su importancia en zonas residenciales.
Frente a éstas, las ventajas relativas del puente en cuanto a la posibilidad de aprovechamiento del suelo en la proyección del cruce, en especial para estacionamiento, aparece desdeñable en una zona donde cada frentista suele tener su propia cochera. Quizá no es tan desdeñable la posibilidad de aprovechamiento como plaza seca. Al respecto cabe citar la existente bajo el tramo norte del puente sobre vías del F.C. Sarmiento y s/Av. Rivadavia en el partido de Merlo, Pcia. de Buenos Aires, pero esta es una situación particular por desarrollarse ese tramo paralelo a la vía.
De igual modo, puede prescindirse de las posibilidades de cruce transversal, a cambio de las anteriores ventajas relativas.
En suma, se ratifica la conclusión anticipada: en zonas predominantemente residenciales vale la pena afrontar el eventual mayor costo del túnel, en procura de disminuir el impacto local del cruce que, de todas maneras es siempre negativo para los frentistas directamente afectados.
Esta conclusión puede, no obstante, reconocer alguna excepción en caso de avenidas de gran ancho, como podría ser el de un cruce de la Av. Comodoro Rivadavia sobre vías del F.C. Mitre, ramal Tigre, en Nuñez (al margen de que allí no podría construirse túnel por la presencia del entubamiento del A° Medrano), u otros casos singulares.

10.2- Cruces en zonas predominantemente comerciales

Analicemos ahora el mismo cuadro de ventajas y desventajas relativas, pero pensado ahora para el caso de emplazamiento del cruce en zona predominantemente comercial.
En general los pequeños centros comerciales en localidades del Gran Buenos Aires se desarrollan sobre calles principales o avenidas de intenso tránsito que, cuando hay una vía férrea, suelen ser las que conducen a los pasos a nivel. Tales calles (aún las que no son avenidas) tienen en general un ancho algo mayor que sus aledañas lo que permite una implantación más cómoda de las calzadas del cruce, sean estas en trinchera de túnel o en rampa y viaducto de puente.
Estos centros se desarrollan sin excepción sobre ambas veredas de la calle o avenida en cuestión y se extienden por dos o tres cuadras. En ellos el cruce transversal de la calzada, en ambos sentidos es constante por parte de los peatones, sean de paso, paseantes o potenciales compradores, de modo que ambas veredas configuran un conjunto unitario en cuanto a la extensión y escala del centro comercial.
En tales condiciones la posibilidad de mantener el cruce peatonal transversal entre ambas aceras es de vital importancia para no desarticular la escala comercial del centro en cuestión.
Esta posibilidad (renglón 7 del cuadro), que brinda el puente en un 70% de su desarrollo, está impedida totalmente en el caso de cruce en túnel que hace necesario recorridos del orden de 100 ó 200 mts. para poder llegar "a la vereda de enfrente", por más que se la tenga siempre a la vista.
Por otra parte, estos centros comerciales dependen mucho de la posibilidad de estacionamiento para sus clientes, proveedores y fleteros (que transportan muebles y electrodomésticos por cuenta de los compradores) y que, en el caso de proveedores y fleteros deben poder ubicarse lo más próximo posible de cada comercio. Esta posibilidad (renglón 6) es satisfecha por la alternativa de cruce a Alto Nivel, que permite generar bajo los tableros de tramos elevados un área de estacionamiento que, aún para el caso de un ancho mínimo de 7,00 m en la proyección del tablero, da cabida a una cochera a 30° por cada 6,00 m de desarrollo para cada vereda, con posibilidad de uso de dos de ellas para camiones de mediano porte.
La conjunción de estas dos posibilidades (renglones 6 y 7) implica en áreas comerciales y/o de servicios una ventaja decisiva en favor del Alto Nivel, aún teniendo que renunciar a las ventajas propias del cruce en Bajo Nivel (renglones 1 a 4) que en este caso, si bien no dejan de ser deseables, pierden peso frente a éstas.
Según la naturaleza de los comercios asentados en el área y las posibilidades del tránsito local, existe también la posibilidad de hacer peatonales las calzadas laterales (o sólo una de ellas), utilizando en tal caso las áreas del nivel inferior bajo tablero como plazas secas (o si hay acceso por una calzada lateral combinarlas con estacionamientos). La alternativa de peatonalización total se ilustra en la Fig. 10 en la que, según se advierte, un adecuado tratamiento del espacio puede incluso llegar a valorizar el funcionamiento del centro comercial.
En este sentido es también un buen ejemplo el arranque del viaducto norte de la Avenida 9 de Julio entre Posadas y Avenida del Libertador, bajo el cual se han instalado lujosos locales.
No debe ocultarse que subsiste una fracción de unos 20 mts. frente al arranque de las rampas de acceso, donde éstas se desarrollan en terraplén entre muros de contención laterales con alturas de 1,20 a 2,50 m en la que los comercios allí ubicados carecerán de la expansión bajo tableros. No obstante puede casi anularse esa fracción haciéndola coincidir con una bocacalle, jugando para ello con las pendientes de la rampa dentro de ciertos márgenes.
Este escollo no invalida la conclusión, de que, en cruces ubicados en zonas predominantemente comerciales, la solución en Alto Nivel es la que menos afecta su normal funcionamiento, e incluso puede llegar a mejorarlo con un adecuado diseño de nivel inferior bajo tableros elevados.
En todos los casos, en la solución en Alto Nivel debe tenderse a reducir a un mínimo la fracción inicial de terraplén de acceso contenido entre

muros de contención, dando arranque a los tableros elevados apenas se alcance una altura mínima para el acceso para limpieza, dejando eventualmente allí un área de canteros inaccesibles, que se transformará en acera para cruce peatonal apenas se alcance la altura de paso, arrancando luego las áreas de plaza seca o de estacionamiento (estas últimas con h ≥ 2,20 m). Un muro excesivamente alto es sólo tolerable en zonas de uso exclusivamente industrial, o zonas muy marginadas donde es de temer la ocupación por intrusos del espacio bajo tableros. Aún en este caso antes de consumar un muro tan alto, puede ser peferible ceder tales espacios en forma precaria a entidades comunitarias, salvando así la posibilidad de su futura integración al espacio urbano.

10.3- Otras zonas urbanas

Para zonas de localización de servicios y para zonas industriales vale, con mayor fuerza aún, la conclusión a que arribamos para zonas comerciales, aunque con algunas particularidades que ya exceden el alcance de esta nota.

11- Conclusiones generales

La cantidad de factores a considerar (los aquí incluídos son sólo los más trascendentes), y la enorme variedad de situaciones que pueden presentarse, obliga a un estudio en cada caso particular que analice y pondere tales factores y situaciones, y de su consideración global arribe a las recomendaciones del caso.
No obstante podemos dar una respuesta gneral al interrogante que plantee el título de este artículo, que como toda regla admitirá sus excepciones en casos muy particulares. Tal respuesta ya ha sido parcialmente anticipada.
En zonas predominantemente residenciales **lo más sano es evitar el emplazamiento de una obra de cruce, ya sea en Alto o en Bajo Nivel**. Para ello se estudiará la posibilidad de desplazamiento del cruce a zonas menos residenciales.

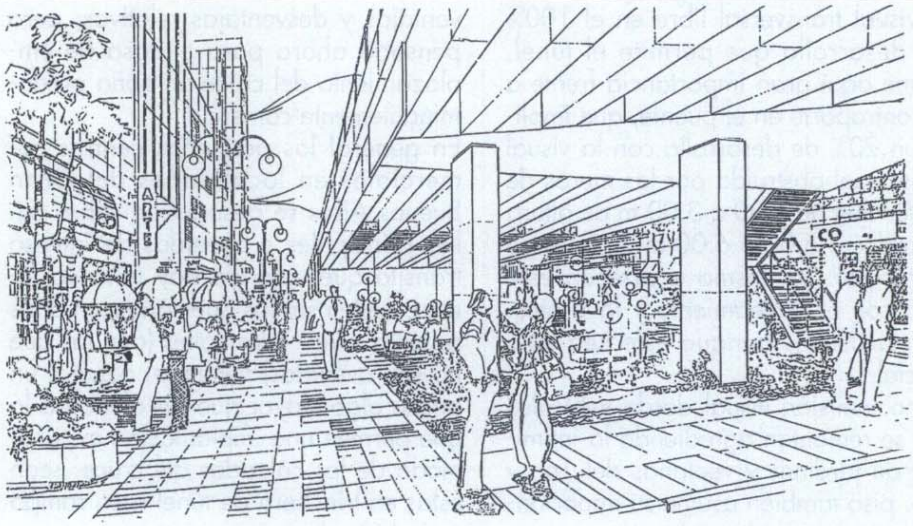


FIGURA 10 : La eventual peatonalizacion del nivel inferior del puente y un adecuado tratamiento del mismo puede llegar a potenciar la actividad de los comercios frentistas.

Si de tal estudio no surgen alternativa viables, entonces la solución menos perjudicial es el proyecto del cruce en Bajo Nivel.
En zonas comerciales -felizmente las calles o avenidas que conducen a cruces a nivel importantes tienen en general ese carácter-, la solución más apta es el cruce en Alto Nivel, el cual convenientemente tratado (con adecuado diseño y aprovechamiento del nivel inferior, y eventual peatonalización del mismo) puede incluso llegar a revertir el impacto negativo que a priori implica una obra de cruce injertada en la trama urbana, y constituirse en elemento de revalorización de la zona afectada.
En zonas industriales y de servicios vale igual conclusión, incluso con mayor libertad y menos exigencias.
En zonas de carácter mixto, deberá evaluarse cuál es la característica predominante, no sólo en el momento presente, sino incluyendo también los cambios de tendencia en cuanto a tales características o tipología urbana que pueden ser inducidos por la obra de cruce. Estos cambios de tendencia no pueden ser otros que la disminución de su uso residencial con incremento de otros usos (comercial, industrial o de servicios), de modo que tal consideración asincrónica tiende a favorecer la elección de la solución en Alto Nivel.

En este sentido es de destacar la conveniencia -más aún, la necesidad-, que la decisión de implantación de un cruce a distinto nivel, ya sea en Bajo o Alto Nivel, sea acompañada con una revisión y adecuación de los usos urbanos previstos por el respectivo Código de Planeamiento en la zona del cruce y sus adyacencias, de modo tal que a mediano y largo plazo tales zonas se adecuen a la presencia del cruce. Las medidas a considerar en tal caso van desde restricciones o incentivos a determinados usos, a modificaciones de los F.O.S. y F.O.T. permitidos, retiros de fachada y hasta previsión de ensanches futuros de la calle directamente afectada, pasando por la ya mencionada peatonalización parcial o total de la misma en la longitud afectada por el cruce, posibilidades todas que deberán ser criteriosamente evaluadas para el mejor completamiento del cruce implantado, y adecuación de su entorno.

Nota:
Sobre lo problemática de los cruces ferroviarios, ver además, en los Nros. 101 - 102 - 103 - 104 y 107 de nuestra revista "Carreteras", los artículos de los Ings. Juan Pablo Martínez y Román Nadal, "La solución al problema de los pasos a nivel en la Capital Federal".

EXPERIENCIA SUECA Y RECOMENDACIONES PARA EL USO DE CAPAS DELGADAS DE HORMIGON SOBRE VIEJOS PAVIMENTOS DE HORMIGON (1)

O. Petersson, M. Sc.*
J. Silwerbrand, Phd.*

Resumen

Este trabajo describe la experiencia sueca con capas delgadas de hormigón sobre antiguos pavimentos de hormigón y con huellas. En Suecia, el uso de cubiertas con clavos hace que las carreteras con tránsito intenso se desgasten y ahuellen. A fines de la década del '70 se construyeron algunos caminos de hormigón en el sur de Suecia. Se experimentó con una delgada capa de hormigón en uno de estos caminos. Se usó una máquina fresadora para retirar 35 mm de hormigón. Se limpió la superficie fresada con una máquina a inyección de agua de alta presión (800 a 900 bar.) La capa fue colocada con hormigón reforzado con fibra de acero. No se usó ningúno agente adherente. Se realizaron ensayos y mediciones de rugosidad, adherencia, deslizamiento, contracción y un análisis de sección delgada. La tensión de adherencia promedio excedía 2MPa. De acuerdo con estas investigaciones y con la experiencia obtenida de la renovación de viejas carpetas de hormigón en puentes, hemos formulado recomendaciones a favor de capas delgadas de hormigón.

Introducción

En Suecia, el uso difundido de cubiertas con clavos conduce al desgaste y ahuellamiento de las carreteras con intenso tránsito.

Se ha usado concreto asfáltico como principal material para recubrir caminos tanto de asfalto como de hormigón. Sin embargo, el hormigón de alta resistencia se ha convertido en una alternativa interesante para recubrir pavimentos. Un hormigón de alta resistencia reforzado con fibra y con alta resistencia al desgaste ha demostrado ser un material prometedor. Una delgada capa de hormigón resiste bien el desgaste de las cubiertas con clavos y podría diferir la necesidad de una segunda cubierta en más de diez años.

A fines de la década del '70, se construyeron en el condado de Skane, en el sur de Suecia, algunos pavimentos de hormigón (de resistencia normal). Los ahuellamientos tienen ahora entre 13 y 15 mm de profundidad, haciendo incómoda la circulación por ellos. En un joint venture entre el Instituto de Investigación en Cemento y Hormigón de Suecia, la Administración Nacional de Caminos de Suecia y el contratista sueco NCC, se ensayó una capa delgada de hormigón en parte de la carretera en las afueras de Hensilborg en esta área. La carretera tiene dos carriles en cada dirección. El pavimento de hormigón con juntas consiste de una capa de hormigón de 200 mm sobre una capa de 150 mm de base tratada con cemento. La distancia entre juntas transversales es de 5 m.

Se realizaron ensayos en una sección de 470 m de largo, limitada al carril lento en dirección este.

Reparaciones

Para poder colocar una capa de hormigón de un espesor razonable sin levantar el nivel de la superficie, se removieron 35 mm de hormigón. Se usó una máquina fresadora y se trabajó sobre una franja de 3 m de ancho en la parte central del carril. Se dejó un metro libre hacia el borde del camino. Se intentó dejar otros 60 mm cerca de las juntas longitudinales para no dañarlas. Por lo tanto, el hormigón nuevo pudo colocarse en una "caja" de 470 m de largo, 3 m de ancho y 35 mm de profundidad. (Figura 1).

La superficie fresada fue limpiada con una máquina a inyección de agua a alta presión (entre 800 y 900 bar.) La unidad de inyección (Aquablaster) tenía cuatro toberas que actuaban sobre un área de 500 mm de radio. La superficie fue prehumedecida durante 48 horas. En el momento de colocar el recubrimiento, la superficie estaba seca superficialmente. No se usó adhesivo.

El recubrimiento fue colocado con un tipo de hormigón sueco K55 (resistencia a la compresión de 55 MPa a 28 días). Las proporciones de la mezcla del hormigón pueden resumirse de la siguiente manera:

agregado 0 a 8 mm	800 kg/m^3
agregado 8 a 11 mm	950 kg/m^3
contenido de fibra	

(1) Trabajo presentado al 7º Simposio Internacional sobre Pavimentos de Hormigón de Viena (Octubre 1994)

* Instituto del Cemento y Hormigón, Estocolmo, Suecia.

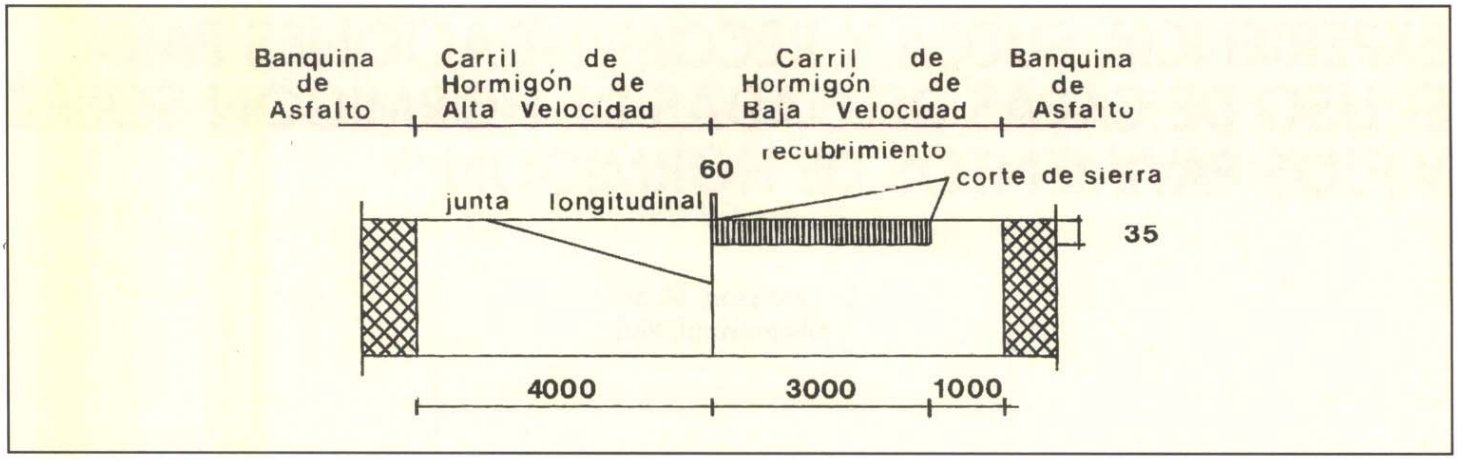


Figura 1. Reparación del camino de hormigón.

(Dramix 30/0,50)	40 kg/m³
Contenido de aire (plastificante)	5%

Se intentó colocar la capa usando una pavimentadora de asfalto. No fue posible. Se colocó entonces la capa con la técnica tradicional. Se hizo vibrar el hormigón de la capa con una regla vibratoria.

Inicialmente, fue curada con membrana. Luego fue humedecida durante unos pocos días.

El pavimento original tenía juntas transversales cada 5 m. Apenas la capa comenzó a endurecerse, se hicieron en ellas cortes de 3 mm de ancho y 30 mm de profundidad por encima de cada junta. Los cortes fueron ensanchados a 8 y 10 mm, y fueron sellados con bandas expansivas.

Los trabajos de reparación tuvieron lugar en octubre de 1991.

Rugosidad de la superficie de contacto

Se considera que la rugosidad de la superficie de contacto juega un papel importante en lograr una buena adherencia entre el hormigón viejo y el nuevo.

Silfwerbrand /1 y 2/ ha demostrado, sin embargo, que se debe asignar menor importancia a la rugosidad. La limpieza y la ausencia de microfisuras son factores más importantes. Se midió la rugosidad de la superficie de contacto de varias losas con un equipo sencillo. Las mediciones se hicieron después del fresado, antes y después de la inyección a presión de agua. Es aceptable suponer el perfil de la superficie medida como una curva de diente de sierra con dos parámetros: amplitud doble 2a y longitud de onda. Los resultados de las mediciones se presentan en el Cuadro I.

El valor de la amplitud refleja de manera especial las diferencias de rugosidad de las superficies. Estas superficies fueron escarificadas.

Después de la inyección de agua, la rugosidad longitudinal era la misma que en dirección transversal. Al comparar losas con distintos tratamientos se observa que las superficies fresadas y tratadas con agua a presión tenían mayor rugosidad que las superficies arenadas pero menor rugosidad que las superficies tratadas con martillo o las tratadas con inyección de agua. Si el proceso de eliminación no produce microfisuras, debe posibilitar una buena adherencia.

Se ha usado el análisis de sección delgada para estudiar la interfase entre el hormigón viejo y el nuevo. El análisis muestra una zona muy buena entre el hormigón viejo y el nuevo. No se han visto microfisuras en las superficies del hormigón viejo ni en ningún otro lugar. Evidentemente, la inyección de agua eliminó todas las microfisuras que podrían haber sido producidas por la fresadora. En consecuencia, se debe tener una buena adherencia.

Cuadro I. Valores medidos de rugosidad

Tratamiento de la superficie	Doble amplitud 2a (mm)	Longitud de onda (mm)
Fresado (perfil/dir/long.)	0.5	21
Fresado (perfil/dir/transv.)	1.4	24
Fresado + Iny. agua presión (direc. long)	1.4	27
Fresado + Iny. agua presión (direc. transv.)	1.6	24
Agua a presión	7.7	44
Martillo neumático	4.9	41
Chorro de arena	0.4	32

Nota: Distancia entre puntos de medición = 10 mm en todos los perfiles de medición.

Ensayos de adherencia

En abril de 1992, cuatro meses después de la colocación del hormigón, se extrajeron 27 testigos de 75 mm de diámetro de la superficie, a través de la capa e interfase y entre 20 y 30 mm del hormigón viejo. Se pegó una placa de acero a la parte superior del testigo. Se aplicó una fuerza de tracción a la placa de acero. Se aumentó la fuerza hasta la rotura. Se observaron los valores y forma de la rotura. Los resultados se resumen el el Cuadro II.

Se obtuvieron altos valores de tensión de rotura. El promedio superó 2MPa. El valor más bajo fue 1.68 PMa. El valor más bajo de tensión en la interfase fue 1.79 MPa. Según la Administración Nacional de Caminos de Suecia/3/, el valor m de tensión de rotura promedio, la resistencia de adherencia necesaria fv y la desviación standar cumplirán con la siguiente:

Cuadro II. Ensayos de adherencia

Modo de falla	Número de muestras	Tensión de rotura Promedio	Desviación estándar
Adhesivo	12	2.23	0.3
Recubrimiento	5	2,67	0.35
Interfase	8	2,28	0.35
Concreto viejo	1	2,59	
?	1	2.36	

$m \geq fv + 1.4\ s$ (1)
donde, s= 0.36 MPa es usado si S < 0.36 MPa (este caso) y fv = 1.0 MPa. Para este trabajo los requerimientos fueron mayores, con f = 1.5 MPa.
En las fallas en la interfase observadas también se cumple esta relación rigurosa. En otra experiencia con capas de hormigón, donde no se utilizó inyección de agua a presión (fresado) sobre la superficie vieja, la adherencia fue deficiente. Las muestras se rompían en la superficie entre el hormigón viejo y el nuevo ya durante la extracción. Los valores de adherencia obtenidos para muestras enteras eran sólo la mitad de los mencionados.

Recomendaciones

Se puede dar la siguiente recomendación para las capas delgadas de hormigón sobre viejos pavimentos de hormigón.

- El espesor de la capa debería ser de por lo menos 35 mm para un hormigón de alta resistencia al desgaste con un tamaño máximo de agregado de 11 mm.

- El viejo hormigón ahuellado puede ser removido con una fresadora.

- Después de limpiar la superficie, se deberá usar una máquina de inyección de agua para eliminar microfisuras u hormigón dañado por la fresadora. Después de esta operación la superficie se verá muy limpia y no se verá pasta de cemento en la superficie del agregado.

- La superficie del viejo hormigón deberá ser prehumedecida por 2 días antes de colocar la capa de hormigón. Cuando se coloca el hormigón la superficie deberá estar seca superficialmente.

- Cuando se ha vibrado y se lo ha compactado para lograr la homogeneidad adecuada, la superficie deberá ser curada con membrana.

- Cuando la superficie se ha endurecido (en unas pocas horas) la capa deberá ser humedecida durante al menos 3 días.

- No se necesitan agentes adhesivos.

Estas recomendaciones serán usadas en un proyecto de renovación donde será recubierta con una capa delgada una pista de aeropuerto dañada por la helada.

Conclusiones

El tránsito intenso con el uso de cubiertas con clavos puede producir algún ahuellamiento en los caminos de hormigón. Un excelente método de repararlos es colocar una capa de hormigón de alta resistencia. Se han formulado recomendaciones para la construcción de capas delgadas de hormigón. Según esas recomendaciones se puede concluir que:

- El fresado y el posterior tratamiento con agua a presión dan valores de rugosidad por encima de los valores de las superficies arenadas. Esto es suficiente para lograr una buena adherencia.

- La vieja superficie no tendrá microfisuras (ha sido estudiado en el análisis de sección delgada).

- Se puede lograr buena adherencia (valores de resistencia de adherencia superiores a 2 MPa) entre el hormigón viejo y el nuevo. La superficie debe estar limpia, pero no se necesitan agentes adhesivos.

Referencias

1. Silfwerbrand, J. 1990: "Improving Concrete Bond in Repaired Bridge Decks", V. 12, Nº 9. September 1990, pp. 61-66.
2. Silfwerbrand, J. 1987: "Theoretical and Experimental Study of Strength and Behaviour of Repaired Concrete Bridge Decks Summary". Bulletin Nº 149, Dept. of Structural Mechanics and Engrg., Royal Institute of Technology, Stockholm, 16 pp.
3. "Swedish Bridge Code 1988. Chapter 7, Maintenance, Repair and Strengthening" Swedish National Road Administration, Borlange, 1988 (en sueco).

DETERMINACION DEL NUMERO ESTRUCTURAL CORRESPONDIENTE AL CONCRETO ASFALTICO DE ARCILLA EXPANDIDA UTILIZADO EN EL TRAMO EXPERIMENTAL DE GENERAL PINTO PARA LA FINALIZACION DE LA VIDA UTIL DEL MISMO

Por el Ing. Gerardo O. Venier*

A. Experiencias y estudios realizados y publicados

La información obtenida para 600.000 solicitaciones del eje de 10 t se expuso en el trabajo "El empleo de arcilla expandida como agregado mineral en concretos asfálticos" en la Reunión Regional Interamericana de la International Road Federation, efectuda en Buenos Aires en mayo de 1980, como consta en el Documento Tecnológico Nº 17 del Tomo I.

No se han producido otros estudios sobre agregados livianos en los cuales, mediante la teoría elástica de capas horizontales, acotada por los parámetros deflectrométricos correspondientes y la ecuación de Dormon y Metcalf, se evaluara analítica y comparativamente el comportamiento del concreto asfáltico elaborado con arcilla expandida.

En Louisiana, Philip Arena expuso un trabajo descriptivo de obra sobre este tema, pero no hizo estudios compratívos en el aspecto estructural con respecto a la equivalencia de espesores de las mezclas asfálticas, mientras que en otros países con cantidades suficientes de áridos pétreos naturales no se les dio a estos agregados livianos artificiales la debida ponderación e importancia relativa en las obras viales.

* Dirección Nacional de Vialidad. División Investigaciones.

A.1. Tramos y secciones experimentales estudiados

Para facilitar el cumplimiento del cometido propuesto, se informa sobre parte de lo publicado en el citado trabajo.

Con motivo de la ejecución de un refuerzo estructural en la Ruta 188, Tramos Lincoln- Pinto y Pinto- Granada, se ejecutaron los Tramos Experimentales denominados General Pinto y Coronel Granada, utilizando concreto asfáltico de arcilla expandida. También se construyó un Tramo Testigo de concreto asfáltico convencional (ver el Cuadro Nº 4, Dosificación. Ver el valor R de Ruiz), a fin de ponderar comparativamente su comportamiento con el de los Tramos Experimentales, evaluándolos mediante deflexiones, radios de curvatura, densidades, deformaciones transversales, etc., expresados en función del número de solicitaciones.

Por ello, y para no inducir a errores conceptuales a los colegas del país y de otros ámbitos viales internacionales, se consideró conveniente presentar el segundo informe de avance sobre arcilla expandida, pues el primero, elaborado para un tránsito de 600.000 ejes de 10 toneladas, favorecía al material preparado con agregados de arcilla expandida.

En ese primer informe y con carácter conservativo se manifestó que era "similar al comportamiento de ambas mezclas. El aporte de la mezcla con arcilla expandida medido por su capacidad de reducir deflexiones y por la relación de módulos, era favorable a esta mezcla, cuando se la comparaba con la mezcla convencional".

El perfil estructural de las Secciones se ve en los Gráficos Nº 1 y Nº 2. Como puede notarse en ellos, las Secciones 1 y 4 sirvieron para verificar el comportamiento del concreto asfáltico de arcilla expandida utilizado como capa de base de un concreto asfáltico convencional; las secciones 2 y 5 permitieron verificar si es viable el empleo de concreto asfáltico de arcilla expandida como base y capa de rodamiento.

La Sección 3, con capas de base y de rodamiento de concreto asfáltico convencional, se utilizó como Sección de Comparación de las estructuras correspondientes a las Secciones Experimentales que fueron construidas.

Las cinco Secciones se construyeron sobre el ancho total de la calzada, es decir, en el carril ascendente o derecho y en el carril descendente o izquierdo, siendo éste último el que se tuvo en cuenta en el estudio, por ser el que soporta el más intenso tránsito, por lo cual la evolución de los parámetros en estudio es más rápida, abreviándose el lapso de estudio necesario para llegar a conclusiones confiables.

El espesor teórico de mezcla asfáltica en cada una de las cinco Secciones en estudio fue de 21 cm, como surgió de

cálculos efectuados para el refuerzo estructural.
No obstante, se han determinado en cada Sección Experimental los espesores reales, según consta en el Gráfico Nº 1, con el propósito de lograr una precisión mayor al efectuar los cálculos respectivos.
Antes de ejecutar las capas de refuerzo estructural de la calzada, se analizó el pavimento existente por medio de fosos de observación, ensayo y muestreo, deflexiones; radios de curvatura, napa freática, drenaje, etc., determinándose cinco Secciones homogéneas, a excepción de la Sección 2, en su lado izquierdo, instalando en ellas las Secciones Experimentales.
El perfil estructural teórico del pavimento existente era el que se indica a continuación.

A. Subbase de suelo cal de 0.20 m de espesor.
B. Base granular de 0.20 m de espesor.
C. Tratamiento bituminoso superficial de tipo doble.

Al efectuar los ensayos de laboratorio previstos, el suelo cal se comportó como un suelo seleccionado, por lo cual se lo consideró como tal en los cálculos correspondientes.
El valor de N (o ejes equivalentes de diez toneladas) surge de la integración de la recta de regresión calculada en función del análisis de los censos de tránsito realizados en lapsos suficientemente representativos y de los coeficientes de equivalencia de cargas adoptados por la DNV, provenientes de censos de cargas realizados con ese fin.
Se extrajeron muestras representativas de cada uno de los materiales ya acopiados en la obra, y se dosificaron las respectivas mezclas de concreto asfáltico de carpeta y de base en la mezcla convencional y en la mezcla con incorporación de un agregado artificial liviano, la arcilla expandida. Esto se hizo para obtener valores aceptables de los parámetros habitualmente medidos en las mezclas de concreto asfáltico: Estabilidad, Fluencia, Relación E/F, contenido máximo y mínimo de vacíos de aire, Vacíos de Agregado Mineral, Densidad Marshall, Densidad libre de asfalto, contenido de asfalto, etc.
Al realizar los fosos de observación, ensayo y muestreo, se comprobó que estos espesores teóricos variaban ligeramente, de modo que en los cálculos se emplearon los espesores reales.
Sobre dicho perfil estructural se construyeron las Secciones Experimentales:

Sección 1: Bases de concreto asfáltico de arcilla expandida, incluyendo la fracción gruesa de 10/20 mm y la fracción intermedia 3/10 mm.

Superficie de rodamiento constituida por concreto asfáltico convencional. Ver el Cuadro Nº 4.

Sección 2. Bases de concreto asfáltico de arcilla expandida con inclusión de la fracción gruesa y la fracción intermedia.

Carpeta de rodamiento con el mismo tipo de mezcla pero con menor tamaño máximo, de 3/10 mm.

GRAFICO Nº 1
PERFIL ESTRUCTURAL
DE LAS SECCIONES
(Espesores reales)

GENERAL PINTO

SECCION 1 I		SECCION 1 D	
60 mm	CC	55 mm	CC
71 mm	AE	70 mm	AE
72 mm	AE	81 mm	AE

SECCION 2 I		SECCION 2 D	
50 mm	AE	67 mm	AE
70 mm	AE	70 mm	AE
70 mm	AE	70 mm	AE

SECCIONES DE COMPARACION

SECCION 3 I		SECCION 3 D	
54 mm	CC	55 mm	CC
44 mm	CC	49 mm	CC
52 mm	CC	53 mm	CC
62 mm	CC	55 mm	CC

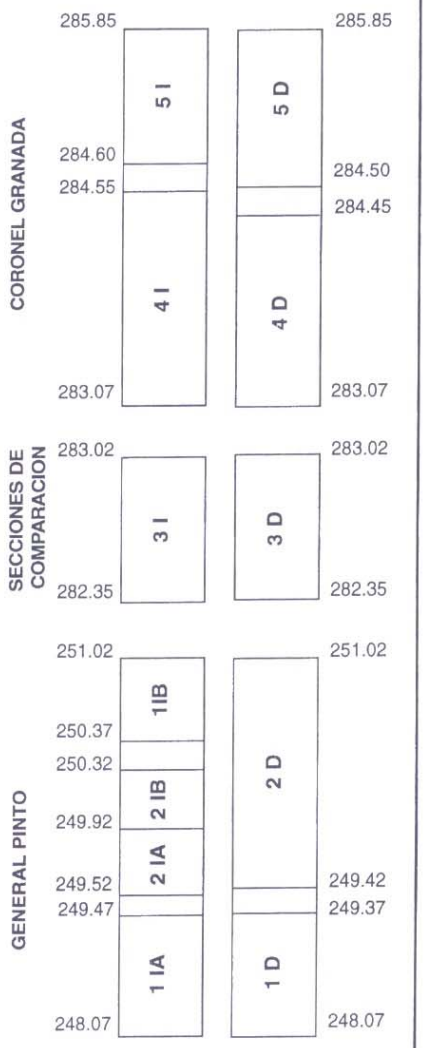
CORONEL GRANADA

SECCION 4 I		SECCION 4 D	
50 mm	CC	55 mm	CC
69 mm	AE	60 mm	AE
58 mm	AE	54 mm	AE
64 mm	AE	65 mm	AE

SECCION 5 I		SECCION 5 D	
64 mm	AE	54 mm	AE
63 mm	AE	56 mm	AE
61 mm	AE	57 mm	AE
56 mm	AE	61 mm	AE

CC: Concreto asfáltico convencional
AE: Concreto asfáltico de arcilla expandida

GRAFICO Nº 2
RUTA 188



Sección 3. Bases y capa de rodamiento de concreto asfáltico convencional, con la dosificación que se indica en el Cuadro Nº 4.

Sección 4. Bases de concreto asfáltico de arcilla expandida y capa de rodamiento de concreto asfáltico convencional, con mayor porcentaje de arcilla expandida que las Secciones 1 y 2, y con la incorporación en la mezcla de la fracción fina, de 0/3 mm, como se ha consignado en el Cuadro Nº 4.

Sección 5. Base y capa de rodamiento de concreto asfáltico de arcilla expandida, cuya dosificación consta en el Cuadro Nº 4.

A.2. Comportamiento de las secciones experimentales

La falta de homogeneidad estructural en el pavimento existente del carril izquierdo de la Sección 2, determinó el mejor comportamiento de la Sección 2IA con respecto a la Sección 2IB, ambas de concreto aasfáltico de arcilla expandida, como se pone de manifiesto por los valores de dispersión de la deflexión, y también por el hecho de que, para un nivel acumulativo de tránsito de 200.000 ejes de 10 toneladas, la Sección 2IA estaba sana, mientras que las fisuras de la Sección 2IB afectaban al 15% de dicha Sección. Además, para un tránsito acumulativo de 940.000 ejes de 10 toneladas, la Sección 2IA tenía un porcentaje de fisuración de 5%, mientras que la Sección 2IB tenía 45% de fisuración. Se comprobó que los parámetros medidos sobre el pavimento existente en la Sección 2IA eran prácticamente iguales a los de la Sección 3I o Sección Testigo. Por lo tanto se decidió utilizar la sección 2IA como representativa del pavimento concreto asfáltico de arcilla expandida para efectuar su comparación con la sección 3I ó sección testigo de concreto asfáltico convencional.
Por la misma razón, no se considera la Sección 1IB, puesto que para un mismo perfil estructural teórico (consistente en 14 cm de base de concreto asfáltico de arcilla expandida y 7 cm de carpeta

Cuadro Nº1

Modelos estructurales convergentes hacia el modelo adoptado para la estructura de concrero asfáltico de arcilla expandida

	SECCION 2IA					SECCION 3I				
$N/10^6$	$\bar{D}$	Dc mm/100	Rc (m)	H Ext (mm)	% Fis	$\bar{D}$	Dc	Rc	H Ext	% fis
0	128	152	42			117	144	59		
0.03	42	76	756		0	46	61	362		0
0.50	69	84	206	11.5	1.0	80	102	127	2.8	2.6
1.20	55	66	162	13.0	28.2	45	56	254	5.6	38.0
1.50	66	84	194	14.8	36.0	62	77	152	5.8	42.6

Cuadro Nº2

Modelos estructurales convergentes hacia el modelo adoptado para la estructura de concreto asfáltico de arcilla expandida

Dc= 78.74; Rc= 157,5

Parámetros de la estructura propuesta para modelización estructural					Valores calculados con el programa de cálculo ELSYM- 5			
E1	E2	E3	h1	h2	Dc	Rc	ε_t	ε_v
9000	923	400	19	21	83.08	220.5	4.289	8.048
4000	1246	540	19	21	75.43	165.3	5.127	8.341
4000	1200	520	19	21	77.85	162.1	5.260	8.582
3800	1200	520	19	21	78.50	158.1	5.347	8.690

Cuadro Nº 3

Modelos estructurales convergentes hacia el modelo adoptado para la estructura de concreto asfáltico convencional

Dc= 72,78, Rc= 215,1

Parámetros de la estructura propuesta para modelización estructural					Valores calculados con el programa de cálculo ELSYM-5			
E1	E2	E3	h1	h2	Dc	Rc	ε_t	ε_v
17600	420	200	21	17	111.9	367.6	3.262	7.869
12320	839	400	21	17	74.65	302.5	3.347	6.821
6600	1070	510	21	17	71.49	220.7	4.251	7.640
6384	1053	502	21	17	72.90	215.1	4.355	7.810

de rodamiento de concreto asfáltico convencional) que el que tiene la Sección 1IA y para una vida de 200 mil ejes equivalentes a diez toneladas, se registraba fisuración en un 31 por ciento de la longitud de la Sección 1IB.
En la Sección 1IA, para la misma cantidad de tránsito acumulado se verificó la existencia de fisuras en un 40% de la longitud de la Sección.
Comparando ambos carriles de las Secciones Experimentales y de la Sección de Comparación o Testigo, se comprobó que, en general, el carril izquierdo o descendente, al soportar las más pesadas cargas del tránsito del Tramo Experimental, evolucionaba hacia el deterioro en una forma más rápida.
Asimismo, se comprobó que las estructuras de tipo mixto (con base de concreto asfáltico de arcilla expandida y capa de rodamiento de concreto asfáltico convencional) se han fisurado varias veces más rápidamente que la estructura constituída exclusivamente con capas de concreto asfáltico de arcilla expandida o que la estructura construída exclusivamente de concreto asfáltico convencional.
De lo expuesto en el párrafo precedente surge lo razonable de efectuar la comparación de la Sección 2IA (con capas de concreto asfáltico de arcilla expandida) con la Sección 3I, construída únicamente con mezcla de concreto asfáltico convencional, y utilizada en consecuencia como Sección Testigo.
Se considera que el deficiente comportamiento estructural observado en las Secciones 4I, 4D, 5I y 5D se debió fundamentalmente a la cantidad de arcilla expandida, del orden del 62 por ciento, mucho mayor que las que poseen las Secciones Experimentales de General Pinto utilizadas para este estudio, y también mucho mayor que lo aconsejado por la literatura mundial para mezclas de concreto asfáltico con áridos livianos.

Cuadro N° 4

DOSIFICACION

	General Pinto			Secciones de comparación		Coronel Granada		
	Carpeta C.C.	Carpeta A.E.	Base A.E.	Carpeta C.C.	Base C.C.	Carpeta A. C.	Carpeta A.E	Base A.E.
Abreg. pétreo Granít 6/19	45.0	-	-	55.2	55.5	55.2	-	-
Arena Granítica 0/6	23.0	-	-	7.6	7.6	7.6	-	
Arcilla Expandida 10/20	-	-	21.3	-	-	-	-	27.5
Arcilla Expandida 3/10	-	33.4	14.2	-	-	-	41.8	15.1
Arcilla Expandida 0/3	-	-	-	-	-	-	16.3	19.8
Arena Silícea	-	-	-	-	-	-	25.2	21.2
Aren de Médanos	12.2	11.1	11.3	9.5	9.6	9.5	-	-
Arena de Río IV	15.1	44.3	44.7	22.8	22.9	22.8	-	-
Cal Hidratada	-	2.7	-	-	-	-	-	-
Filler Calcáreo	-	-	-	-	-	-	6.7	5.6
Cemento Asfáltico (70-100)	4.7	8.5	8.5	4.9	4.4	4.9	10.0	10.8
Marshall - Golpes por cara	50	50	50	50	50	50	50	50
Estabilidad (Kg)	807	829	759	938	808	938	857	813
Fluencia (cm)	0.20	0.33	0.32	0.28	0.29	0.28	0.28	0.28
Densidad (Gr/cm³)	2.375	1.525	1.414	2.394	2.360	2.394	1.306	1.222
Densidad Rice (Gr/cm³)	2.500	1.611	1.540	2.480	2.499	2.480	-	1.297
Vacíos (%)	5.0	5.3	8.2	3.9	5.6	3.9	-	5.8

CC: Concreto asfáltico convencional
A. E: Concreto asfáltico de arcilla expandida

Sección	Base	Carpeta	Lado	Rc	$\overline{Do}$	h/(cm)	$\overline{Dh}$	R (constant de refuerzo)
2	AE	AE	I	37	132	20,4	44	19
			D	43	130	20,7	55	24
							Promedio=	22
3	CC	CC	I	60	124	22,0	59	32
			D	66	102	21,2	56	34
							Promedio	33

R= Constante de refuerzo para el espesor total, en centímetros.
Do = Deflexión media existente. Dh = Deflexión sobre refuerzo h.

A. 3. Caracterización del material

Por tratarse de un material no convencional, se lo caracterizó adecuadamente para establecer la correspondencia entre los resultados de la experiencia y la correcta tipificación de la arcilla expandida, frente a la eventual falta de uniformidad en la producción de la misma. Con este fin se determinaron las siguientes propiedades del material no convencional utilizado:
a. Peso específico aparente.
b. Peso específico aparente saturado a superficie seca.
c. Absorción de agua.
d. Peso por unidad de volumen.
e. Resistencia mecánica.

Este último ensayo se materializó mediante el equipo de ensayos de fragmentación dinámica de acuerdo con la Norma de Ensayo del Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (L. C. P. C.) de Francia, Mode Operatoire G-19, pero con una cantidad de arcilla expandida en peso que fuera equivalente a un volumen igual de agregados pétreos convencionales.
Se utilizó este ensayo debido a que el Ensayo de Desgaste "Los Angeles", ejecutado con la técnica operativa normal, no es aplicable al material liviano denominado Arcilla Expandida, y además porque en la época en que estas Secciones Experimentales fueron construídas no se disponía de la técni-

ca de ensayo modificada, la cual fue obtenida después de cierto tiempo, habiéndose identificado la misma con el título: "Norma del Estado de Louisiana" Método de Ensayo de Abrasión para Agregados gruesos livianos, denominada LDH- TR 111- 71 (Anexo II). Se determinó la granulometría de cada una de las fracciones en que se expende comercialmente este material:

1. Fracción gruesa de arcilla expandida: 10 mm a 20 mm.
2. Fracción intermedia de arcilla expandida: 3mm a 10 mm.
3. Fracción fina de arcilla expandida: de 0 a 3 mm.

A. 4 Dosificación

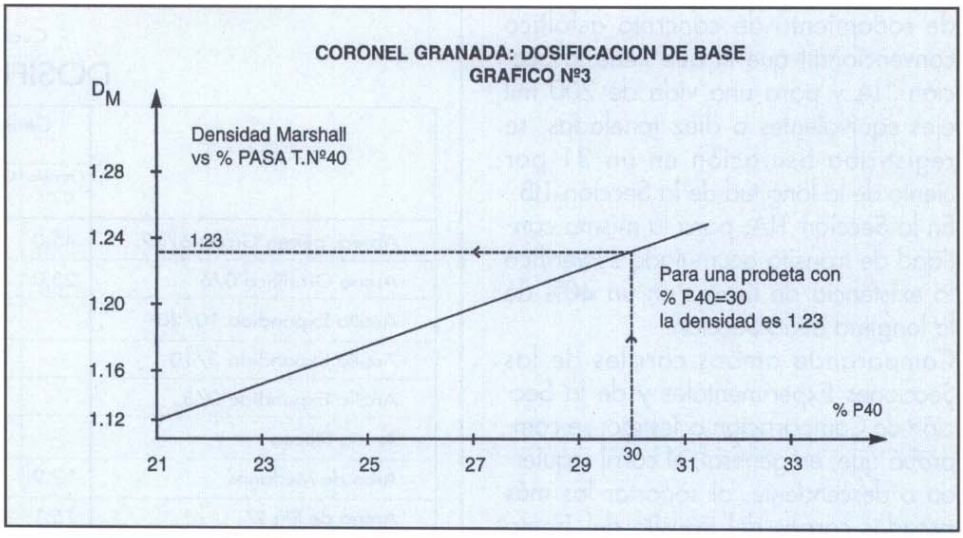
A manera de ilustración se han graficado, solamente para la dosificación de la mezcla de la base del Tramo Experimental de General Pinto, y para diferentes porcentajes en peso (8%, 9% y 10%) de cemento asfáltico del tipo CA 70-100, los valores correspondientes de:

a. Estabilidad Marshall.
b. Fluencia Marshall.
c. Densidad Marshall.
d. Densidad libre de asfalto.
e. Porcentaje de vacíos de aire.

Con el fin de conocer, por su comportamiento en servicio la influencia del contenido de arcilla expandida en la dosificación, y la distinta respuesta estructural en función de las fracciones utilizadas, se establecieron las siguientes variables:

1) Secciones 1 y 2 de "General Pinto", en la dosificación de:
a) Base: 35.5% de arcilla expandida en sus fracciones gruesa e intermedia.
b) Capa de rodamiento: 33.4% de arcilla expandida en su fracción intermedia, para la Sección 2.

2) Secciones 4 y 5 de "Coronel Granada", en la dosificación de: a) Base: 62,4% de arcilla expandida en sus fracciones gruesa, intermedia y fina.
b) Capa de rodamiento: 58.1% de arcilla expandida en sus fracciones intermedia y fina, para la Sección 5.



Es decir que sólo en Coronel Granada se empleó la fracción fina, además de un porcentaje considerablemente mayor de arcilla expandida con relación al utilizado en General Pinto. Estas variantes han permitido llegar a conclusiones experimentales, útiles indicadas más adelante.
Aplicando el criterio del porcentaje que pasa el tamiz Nº 40 a las probetas extraídas de la tercera capa de base de Coronel Granada, lados izquierdo y derecho, se obtienen los siguientes resultados de porcentajes de compactación de obra. (Tabla 1)

	Promedio	n	Desvío típico	Coeficiente de variación
Sin corregir	93.6%	24	2.8	3.0%
Corregido	101.2%	24	3.1	3.0%

Tabla Nº1

Estos valores muestran que para lograr un 95% de resultados satisfactorios, en cuanto a la densificación en obra, debería exigirse como mínimo el 96% de la Densidad Marshall corregida en función del contenido de arcilla expandida de la probeta extraída de la calzada. (Ver gráfico Nº 3).

A.5. Etapa constructiva y comportamiento en servicio

Además de los controles habituales de obra, se efectuaron controles extraordinarios para otorgar el mayor grado de confiabilidad posible a los resultados obtenidos: mayor número de ensayos Marshall, para asegurar la constancia de las características de la mezcla asfáltica producida en planta; mayor número de ensayos granulométricos de la mezcla de áridos de los silos en caliente, para comprobar la posible degradación del material ensayado, extracción y ensayo de mayor cantidad de probetas del camino, etc.
Si bien se comprobó una ligera degradación por efecto del secado y mezclado en planta, el proceso de compactación no afectó significativamente la granulometría del árido total.
Se realizaron pruebas con distintas energías de compactación y diferentes temperaturas, con el fin de definir la compactación óptima, registrando los equipos utilizados para tal fin. El número de coberturas -comprendiendo una cobertura la cantidad mínima de pasadas del equipo compactador necesarias para cubrir completamente una vez la media calzada- se hizo variar entre 10 y 20, no manifestándose diferencias dignas de mención en los porcentajes de compactación obtenidos para cada energía aplicada den-

tro de esos límites. Se fijó la presión de inflado entre 70 y 80 libras/pulgada cuadrada.
No parecen existir diferencias significativas entre el concrero asfáltico elaborado con agregado de pétreo mineral y el concreto asfáltico con arcilla expandida artificial, en cuando hace a los siguientes requerimientos:
a. Nivel óptimo de energía de compactación.
b. Temperatura de inicio de la compactación.

Debido al bajo peso específico de la arcilla expandida con respecto al agregado pétreo convencional, y para poder determinar la densidad lograda en obra, se hizo necesario establecer el porcentaje de arcilla expandida de cada probeta referido a áridos totales.
Para evitar realizar en obra un ensayo delicado como el de flotación en tetracloruro de carbono, se correlacionaron las densidades con el porcentaje de material que pasa el Tamiz 40 referido al 100% del agregado, ya que prácticamente todo lo retenido por ese tamiz era arcilla expandida, en el caso de la mezcla utilizada en las Secciones con arcilla expandida del Tramo Experimental "Coronel Granada".
La recta de regresión calculada permitió determinar la densidad Marshall de referencia en función del porcentaje que pasa el tamiz Nº 40 de cada probeta.
El comportamiento en servicio del concreto asfáltico de arcilla expandida de Coronel Granada es inferior al de General Pinto, lo que se atribuyó fundamentalmente al mayor contenido de arcilla expandida y al hecho de haber introducido en el dosaje, como variante experimental, la fracción fina (0-3 mm).
El alto contenido del material sintético no convencional como factor de deterioro prematuro confirma la información de procedencia extranjera sobre el tema del empleo de los áridos livianos en pavimentos de caminos.
Se realizó la dosificación en peso para facilitar la comprensión de la gente de la obra. Lo mismo ocurre en Estados Unidos, donde ya hay miles de kilómetros ejecutados con ese material artificial, dosificado en peso. De todas formas, en la etapa constructiva también lo hemos dosificado en volumen.
Se ha comprobado en forma experimental en varias Secciones estudiadas, que cuando el pavimento es mixto (Carpeta convencional sobre base de áridos livianos), las deformaciones y tensiones que producen las cargas actuantes en las capas estructurales no son solidarias con las que experimenta la otra, por lo cual el sistema de capas elásticas no se comporta de modo eficiente, ya que la base no acompaña a la carpeta.
Esto ha dado lugar a que el comportamiento de tales estructuras mixtas vaya acompañado de una serie de fisuras, las cuales no son tan evidentes ni tan prematuras en estructuras constituídas de un solo tipo de mezcla asfáltica, ya sea ésta convencional o liviana, es decir, con arcilla expandida.
Por otra parte, las solicitaciones de estructuras de este último tipo se producen como si la estructura fuera monolítica, lo cual es natural, pues las propiedades elásticas de reacción de las diversas capas, por estar formadas del mismo tipo de material, son similares y solidarias entre sí, disminuyendo la rapidez de aparición de fisuras por una mejor y más efectiva distribución de solicitaciones en el pavimento. El comportamiento a fricción mejoraba con el tiempo al ir descubriendose en mayor proporción las esferillas porosas de arcilla expandida contenidas en la mezcla.

A.6. Consumo de combustible y rendimiento de planta asfáltica

El estudio comparativo entre ambas mezclas asfálticas debe realizarse en volumen de mezcla producida, ya que el menor peso específico de la arcilla expandida determina una considerable diferencia entre la densidad de un concreto asfáltico convencional, del orden de 2.4 Kg/dm^3, y la densidad de un concreto asfáltico de arcilla expandida, del orden de 1.4 Kg/dm^3, dependiendo esta última del porcentaje de arcilla expandida que entra en la dosificación de la mezcla.
El consumo de combustible en el horno secador, al preparar el árido de la mezcla de arcilla expandida, ha sido el 77% del consumo registrado al preparar el árido de la mezcla de concreto asfáltico convencional.
El rendimiento de la planta asfáltica, expresado en metros cúbicos/hora, al producir concreto asfáltico de arcilla expandida, fue el 120% del rendimiento registrado al producir concreto asfáltico convencional.
Es muy factible que estos valores puedan estar influenciados por las características propias de un Tramo Experimental:
a. Cortos lapsos de trabajo.
b. Mayor número de estudios y ensayos efectuados.
c. Etc.

El contenido de cemento asfáltico en volumen fue de 12.0% en la mezcla de concreto asfáltico de arcilla expandida (General Pinto), y de 10.4% para el concreto asfáltico convencional (empleado en la Sección de Comparación o Sección Testigo de Coronel Granada).

B. Experiencias y estudios actualizados

Se midieron las Secciones Experimentales con frecuencia casi anual, con el fin fundamental de eliminar en lo posible la dispersión de la deflexión y del radio de curvatura, a la vez que verificar la evolución de los demás parámetros en estudio en los tramos mencionados.
La metodología empleada en el procesamiento de la información obtenida obedeció a la existencia de una fuerte tendencia mundial en los países avanzados en tecnología vial hacia la implantación del Método Racional como único método de diseño de pavimentos, con base en la Teoría de Capas Elásticas, que involucra la casi totalidad de los parámetros que influyen en un diseño de pavimentos.
Los métodos de diseño viscoelásticos han alcanzando un considerable nivel de precisión, en general mayor que el requerido a los fines prácticos viales.

Aún en las naciones más adelantadas se utiliza el método deflectométrico, por sus bondades, por la rapidez de medición, por ser no destructivo y por ponderar la totalidad de los parámetros incidentes. De ello puede inferirse que la forma más idónea de lograr una correcta modelización estructural comparativa es la utilización conjunta de ambos métodos, el racional y deflectométrico.
La deflexión y el radio de curvatura son parámetros acostantes del modelo estructural, por ser determinantes de los módulos dinámicos correspondientes a cada una de las capas de la estructura vial estudiada.
Mediante la medición de deflexiones, radios de curvatura, relevamiento de fisuras, deformaciones permanentes y determinación de alturas de la napa freática, se determinó el actual estado de las Secciones Experimentales con el fin de efectuar el estudio correspondiente.

8.1. Fosos de observación, ensayo y muestreo

La homogeneidad de las Secciones Experimentales 2IA y 3I, determinada en base a los parámetros deflectométricos medidos sobre el pavimento existente (deflexión y radio de curvatura), no se verificó con los valores obtenidos de los fosos de observación, ensayo y muestreo, pues el espesor de la base granular de la Sección Experimental 2IA empleado en el cálculo, y que por ende incluyó los 3 cm medidos de tratamiento doble superficial existente, era de 21 cm, mientras que para la Sección de Comparación (Sección Testigo) dicho espesor era de 17 cm.
Por otra parte, el espesor de la subbase de la Sección 2IA era de 17 cm y el de la subbase de la Sección Testigo era de 24 cm.
Además, el módulo dinámico de la base granular de la Sección 2IA era 1.100 Kg/cm^2, y para la Sección 3I la base tenía un módulo dinámico de 2.900 Kg/cm^2. En cuanto a los módulos dinámicos de la subbase de suelo seleccionado, eran de 400 Kg/cm^2 en ambas Secciones Experimentales. En lo que respecta al módulo dinámico de la subrasante, era de 1.050 Kg/cm^2 en la Sección 3I y de 1.100 Kg/cm^2 en la Sección 2IA, de acuerdo con la fórmula promedio utilizada para calcular el módulo dinámico de las capas no cementadas del pavimento: E=100 CBR.
Por lo tanto, se registra una inversión modular que hace aconsejable tomar el suelo seleccionado de la subbase como subrasante en ambas Secciones, con un módulo dinámico de 400 Kg/cm^2, llegando así al típico sistema elástico tricapa, sobre el cual puede aplicarse, en consecuencia, la relación definida por Dormon y Metcalf entre los módulos dinámicos y espesores de las capas constitutivas del mismo, de acuerdo con la expresión indicada a continuación:

$$k2 = E2/E3 = 0.206.h^{0.45} \quad (2 < k2 < 4)$$

donde E2=módulo dinámico de la capa de base granular.
E3=módulo dinámico de la subrasante.
h=espesor (en mm) de la capa de base.

B.2. Gráficos

En base a la información de censos de tránsito de la Ruta 188 en la zona de ubicación de las Secciones estudiadas, y empleando coeficientes de equivalencia habituales, se estimó el tránsito diario por carril, para las fechas correspondientes a dichos censos, en ejes de 10 toneladas. A partir de estos valores se definió la ecuación de la recta más probable como relación entre el tránsito diario y los días transcurridos a partir de la fecha de construcción de las Secciones medidas.
En base a esa recta, se calculó el tránsito acumulado para las fechas de mediciones en la Secciones Experimentales, por carril y en ejes de 10 toneladas.
Para calcular el tránsito Nt (total en ejes de 10 toneladas) acumulado desde la fecha de construcción hasta una fecha posterior t´, se determinó el área comprendida entre la recta de regresión y las fechas t^o (fecha inicial o de construcción) y t´(fecha para la cual se avalúa el tránsito acumulado).
De acuerdo con los valores del tránsito diario en ejes de 10 toneladas dados para las dos fechas por la recta de correlación, se calcula el total acumulado para el período de estudio con la fórmula indicada a continuación:

$$Nt = \frac{(N^o + N') \cdot (t' - t^o)}{2}$$

Se expresa la diferencia de tiempos en días y la suma de valores de tránsito en ejes diarios de 10 toneladas.
Los valores de tránsito acumulado calculados permitieron correlacionar dicho tránsito con los valores de deflexiones medias, deflexiones características radios de curvatura, etc., en cada una de las Secciones estudiadas.
Se han representado gráficamente las relaciones entre el total de tránsito acumulado para diferentes fechas y los parámetros definitorios de la condición estructural de las Secciones Experimentales (Deflexiones medias y características, radios de curvatura, ahuellamiento y grados de fisuración observados) mediante rectas de regresión definidas en base al método estadístico de cuadrados mínimos en cada caso.
Como sabemos, las deflexiones están influenciadas en un 70 a un 95% por la calidad de la subrasante.
Las Secciones 2IA y 3I tienen prácticamente los mismos valores de C.B.R. en la subrasante, por lo tanto es de esperar que sus deflexiones medias y características tendrán valores similares.
Las expresiones de las rectas de regresión de las deflexiones medias (D) y características (Dc) en las Secciones Experimentales 2Ia y 3I son las siguientes:

Sección 2IA: D= -2.035 (N/1. E+06) + 68.466
Dc = -7.535 (N/1. E+06) + 90.149

Sección 3I: D= -1.225 (N/1. E+06) + 59.405
Dc= -1.640 (N/1. E+06) + 75.267

Las deflexiones características prácticamente eran del mismo orden para un tránsito equivalente de 1.500.000 ejes de 10 toneladas, con 79 mm/100 en la Sección 2IA y 73 mm/100 en la 3I.

En los radios de curvatura, existen diferencias notables entre ambas Secciones, habiéndose determinado las ecuaciones de correlación que a continuación se indican.

Sección 2IA: Rc= -97.032 (N/1. E+06) + 304.411
Sección 3I: Rc= -26.388 (N/1. E+06) + 255.047

De estas ecuaciones se deduce que, a pesar de que en el principio de su vida de servicio el radio de curvatura era mayor en la Sección 2IA, al llegarse a un tránsito de 1.500.000 ejes de 10 toneladas ocurría lo contrario, siendo el radio de curvatura en la primera 158 m y en la segunda 215 m.
Esto se debe al diferente tipo de mezcla asfáltica, la que tenía, para la Sección 2IA, un módulo dinámico menor que en la Sección 3I, con espesores respectivos de 19 y 21 cm.
El ahuellamiento externo en la Sección 2IA, de arcilla expandida, para 1.500.000 ejes de 10 tn., era de 15mm, mientras que en la Sección 3I (Sección de concreto asfáltico convencional) era sólo de 6 mm.

B.3. Módulos dinámicos

Se obtuvieron muestras de arcilla expandida y demás materiales empleados en las Secciones Experimentales, verificándose que con respecto a los valores medidos en ensayos de la época constructiva no había diferencia desde el punto de vista de la práctiva vial.
Se moldearon las probetas Marshall necesarias, realizándose en el IMAE de Rosario mediciones de módulos dinámicos, los valores de los cuales fueron de 10.960 y 7.940 Kg/cm2 para el concreto asfáltico convencional y el concreto elaborado con arcilla expandida, respectivamente.
Debe tenerse presente que estos valores del módulo dinámico de ambas mezclas se determinaron adoptando los valores característicos de las deflexiones, para los fines prácticos del diseño estructural del pavimento.
La técnica empleada consistió en ensayos de tracción por compresión diametral de probetas de mezcla asfáltica de las que se utilizan en el ensayo de Estabilidad Marshall, algunas de las cuales se moldearon en la Dirección Nacional de Vialidad y otras se extrajeron del pavimento de las Secciones estudiadas. La fórmula aplicada para calcular el módulo dinámico es la siguiente: E= (F/hx). (k1 + k2. μ), donde:
k1 = 0.168 y k2 = 0.523 son constantes dependientes de la longitud L de la base de medida de deformaciones en las caras paralelas de las probetas y del diámetro de éstas. Las probetas ensayadas eran de 10.16 cm de diámetro.
L = longitud de la base de medida aplicada en ambas caras planas de la probeta, en este caso L = 30 mm.
μ = coeficiente de contracción lateral o coeficiente de Poisson.
F = carga dinámica cíclica aplicada durante el ensayo.
x = variación de longitud medida en la base de longitud L durante la ejecución del ensayo mediante un elemento lineal de gran precisión y sensibilidad.
h = altura de la probeta ensayada.

Se efectuaron determinaciones de módulos dinámicos para las frecuencias de 0.5; 1; 2 y 2.5 Hertz, en ambientes de temperatura controlada para valores de 5,20 y 40 grados centígrados.
El autor determinó los valores de las constantes K1 y K2 para una longitud de base L = 30 mm, mediante la integración numérica de las ecuaciones obtenidas en base a la Teoría de la Elasticidad.
Los valores obtenidos, que concuerdan con los utilizados en los ensayos respectivos por el I.M.A.E., de Rosario, son los que se consignan a continuación.
K1 = 0.16821624
K2 = 0.52339675

Se ha previsto utilizar el ensayo de fatiga para generalizar el valor puntual obtenido del Tramo Experimental estudiado, a fin de determinar la equivalencia de espesores entre un concreto asfáltico de arcilla expandida y un concreto asfáltico convencional, para espesores cualesquiera de capas asfálticas y de base granular, y valores variables de tránsito acumulado expresado en ejes equivalentes de 10 toneladas, dentro de los habitualmente utilizados en la Ingeniería Vial.

B.4. Modelo estructural

Adoptando el modelo elástico tricapa, para evitar la inversión de módulos entre el suelo seleccionado y la subrasante, se definió mediante el programa ELSYM 5 el modelo estructural para el pavimento de la Sección 2IA (de concreto asfáltico de arcilla expandida) y el modelo para la Sección 3I, compuesta de concreto asfáltico convencional.
Las condiciones impuestas para la definición de dichos modelos estructurales, fueron las siguientes:

a) Que la deflexión calculada con ELSYM 5 se aproxime tanto como sea posible al valor de la deflexión característica para 1.500.000 ejes de 10 toneladas dado por la recta de regresión que se obtuvo en función de los valores de deflexión medidos en esa Sección en forma anual.
Si se desea que la diferencia de espesores de refuerzo de los modelos estructurales obtenidos no supere 1 mm (pudiéndose por lo tanto considerar que todos ellos constituyen un solo modelo) debe verificarse que la diferencia de deflexiones no supere 1 mm/100.
Si se espera que la diferencia de espesores de refuerzo calculados para varios modelos estructurales no supere medio centímetro, pudiéndose por lo tanto a los fines viales prácticos considerar que se trata del mismo modelo estructural, dicha diferencia de deflexiones para tales modelos estructurales no será mayor de 5mm/100.

b) Que el radio de curvatura calculado a partir de los parámetros dados por el progama ELSYM 5 se aproxime tanto como sea posible al radio de curvatura medio registrado en la Sección Experimental estudiada, para un

tránsito equivalente de 1.500.000 ejes de 10 toneladas.
Si se desea una diferencia entre espesores de refuerzo, en dos o más modelos estructurales, no mayor de 1 mm, pudiendo por lo tanto considerarse que estos modelos son iguales, debe verificarse que sus respectivos radios de curvatura medios no difieren en más de un metro entre sí.
Si se espera una diferencia entre los espesores de refuerzo no mayor de medio centímetro entre dos o más modelos, la diferencia entre sus respectivos radios de curvatura no debe superar los cuatro metros.

c) Que entre los módulos dinámicos de la base granular y de la subrasante, en cada Sección en estudio, se verifique la relación citada anteriormente en función del espesor de la base, deducida por Dormon y Metcalf.

B.5. Metodología del desarrollo del cálculo mediante el programa ELSYM 5 para obtener el modelo estructural que corresponde al pavimento estudiado

Se comienza con los espesores medidos de capas, y que son 21 cm para la carpeta y 17 cm para la base. A partir del espesor de la base, se define la relación modular entre ésta y la subrasante, de acuerdo con la expresión de Dormon y Metcalf.
La relación de módulos entre esas dos capas era algo mayor de dos. Entonces, con un módulo de subrasante de 800 Kg/cm2, se determina, calculando con el programa ELSYM 5, y para un valor determinado del módulo de la carpeta, que se establece aproximadamente, el valor de la deflexión y de los parámetros que permiten conocer el radio de curvatura (estos son los descensos a 0 y a 25 cm de distancia del punto de aplicación de la rueda cargada durante el ensayo).
Luego, se trata de un sistema de cálculo iterativo, es decir que se van aproximando los módulos de las capas del pavimento según los resultados obtenidos con ELSYM 5:

1. Para reducir las deflexiones, debe aumentar de modo significativo el módulo de la subrasante, mientras se baja ligeramente el módulo de la capa de rodamiento. Esto se debe a que de las capas integrantes de la estructura, la que más incide sobre el valor de las deflexiones es la subrasante.
2. Para aumentar el radio de curvatura, debe aumentar preferentemente la calidad (o el módulo elástico) de la capa superior que es la capa de rodamiento, pues se ha comprobado que esta es la capa que en mayor medida incide sobre el valor del radio de curvatura.
Luego de sucesivas iteraciones, en las que se van variando los módulos de las capas, teniendo cuidado de que la relación entre los módulos de las capas segunda y tercera sea constante, pues depende del espesor de la base, finalmente se llega a valores aceptables de los parámetros de diseño calculados por medio del programa ELSYM 5.
Estos consisten, además de los valores de las deformaciones y tensiones en los puntos críticos de la estructura, en valores de las deflexiones y de los radios de curvatura que se aproximan suficientemente a los valores obtenidos sobre el camino como deflexión característica (pues este estudio comparativo se efectúa con fines de diseño estructural) y radio de curvatura.
Entonces se ha llegado al modelo estructural correspondiente al pavimento, el cual es único, pues queda definido por los módulos y espesores de las capas que lo componen.
De este modo, se ve que, conociendo el valor del módulo elástico de la subrasante (el que se calcula multiplicando por 100 el valor del CBR del suelo, obtenido en base a ensayos de laboratorio) y los espesores de la base y la capa de rodamiento, mediante el programa ELSYM 5, luego de unas cuantas iteraciones se llega a definir el modelo estructural del pavimento estudiado.
La modelización estructural del perfil del pavimento se efectúa a partir del valor medio de laboratorio de los CBR del material obtenido de los fosos de observación, ensayo y muestreo, en condición de embebido, y a partir del valor del módulo de la base calculado según la expresión del Dromon y Metcalf.
Se hace variar el módulo de la carpeta asfáltica dentro de límites razonables para aproximarse a los valores de deflexión característica y radio de curvatura medio medidos en las Secciones Experimentales cuyo modelo estructural se quiere obtener.
Eventualmente, se hace variar ligeramente el módulo dinámico de la subrasante, para lograr una mejor aproximación de los parámetros citados, a saber, deflexiones y radios de curvatura de la Sección analizada (Edin=100 . CBR, por el ábaco de Jones).
Debe notarse además que se ha minimizado la dispersión de los ensayos de deflexiones y radios de curvatura por haberse realizado una cantidad suficientemente grande de ensayos.
Por tratarse de un sistema elástico tricapa, entre los módulos dinámicos y espesores, por un lado, y los valores de los parámetros deflectométricos medidos, por otro, existe una correspondencia biunívoca, habida cuenta de las cotas que se han impuesto al modelo estructural, lo cual ya fue ampliamente explicado en el informe correspondiente.
Por ejemplo: para que entre los espesores de refuerzo de dos modelos esturcturales no se registre una diferencia mayor de un milímetro (lo cual por otra parte garantiza que ambos modelos constituyen un modelo único, (a los fines prácticos del diseño vial) y que es la solución del problema), es preciso que sus respectivas deflexiones características no difieran en más de 1 mm/100.
Además, para verificarse esta mínima diferencia de espesores de refuerzo, los radios de curvatura no diferirán en más de un metro entre sí, con lo cual no se llegará a modelos estructurales diferentes, sino al mismo modelo, única solución del problema propuesto.
Si la precisión del cálculo permite diferencias no mayores de medio centímetro en los espesores de refuerzo, los cálculos en base a la teoría elástica de

capas no darán lugar a diferentes modelos estructurales, siempre que aquellos valores de las deflexiones características y radios de curvatura no registren diferencias mayores de 2mm/100 y 4 m, respectivamente.
Para evitar la inversión modular debido a la degradación de la subbase mejorada con cal, se adoptó ésta como subrasante, la base granular como base y la capa asfáltica como tal.

B.6. Comportamiento estructural comparativo a 1.500.00 ejes

Como es sabido, un pavimento flexible se diseña en base a los requisitos estructurales necesarios para mantener dentro de valores admisibles dos parámetros fundamentales:

a) La deformación por tracción radial horizontal en las capas asfálticas.

b) La deformación vertical por compresión de la subrasante.

La deformación unitaria admisible radial por tracción en las capas asfálticas, además de depender de las reiteraciones del eje equivalente de 10 toneladas, dependerá del tiempo de aplicación de la carga, de la temperatura, del módulo dinámico de la mezcla y de otros parámetros.
La deformación unitaria admisible por compresión vertical de la subrasante, en cambio, depende solamente del número de reiteraciones de las cargas. Diseñando en forma correcta para determinada vida útil, no se supera ese valor admisible.
A partir de las deflexiones características y de los radios de curvatura de las Secciones Experimentales (concreto asfáltico convencional y concreto asfáltico de arcilla expandida) y del adecuado procesamiento matemático de esos valores, se obtuvieron valores de dichos parámetros que acotaron los respectivos modelos estructurales de ambas Secciones, para la fecha en que se registraba un tránsito acumulado de 1.500.000 ejes equivalentes de 10 toneledas. Estos valores se consignan en la tabla Nº 2.

	Mezcla con arcilla expandida	Concreto asfáltico convencional
Deflexión caracteristica (mm/100)	78.74	72.78
Radio de curvatura (metros)	157.5	215.1

Tabla Nº2

Con dichos valores se efectuó la modelización estructural con el programa ELSYM 5 para sistemas tricapa, debido a haberse adoptado como subrasante la capa de suelo seleccionado, con el propósito de evitar, como se dijo, inversiones de módulos. Esto se realizó del modo indicado debido a que la verdadera subrasante del sistema estructural original del pavimento tenía, de acuerdo con los ensayos llevados a cabo, un módulo dinámico ligeramente superior a los 1000 Kg/cm^2, mientras que la capa de suelo seleccionado registraba en los estudios efectuados un módulo dinámico bastante inferior, del orden de 400 Kg/cm2.

Los modelos estructurales obtenidos de ese modo respetan las relaciones modulares y de espesor establecidos por la expresión de Dormon ya citada y aplicable a estructuras de pavimento asimilables a un sistema elástico tricapa, obeniéndose así los valores de los parámetros acotantes para el análisis estructural, a saber:

a. Deflexiones.

b. Radios de curvatura.

Los modelos estructurales obtenidos a partir del estudio de las estructuras teóricas analizadas fueron los que se ilustran en la Tabla Nº 3.

Tipos de mezcla asfática	Concreto asfáltico con arcilla expandida	Concreto asfáltico convencional
Detalles de la estructura del modelo del pavimento estudiado	3.800 Kg/cm^2 19 cm 1.200 Kg/cm^2 21 cm 520 Kg/cm^2	6.384 Kg/cm^2 21 cm 1.053 Kg/cm^2 17 cm 502 Kg/cm^2
Deflexión característica (mm/100)	78.50	72.90
Radio de curvatura (metros)	158.1	215.1
Deformación por tracción de la capa asfáltica (0.0001 mm/mm)	5.347	4.355
Deformación por compresión vertical del suelo de fundación (0.0001 mm/mm)	8.690	7.810

Tabla Nº 3

A partir del modelo dinámico de la mezcla de base con arcilla expandida, el cual fue de 7.940 Kg/cm², se calcularon espesores de refuerzo con concreto asfáltico de arcilla expandida para los que se igualaban las solitaciones en la mezcla asfáltica y subrasante en ambos sistemas de capas elásticas horizontales, en la estructura con mezcla convencional y en la construida con arcilla expandida. Esto se hizo con la ayuda del Programa ELSYM 5.
Los resultados obtenidos se consignan a continuación:

a) El espesor de concreto asfáltico de arcilla expandida que se requiere en la estructura con mezcla de arcilla expandida para igualar solicitaciones en las capas asfálticas en ambas Secciones era de 43mm.
b) El espesor de concreto asfáltico de arcilla expandida necesario en la estructura con arcilla expandida para igualar las solicitaciones de la subrasante en ambas Secciones era de 18 mm.
De acuerdo con los valores del espesor de refuerzo de mezcla asfáltica con arcilla expandida calculados, la estructura de la Sección Experimental con este tipo de mezcla que tuviera una vida útil comparable a la vida útil de la Sección utilizada como Testigo o de Comparación, quedaría como se puede ver en la Tabla Nº 4, pues a los fines prácticos corresponde, de los dos espesores de refuerzo calculados, emplear el que sea mayor.

La deformación de la capa asfáltica en la Sección Experimental 2IA, reforzada con el mismo material de la capa asfáltica, sería, según el cálculo en base a la Teoría de la Elasticidad mediante el programa ELSYM 5, de 0.0004348, que es del mismo orden que 0.0004355, valor de la deformación de la capa asfáltica del pavimento construído con una mezcla de concreto asfáltico convencional.

Determinación del porcentaje de refuerzo calculado:
El porcentaje de refuerzo calculado es: 100x43/210= 20%.

De acuerdo con esto, el espesor necesario de concreto asfáltico de arcilla expandida es 20% mayor que el de concreto asfáltico convencional para lograr el mismo comportamiento estructural en ambas Secciones Experimentales, para un tránsito acumulado de 1.500.000 ejes de 10 toneladas y un espesor de base granular de 17 cm. Por lo tanto, para reemplazar el concreto asfáltico convencional con concreto asfáltico de arcilla expandida, el coeficiente de equivalencia de espesores es del orden de 1.20.
Se puede determinar el número estructural de un concreto asfáltico de arcilla expandida, para este Tramo Experimental en particular, a partir del aporte estructural que el Método de A.A.S.H.T.O. determinó para un concreto asfáltico convencional y que es de 0.17/cm:

$$\frac{0.17/\text{cm}}{1.2} = 0.14/\text{cm}$$ para un concreto asfáltico de arcilla expandida.

La generalización de los valores hallados a partir del procesamiento de la información proporcionada por este Tramo Experimental, variando el espesor de la base granular y el nivel de ejes equivalentes, puede efectuarse con los ensayos de fatiga correspondientes y las ecuaciones de la Teoría Elástica, para diferentes espesores de capas asfálticas.
Se ha previsto la realización de estas curvas de diseño luego de concluidos los ensayos tendientes a determinar el comportamiento a la fatiga por tracción diametral de las dos mezclas analizadas en forma comparativa.
Se puede consultar al autor del trabajo, en la Dirección Nacional de Vialidad, en la Jefatura de la División Investigaciones, acerca de cualquier punto que se desee aclarar, pues el trabajo original es mucho más extenso y se debió compendiar a fin de hacer posible su publicación.

7.940 Kg/cm²	Concreto asfáltico de arcilla expandida	h= 43 mm
3,800 Kg/cm²	Concreto asfáltico de arcilla expandida	h= 190 mm
1.200 Kg/cm²	Base granular graduada	h= 210 mm
520 Kg/cm²	Suelo seleccionado (Subrasante)	

Tabla Nº4

C. Conclusiones

1. De acuerdo con lo expuesto, y para el caso específico de este Tramo Experimental, el espesor de concreto esfáltico de arcilla expandida será 20% mayor que el espesor de la capa de concreto asfáltico convencional para alcanzar una misma vida útil (para 21 cm de capas asfálticas, 17 cm de espesor de base granular y 1.500.000 ejes de diez toneladas).
2. A partir de la conclusión anterior, y del coeficiente de aporte estructural de un concreto asfáltico convencional definido por el Método A.A.S.H.T.O., que es 0.17/cm, se deduce que el coeficiente de aporte estructural del concreto asfáltico de arcilla expandida es de 0.14/cm, para las condiciones de nuestro Tramo Experimental.
3. La arcilla expandida sólo debe emplearse como agregado de tamaño grueso e intermedio (fracciones 10-20 y 3-10, respectivamente) con un contenido en peso máximo, referido a la mezcla total, de 35 por ciento.
4. Por los resultados obtenidos después de 1.500.000 solicitaciones de ejes equivalentes a 10 toneladas, puede utilizarse este tipo de mezcla también como capa de rodamiento.
5. En las Secciones Experimentales en las cuales el refuerzo estructural era una capa de rodamiento convencional con una base de arcilla expandida, el comportamiento fue inferior al de las Secciones en las que el refuerzo era

homogéneo, siendo totalmente convencional o todo de arcilla expandida.
6. Cálculos posteriores permitirán generalizar los estudios efectuados para este Tramo Experimental a diferentes espesores de capa asfáltica y base granular, y para distintos niveles de tránsito total acumulativo, construyendo las curvas de diseño apropiadas.
7. Con la metodología indicada en este informe y con los valores de deflexiones y radios de curvatura dados por las respectivas rectas de correlación, puede establecerse el valor del coeficiente de proporcionalidad de espesores entre ambas mezclas asfálticas para cualquier nivel de tránsito inferior a 1.500.000 ejes de 10 toneladas, para 21 cm de espesor de capas asfálticas y 17 cm de base granular.

Bibliografía

1. El empleo de arcilla expandida como agregado mineral en concretos asfálticos. IRF 1980. Ing. G. Venier, Ing. C. Casal, Coordinador Dr. E. Petroni.

2. Determinación de las características dinámicas de mezclas asfálticas por ensayos de tracción indirecta. Ing. J. Tosticarelli, Ing. H. Poncino, Ing. Giovanon, Ing. F. Martínez.

3. El uso racional de mezclas tipo concreto asfáltico para el diseño de estructuras viales utilizando arcilla expandida. Dr. E. Petroni.

4. Expanded clay hot mix study. Part. I. Louisiana Department of Highways. Eng. P. Arena

5. Expanded clay hot mix study. Part. II. Louisiana Department of Highways. Eng. W. Walters.

6. Variación con la temperatura de la deflexión Benkelman recuperable. Ings. G. Venier, C. Casal, S. Bellone, A. Kuziora. Coordinador Dr. E. Petroni.

7. Odemark, N. Statens Vaginstitut. Estocolmo. Meddelande 77.

EMULSIONES ASFALTICAS

El 28 de agosto de 1969 la Empresa Química Bonaerense C.I.S.A. obtuvo la patente de Invención Argentina 170288 sobre un método de regulación de rotura de Lechada Asfáltica aplicada con emulsión asfáltica catiónica de rotura rápida.
La comunicación de esta invención fue cursada internacionalmente, constituyendo el antecedente más antiguo de éste procedimiento.
El hecho aún vigente de la variación del retardador según los factores exógenos constructivos como ser la temperatura y humedad ambiente, velocidad del viento, etc., etc., produjo en aquel entonces en los técnicos viales la opinión de que el método era crítico. Hoy día superado este criterio, el interés es superior debido a las mayores exigencias del tránsito.
En el año 1984 la patente de referencia venció, pasando a ser de dominio público.
No obstante, el poco interés de los primeros tiempos, la empresa prosiguió con la investigación para obtener de síntesis, retardadores de rotura que sustituyeran los productos orgánicos hidrófilos solubles, en que se basó la investigación original.
Como consecuencia de dicha investigación, ponen a disposición estos productos retardadores para ser aplicados en Lechadas y Macrolechadas de corte rápido y alta cohesión, que permite la rápida habilitación al tránsito, utilizando asfalto residual convencional o modificado con polímero.
El servicio de laboratorio suministra sin cargo, el estudio de los materiales propuestos, para formular estos trabajos, con sus respectivos ensayos físicos mecánicos, siendo necesario el envío de los agregados pétreos y agua de obra, indicando los espesores requeridos.

XIII° REUNION MUNDIAL DE LA INTERNATIONAL ROAD FEDERATION

Entre los días 16 al 20 de junio de 1997 la International Road Federation llevará a cabo en Toronto, Ontario, Canadá, su XIII° Reunión Mundial.
Mayor información sobre esta Reunión podrá solicitarse a la sede de esta Asociación Argentina de Carreteras

DIRECCION NACIONAL DE VIALIDAD
BIBLIOTECA CENTRAL

La Dirección Nacional de Vialidad ha informado que tiene habilitada su biblioteca en el horario de 10,30 a 12,30 y de 14,30 a 16,30 horas en su sede de Diagonal Julio A. Roca 738, piso 8°, Capital Federal (C.P. 1067), teléfono: 343-8521 al 29, interno 2632, Fax: 343-4538.

INNOVACION Y NUEVAS TECNOLOGIAS EN EL CONTROL DEL TRAFICO. LOS RESULTADOS DEL PROGRAMA DRIVE.

Por Pablo Barrachina Tortajada*
Licenciado en Ciencias Físicas

Elena Díaz Fernández*
Licenciada en Ciencias Físicas

Gregorio Martín**
Licenciado en Ciencias Químicas

Transcripto de la revista Rutas número 49, II Época, agosto de 1995, de la Asociación Técnica de Carreteras de España.

RESUMEN
En este artículo se describe brevemente el proceso del control de tráfico, se presenta una descripción de las funciones que realizan los actuales centros de control de tráfico (CCT) y las estrategias de las que dispone el ingeniero de tráfico para llevar a cabo esas funciones. Finalmente, se perfilan cómo serán los futuros CCT.

1. INTRODUCCION

El inevitable crecimiento de la demanda de movilidad y el papel vital del sector de transportes en el desarrollo económico ponen sobre la mesa la necesidad de aplicar las tecnologías avanzadas existentes en el campo de la información y de las comunicaciones para satisfacer esta demanda social. Este hecho ha traído como consecuencia que, en los últimos años, los centros de control de tráfico (CCT) hayan pasado a jugar un papel crucial en la vida diaria de todos los ciudadanos.

Los recientes avances en la adquisición de datos, las comunicaciones móviles y las tecnologías de la información, ofrecen oportunidades en un buen número de temas críticos:

- Uso más eficiente de la infraestructura y de la capacidad vial (por ejemplo: en caso de congestión, los usuarios tienen la posibilidad de elegir rutas alternativas, elegir otros modos de transporte, reprogramar sus viajes, etc.)

- Obtención de una mejor y más exacta información sobre los servicios públicos de transporte, que ayude a paliar su actual desventaja respecto de los automóviles.

- Puesta en marcha de servicios de información, gestión y ayuda a la conducción que eviten congestiones, viajes erráticos y ofrezcan, por tanto, una mejor asistencia al conductor.

- Un mejor control del transporte de mercancías peligrosas y cargas especiales, para mejorar el nivel de seguridad y disminuir los riesgos para el medio ambiente.

- Aumento de la seguridad en las operaciones de transporte con nuevos sistemas de gestión y vigilancia.

Sin embargo, la utilización de estas tecnologías, a nivel de la Unión Europea dentro de los programas PROMETHEUS [1] y DRIVE [2], plantean nuevos problemas a los cuales hay que dar respuesta: asegurar la necesidad de compatibilidad de los equipos, la comprensión por parte del usuario de los servicios puestos a su disposición, desarrollo de interfaces entre los distintos modos de transporte, y conseguir su utilización en todas las regiones europeas con independencia de su nivel económico (1).

El objetivo de este trabajo es presentar una descripción de los avances en centros de control de tráfico derivados de los proyectos de investigación europeos desarrollados en los últimos cuatro años. En la sección 2 se definen los escenarios sobre los que el CCT actúa; en la sección 3 se describe brevemente el proceso de control de tráfico. En la sección 4 se revisan las nuevas herramientas ofrecidas a la ingeniería de tráfico mediante la aplicación de las nuevas tecnologías de la informática y las comunicaciones. Finalmente, en la

*Pablo Barrachina y Elena Díaz. Profesores del Dpto. de Informática y Electrónica de la Universidad de Valencia.
**Gregorio Martín, Catedrático de Ciencias de la Comunicación e Inteligencia Artificial. Dpto. de Informática y Electrónica de la Universidad de Valencia y Director del LISSIT (laboratorio Integrado de Sistemas Inteligentes y Tecnología de la Información en Tráfico).

1. Program for a European traffic with highest efficency and unprecedented safety.
2. Dedicated road infrastructure for vehicle safety in Europe.

sección 5 se extraen conclusiones y se perfilan brevemente las futuras tendencias.

2. LOS ESCENARIOS DE CONTROL DE TRAFICO.

Las situaciones de control y gestión del tráfico se clasifican según las características de la red vial (capacidad, trazado, velocidad de proyecto, alternativas) y las condiciones del tráfico en esa área (demanda, intensidad, velocidad, congestión). Las distintas situaciones presentan objetivos y prioridades de control diferentes que requieren distintas estrategias y mecanismos apropiados de control. Estas situaciones se pueden clasificar en las siguientes categorías:

a) Areas interurbanas: redes dispersas y problemas localizados. El control de tráfico no está completamente definido y la información sobre tráfico, y las recomendaciones de desvío son algunas de las pocas medidas de gestión disponibles.

b) Areas urbanas: zonas donde se presentan grandes demandas de desplazamiento y con una red vial muy densa. Se utilizan sistemas de control de tráfico basados en semáforos y señalización variable con recomendación de itinerarios. En las áreas urbanas aparecen demandas para nuevos servicios, como gestión de aparcamientos, guía dinámica de vehículos e información a los conductores.

c) Interfaces: zonas de transición entre las áreas anteriores, es decir, zonas de influencia del tráfico urbano sobre la red de carreteras interurbanas. Son zonas con gran cantidad de información y muchas alternativas. Se utilizan la señalización variable para recomendación de itinerarios y el control de la velocidad. Los sistemas de regulación de accesos son también comunes para moderar la demanda en los grandes ejes de tránsito.

d) Areas especiales: túneles o puentes con unos requisitos propios diferenciados de los anteriores y, particularmente, con unas exigencias de seguridad de la circulación importantes.

Cada uno de estos sistemas presenta características propias bien definidas y separadas. Para cada una de estas cuatro situaciones se han propuesto soluciones de control y mejora de la gestión basadas en la aplicación de sistemas informáticos y comunicaciones que se analizan en la sección 4.

3. EL PROCESO DE CONTROL DE TRAFICO.

La ingeniería de control comenzó a ser una disciplina científica al principio de los años 40 y actualmente incluye un conjunto de métodos teóricos y herramientas de ingeniería para la gestión del tráfico (2). Esta ingeniería se centra en el diseño de sistemas para mejorar tanto la seguridad como la eficiencia vial de la carretera sobre la cual es aplicada. Otro objetivo cada vez más importante es la reducción de la degradación ambiental causada por el motor de explosión.

El transporte es una actividad económica fundamental en todas las sociedades, y es el transporte por carretera el que absorbe la mayor parte de esta demanda. El sistema de tráfico es un sistema complejo en el que intervienen muchos elementos (vehículos, conductores, peatones, empresas, etc.), que satisfacen su necesidad de transporte.

La siguiente figura presenta una descomposición en subsistemas del sistema de tráfico. En cada uno de estos subsistemas se pueden realizar intervenciones de control. Como se observa en la figura 1 la información sirve tanto de elemento de entrada a los procesos automáticos de control como a los procesos humanos de decisión. La información es uno de los elementos fundamentales del sistema de tráfico.

Las etapas de planificación y diseño de un desplazamiento influyen de forma importante sobre el desarrollo posterior del transporte mismo. En estas etapas se definen el medio que se va a utilizar, la fecha y hora del desplazamiento y, en algunos casos, el itinerario que se va a seguir. La información disponible puede influir sobre esta decisión, una información en la que la previsión o la experiencia anterior son importantes. El conjunto de las determinaciones y actitudes de miles de usuarios de la carretera conforma la demanda global de transporte.

Durante el desplazamiento, las decisiones tomadas por los conductores sobre itinerarios o velocidad, afectan

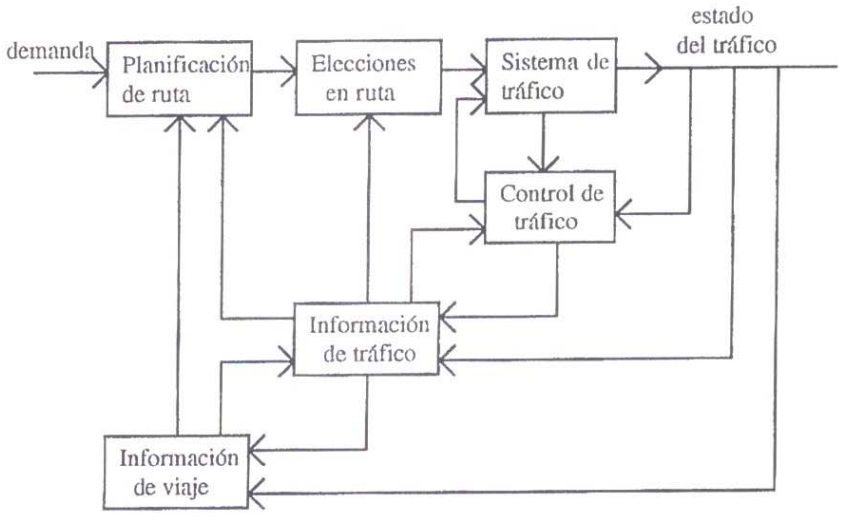


Figura 1

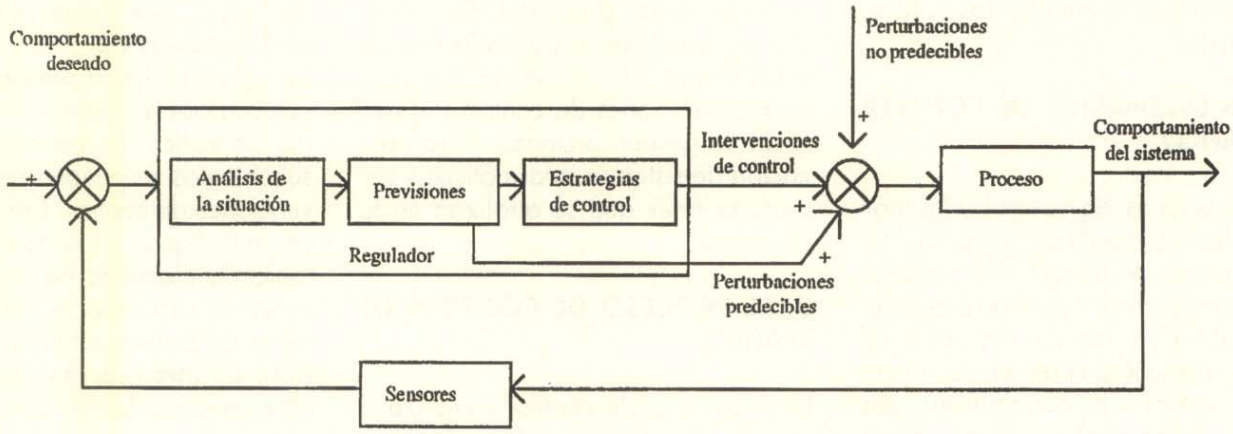


Fig. 2 Esquema básico del proceso de control de tráfico en lazo cerrado

la circulación que soportan los ejes viarios del sistema. El mismo estado del tráfico, y la percepción que de él tenga el conductor, afectarán su decisión. De nuevo la información puede actuar como elemento regulador. Los sistemas de información en ruta, tanto externos como internos al vehículo, generales o individualizados, ofrecen la posibilidad de influir en estas decisiones.

Por último, el proceso de control, que, a diferencia de los elementos anteriores se encuentra centralizado, actúa directamente sobre la circulación. Para el proceso de control el ingeniero de tráfico en general, dispone de un conocimiento impreciso de lo que realmente está ocurriendo en la red. La demanda en una carretera se puede repetir periódicamente, pero siempre pueden darse fenómenos imprevistos (incidentes, etc.). Por otro lado, para el control de la circulación se dispone de unos medios de intervención, que llamaremos intervenciones de control bastante limitados (semáforos, policía, etc.).

Es, por lo tanto, posible, al menos teóricamente, intervenir a tres niveles sobre el sistema de tráfico: sobre la demanda de desplazamiento, sobre las cargas y sobre la circulación en los tramos de la red. La función de control, en cada uno de estos niveles, consiste en seleccionar adecuadamente las posibles acciones sobre el proceso, usando la información disponible, con el fin de producir una salida o comportamiento aceptable en función de los objetivos seleccionados (v.g. reducción de tiempos de viaje, reducción de la congestión, mantener al sistema en regiones de rendimiento óptimo).

Podemos considerar como esquema general de un sistema de control de tráfico el que presenta la figura 2. El proceso bajo control (v.g. una red urbana, un segmento de carretera, los accesos a un anillo de circunvalación) se ve afectado por entradas controlables que son las intervenciones de control (v.g. semáforos, señalización variable). y por perturbaciones externas. Las perturbaciones externas pueden ser predecibles (v.g. patrones de demanda) o impredecibles (v.g. accidentes).

Respecto de los sistemas de información de tráfico y de viaje, y debido a las dificultades que supone la intervención sobre las decisiones de movilidad de los conductores y a la gran cantidad de parámetros no controlables que influyen sobre estas decisiones, estos sistemas no se estudian a la luz de la teórica clásica del control.

Se han producido desarrollos técnicos en todos los elementos de un sistema de control de tráfico: Desde la mejora de los sistemas de detección y sensorización, mejoras en los algoritmos para la estimación de los parámetros de tráfico, nuevas estrategias de gestión y, sobre todo, nuevos elementos de actuación sobre el proceso. Estos elementos tienen el denominador común de la utilización de la información para regular el tráfico.

4. LOS NUEVOS SISTEMAS DE LA CARRETERA.

En esta sección se revisan las nuevas herramientas ofrecidas a la ingeniería de tráfico por la aplicación de las nuevas tecnologías de la informática y las comunicaciones. Se trata de una revisión sistemática de los resultados obtenidos fundamentalmente dentro del programa de I+D europeo DRIVE, pero también de otros desarrollos de los que se ha tenido conocimiento. Se incluye un número importante de referencias a los trabajos originales donde se presentan estos nuevos sistemas.

La clasificación de los resultados se ha realizado en función de los objetivos básicos del centro de control y en función del ámbito geográfico de aplicación, de forma que sean de fácil consulta por el especialista en tráfico. Los objetivos básicos de la gestión de un centro de control son la seguridad de la circulación, la gestión de la capacidad, la gestión de la demanda y la protección del medio ambiente. Las situaciones de control

de tráfico, tal como han sido definidas, las clasificamos en áreas interurbanas, áreas urbanas, zonas de interface y áreas especiales.

4.1. ESTRATEGIAS DISPONIBLES PARA LA SEGURIDAD DE LA CIRCULACION.

4.1.1. Areas interurbanas

• Gestión de transportes especiales.

El movimiento de transportes especiales introduce vehículos de movimiento lento en la circulación. El CCT, junto con la empresa transportista, ha de procurar que el transporte se desarrolle en un horario y ruta apropiados, y que el convoy sea señalizado convenientemente y escoltado por la policía. Los nuevos sistemas de seguimiento del movimiento de mercancías peligrosas y sistemas de detección y actuación ante accidentes son una contribución importante a la seguridad de la circulación, como el que se ha diseñado dentro del proyecto ARTIS {3}, que combina un sistema de autorización automática del transporte y plan de ruta, la localización por satélite del vehículo y procedimientos mejorados de inspección y actuación ante accidentes. O el proyecto PORTICO {4}, que engloba la vigilancia de mercancías peligrosas, la información al conductor, los sistemas de vigilancia y aviso al conductor ante peligros, la detección de incidentes (accidentes y congestiones) y un sistema integrado de peaje automático. El sistema CITRA {5} {6} incorpora un sistema de monitorización automática de los vehículos, y sistemas mejorados de inspección, junto con importantes elementos de intercambio de información de tráfico en tiempo real para optimizar la selección de itinerarios.

Otros sistemas de control ponen el acento fundamental en la mejora de la circulación no en el seguimiento e inspección, pero pueden tener alguna incidencia indirecta en la seguridad de la circulación: entre estos proyectos citamos al FRAME {7} {8}, que ha desarrollado un equipamiento específico para las comunicaciones móviles con el vehículo y unos sistemas de actuación ante emergencias.

• Detección de peligros y señalización de aviso en tramos de carretera.

Estos sistemas tienen como objetivo la detección de situaciones meteorológicas peligrosas en la carretera y la generación de avisos adecuados al conductor. Utilizan detectores locales especializados para hielo, niebla, humo, viento, lluvia o nieve. Pueden usarse junto con la señalización variable para sistemas locales de advertencia de peligro o con sistemas de información al conductor más extensos por señalización variable u otros métodos. la correcta señalización de obra es otra medida que influye sobre la seguridad de la circulación, así como las medidas de prevención ante predicciones de fenómenos meteorológicos adversos. El CCT debe coordinar estas medidas con los servicios de conservación de la carretera, la policía de carretera y los centros meteorológicos. Algunos países, como Holanda, ya han llevado a cabo pruebas en carreteras donde se han instalado detectores de niebla y se controla la velocidad de los vehículos {9}. El proyecto ROSES {10}, cuyo objetivo principal es reducir el número de accidentes bajo condiciones meteorológicas adversas, es un ejemplo de un sistema que integra un sistema de monitorización del tráfico, de las condiciones meteorológicas y del estado del pavimento para asistir a los conductores. La combinación de equipamiento dentro del vehículo y la comunicación con las estaciones de toma de datos en la calzada dan la posibilidad de advertir individualmente, ofreciendo a los conductores información sobre las condiciones con las que se va a encontrar en el camino.

• Sistemas de detección y gestión automática de incidentes (DAI).

La detección de incidentes comprende todas las actividades relacionadas con la localización y estudio de la evolución espacio-temporal de anomalías imprevisibles en la circulación, al objeto de recuperar, en el tiempo más corto posible, la normalidad del servicio. La DAI se realiza a partir de un análisis directo de los datos de la circulación, independientemente de las observaciones humanas. Aparte de los bucles electromagnéticos, también se usan sensores, radares y sistemas de procesamiento automático de imágenes. Hay numerosos algoritmos de detección basados en medidas proporcionadas por bucles electromagnéticos {11}, aunque merecen un interés especial los sistemas que usan el procesamiento de imágenes. Entre éstos cabe destacar el sistema español INVAID {12}, el francés TRISTAR, el IMPACTS inglés, y el sistema CCATS belga {13}.

Después de la detección rápida de incidentes en la circulación se generan mensajes de aviso al conductor. Fundamentalmente se utiliza la señalización variable para advertir a los conductores del peligro y realizar recomendaciones sobre velocidad. Se están estudiando nuevos sistemas electrónicos para hacer llegar la información de aviso al interior del vehículo, entre los que se destacan el RDS-TMC[3] {14}. Se pueden combinar con sistemas de control de la velocidad y con sistemas de recomendación de itinerario. Estos sistemas permiten la reducción de accidentes secundarios o en cascada. También se utilizan sistemas de televisión de circuito cerrado para la detección rápida de los incidentes.

• Teléfono de emergencia (teléfono SOS)

Se utiliza una red de teléfonos de emergencia situados en las vías principales de comunicación interurbana (autovías y autopistas) para reclamar ayuda en casos de avería, accidente o incidente. Los teléfonos de emergencia utilizan tendidos de cable en la carretera o transceptores de radiofrecuencia para comunicar con el

3. Radio Data System - Traffic Message Channel

centro de control donde se recogen los mensajes de auxilio y se alerta a los servicios de emergencia. El poste SOS se considera en la actualidad un equipamiento básico de la carretera.

4.1.2. Areas urbanas.

• Gestión de transportes especiales

Las medidas de planificación del calendario, horario e itinerario del transporte, que han sido descritos en el caso interurbano, son también aplicables al caso urbano, igual que la escolta policial y la señalización del transporte. pero las características especiales de la red urbana y la mayor peligrosidad de estos movimientos en un ámbito urbano hacen necesario medidas especiales de seguimiento de estos transportes. Por las características especiales del entorno urbano, la localización automática de los vehículos sólo es posible por ahora mediante sistemas de balizas.

• Sistemas de señalización

Los sistemas de semáforos que regulan el tráfico en los cruces tienen el doble objetivo de asegurar la seguridad de vehículos y peatones y de mejorar el movimiento del tráfico. Una vez instalado el sistema de semáforos y puesto en marcha, el CCT tiene poco margen de maniobra en lo que respecta a la seguridad de la circulación.

4.1.3. Areas especiales: túneles y puentes

Los túneles y puentes suelen representar puntos estratégicos de tránsito en la red; por lo tanto su explotación afecta en gran medida al resto de la red. En este ámbito se aplican fundamentalmente sistemas de detección de problemas y señalización de aviso que eviten accidentes secundarios. Por las características especiales de este entorno se pueden establecer medidas de control más expeditivas, como la restricción de la circulación



Sistemas de información en el interior de un vehículo

en alguno o ambos sentidos. El control de la polución es importante en túneles. El proyecto TUNICS {15} {16} ha desarrollado un sistema de control y gestión de túneles que incluye funciones de control de incidentes y emergencias, control del tráfico, monitorización y control de polución, información al conductor y sistemas de comunicación, junto con las funciones básicas de explotación del túnel: ventilación, luz, drenaje y suministro eléctrico. En el proyecto ICAR {17} se analiza la retransmisión de las comunicaciones móviles celulares pan-europeas en áreas confinadas: túneles, viaductos y aparcamientos subterráneos. Existe ya un sistema comercial, el sistema IDRIS {18}, que permite la detección automática de incidentes en túneles por medio de espiras electromagnéticas.

4.2. Estrategias disponibles para gestión de la capacidad.

Llamamos estrategias de control de la capacidad a las técnicas que modifican la intensidad del tráfico en tramos de la red, pero que no afectan a las pautas de origen-destino.

4.2.1. Areas interurbanas

En los centros de control interurbano podemos encontrar sistemas de control que actúan sobre tramos de carretera y sistemas que actúan sobre la red en su conjunto.

• Regulación de carriles y de la velocidad.

Estos sistemas realizan recomendaciones sobre la velocidad o la permanencia o cambio del carril a través de una señalización variable. Su objetivo es evitar en lo posible las retenciones, obligando para ello a mantener velocidades moderadas (velocidad recomendada). Velocidades mayores conducirían al establecimiento de pautas de tráfico con detenciones y arranques, que son ineficientes. El principio general adoptado, en circunstancias de tráfico denso, pero fluido, es regular la velocidad media de la ola de vehículos; mientras que en períodos de congestión se realiza un escalonamiento de la velocidad, más y ,más restrictivo, desde la parte de delante hacia atrás, de manera que los vehículos disminuyan su velocidad conforme se aproximan a la congestión. Originalmente estos sistemas se diseñaron para mejorar la capacidad de zonas en obra; en la actualidad se utilizan también en conjunción con sistemas de detección automática de incidentes y para evitar fenómenos de "onda de choque" en tramos con tráfico denso. Mediante la recomendación de la velocidad, se consigue reducir

la congestión o, en combinación con sistemas de detección automática de incidentes, se utiliza para advertencia de situaciones de peligro.

• Carriles reversibles y de alta ocupación (CAO)

Los sistemas de carril reversible permiten repartir la capacidad disponible entre ambos sentidos de circulación en función de la demanda del momento. Para poder invertir el sentido de circulación de un carril es necesario a veces realizar obras en la carretera para preparar zonas de intercambio de vehículos entre ambos sentidos de circulación. Esta estrategia de control se desarrolla mediante señalización fija, patrullas de policía, conos y otros métodos de control del cambio del sentido del carril.
Se puede utilizar la señalización variable para mejorar la señalización del carril reversible. Los carriles de alta ocupación se basan en restringir el acceso a determinadas zonas a vehículos con menos de dos o tres ocupantes. Su efecto se puede apreciar en una disminución drástica de los tiempos de recorrido. En nuestro país este sistema se está implementando actualmente en el acceso a Madrid por la N-VI.

• Control de accesos.

Las técnicas de control de accesos permiten mejorar la explotación de tramos de carretera sometidos a fenómenos localizados de sobrecarga en algunos momentos del día. Los sistemas de control de accesos regulan la incorporación de vehículos al tramo controlado según la circulación. La regulación se realiza por medio de semáforos que, en algunos casos, se complementan con una señalización variable para informar al conductor y recomendarle itinerarios alternativos.

• Recomendación de itinerarios.

Los centros de control de tráfico implementan medidas de recomendación de itinerarios en respuesta principalmente a movimientos estacionales, incidentes u obras, con el fin de aliviar tramos sobrecargados mediante la utilización de rutas alternativas. Estos planes se preparan previamente y se difunden a través de los medios de comunicación (TV, radio, periódicos), señalización fija o señalización variable. Nuevos sistemas basados en comunicaciones móviles con el vehículo, como RDS-TMC, Carminat y los sistemas de guiado dinámico permiten la generación dinámica de los mensajes en función de las condiciones dinámicas del tráfico.



Paneles de mensajes variables. Recomendaciones de itinerarios.

4.2.2. Areas urbanas.

• Sistemas de regulación de semáforos

Tradicionalmente las técnicas de gestión de semáforos se clasifican en dos categorías: la regulación en tiempo fijo y en tiempo real. La regulación en tiempo fijo calcula los ciclos, coordinaciones y duraciones del tiempo en verde a partir de datos recogidos antes de la instalación. Actualmente existen numerosos programas informáticos que, en función de los datos de la circulación (intensidades de entrada, giros) y a partir de la simulación de la circulación, elaboran un plan de semáforos tratando de minimizar algún criterio como el tiempo de recorrido, el consumo de energía, el número de paradas y el tiempo global de circulación de los vehículos por la red, etc. Uno de los programas más utilizados es el TRANSYT {19}. La regulación en tiempo real exige disponer de medidas sobre el estado de la circulación de forma permanente, a partir de las cuales un algoritmo calcula de forma automática los ajustes (tiempos en verde, ciclos, coordinaciones, etc.) que se deben aplicar inmediatamente. Las primeras implementaciones tienen tan sólo algunos años de existencia. Cabe destacar: el inglés SCOOT [4] {20}, el francés PRODYN y el SCATS [5] australiano {21}.
En condiciones de fuerte congestión, los algoritmos anteriores no son válidos. Esta circunstancia aboga por una resolución de los problemas de congestión que haga uso de la experiencia adquirida por los operadores humanos, más que el uso indiscriminado de automatismos. La potencialidad de los sistemas expertos (SE) y sus aplicaciones en el campo del transporte has despertado la atención de los ingenieros de tráfico. Los SE basados en el conocimiento son programas que resuelven problemas mediante un modelo creado a partir del razonamiento de los expertos humanos. Están diseñados para incorporar la capacidad de juzgar del experto, unas reglas de sentido común, una heurística y unas estrategias de razonamiento para proponer acciones. Un ejemplo de estos sistemas es el que está siendo explotado en la

4. Split, Cicle and Offset Optimisation Technique.
5. Sidney Coordinated Adaptative Traffic System.
6. Système dàide à la gestion des embouteillages.
7. Cuenta con más de 400 km de vías de doble calzada equipadas, 4000 sensores electromagnéticos, 480 cámaras, 250 paneles de mensaje variable, y 100 accesos regulados.

actualidad en la ciudad de París, SAGE [6]. Su objetivo es analizar la situación del tráfico, encontrar las causas de la saturación y planificar las medidas posibles. El sistema experto envía los mensajes al operador: alarmas que atraen su atención sobre las intersecciones críticas y le proponen acciones.

• Monitorización y detección de incidentes por TVCC

Los sistemas de televisión de circuito cerrado (TVCC) se utilizan frecuentemente en las ciudades para observar el estado del tráfico en puntos conflictivos de la red. Es, sin duda, éste el método más extendido de detección de incidentes y congestión, y goza de gran confianza entre los operadores. las nuevas tecnologías han mejorado la calidad de las imágenes y su transmisión. En ciudades con sistemas de control en tiempo fijo y en tiempo real, el operador suele intervenir sobre el sistema de control introduciendo parámetros u órdenes que adapten la circulación a la situación de congestión observada. Por ejemplo, en la ciudad de Valencia hay más de 300 cámaras.

• Medidas de prioridad al transporte público.

Estas medidas permiten el movimiento del transporte público en la red urbana con prioridad. Consisten en medidas sobre el diseño y señalización de las intersecciones, carriles especiales para el transporte público o sistemas automáticos. Los sistemas más complejos incluyen la localización automática del vehículo por medio de balizas, y la actuación sobre los semáforos. En el proyecto PROMPT {22} se desarrollan y avalúan estrategias de prioridad a autobuses, tranvías y vehículos de emergencia. El proyecto PHOEBUS {23} desarrolla una base de datos y un sistema integrado de control de planes y horarios de vehículos; el proyecto EUROBUS {24} define un modelo de referencia de datos para el transporte público, y diseña un conjunto de herramientas para los servicios de información al pasajero.
Todas estas medidas persiguen mejorar el rendimiento de los transportes públicos y provocar a medio plazo un desplazamiento de los usuarios de vehículos privados hacia el sistema público de transporte.

4.2.3. Interfaces.

Las zonas de enlace entre las redes de carretera interurbana y urbana son áreas críticas, donde las medidas de gestión de la capacidad son importantes.

• Control de accesos y recomendación de itinerarios

En estos ámbitos los tramos bajo control corresponden principalmente a anillos de circunvalación de la zona urbana o corredores rápidos de comunicación transversal. En estos entornos las medidas de control de accesos pueden tener una incidencia importante sobre el tráfico urbano, por lo que se suelen combinar con recomendaciones de itinerarios. Un ejemplo para seguir es el del sistema SIRIUS [7] instalado en el área metropolitana de la ciudad de París.

4.3. Estrategias disponibles para gestión de la demanda.

En este apartado se estudian medidas que pueden influir sobre un cambio en las pautas de desplazamiento (modo de transporte elegido, ruta seleccionada y horario) y, por lo tanto, en la intensidad de la circulación.

4.3.1. Areas interurbanas.

• Peajes por utilización de la carretera.

El peaje se utiliza como un elemento de disuasión del uso del vehículo privado, y, por lo tanto, de limitación de la demanda, a la vez que los fondos recaudados permiten la financiación de nuevas infraestructuras. Los sistemas de peaje automático permiten cobrar el peaje sin necesidad de detener el vehículo en los puesto de peaje. Se basan en distintas tecnologías de identificación de vehículos en movimiento. La tecnología más avanzada utiliza tarjetas inteligentes de prepago, y sistemas de comunicación por infrarrojos para cargar y computar los gastos del vehículo.

4.3.2. Areas urbanas

• Sistemas de restricción de la capacidad.

Estas medidas consisten en la restricción del acceso y la circulación por áreas de la ciudad, prohibiendo o limitando el paso. Dentro de esta categoría se encuentran algunas medidas de pavimentación reducción de la sección de la vía, y barreras o límites al peso de vehículos, generales o específicos. Las medidas de restricción pueden también implementarse por medio de viñetas de autorización de la circulación en las áreas restringidas que se utilizan en algunas ciudades italianas. Algunos sistemas pueden facilitar la introducción de estas medidas, como son los sistemas de identificación automática de vehículos o los sistemas de lectura de matrícula.

• Gestión de aparcamientos.

Gestionan la ocupación de los aparcamientos e informan al conductor de la localización y grado de ocupación de los disponibles. Los sistemas más complejos incorporan una ayuda a la localización o guía a través de señalización fija en posiciones estratégicas o de señalización variable. El objetivo de estos sistemas es la promoción del uso de los aparcamientos para recuperar espacio viario para la circulación, a la vez que se reducen los movimientos en busca de espacio para aparcar. El proyecto PARCMAN {25} ha desarrollado un sistema de control de aparcamientos e información. Este proyecto ha estudiado las posibilidades de integración del sistema de aparcamientos en el sistema de control de tráfico.

• Peaje urbano.

El principio en el cual se basa es el

que el "usuario paga" por el uso que hace de la infraestructura. No se paga para mejorar o mantener la infraestructura, sino para que la gente circule menos y de forma más organizada. El peaje debe ser proporcional a la "cantidad" de uso de la vía, con posibilidades de variar los precios en función de las áreas, horas del día, semanas del año y tipo de vehículo; permitir el pago por adelantado; ser fácil de entender por los usuarios, barato y rápido de instalar; y, por supuesto, el sistema debe facilitar la integración con otras tecnologías, en particular las relacionadas con los sistemas de información al conductor. Los criterios de cobro son: cobro por recorrer un cierto tramo de la red, cobro relacionado con el tiempo de estancia en un área determinada, cobro relacionado con la distancia recorrida en una cierta área, y cobro relacionado al tiempo gastado en una congestión {26}.
Las técnicas para implementar estas estrategias van desde el empleo de viñetas o etiquetas, situadas en lugares visibles del vehículo y que, previo pago, dan derecho a circular por las áreas de peaje de la ciudad, hasta sistemas automáticos que cargan el peaje bien por una simple transacción bancaria o descontando una cierta cantidad del crédito disponible en una tarjeta previamente incorporada al dispositivo instalado en el vehículo. Los proyectos PAMELA {27} y ADEPT {28} han desarrollado un sistema de peaje automático que utiliza tarjetas de prepago removibles y comunicaciones móviles entre el vehículo y balizas de indicación de las áreas de pago. Existen algunas pruebas iniciales de esta tecnología, como la realizada en Barcelona por el proyecto GAUDI {29}.

4.4. Estrategias disponibles para gestión ambiental.

Los efectos ambientales del tráfico (polución del aire, niveles sonoros, intrusión visual, entre otros), dependen fuertemente de mejoras en el diseño de los vehículos y en el proyecto de la vía. Sin embargo, algunas medidas de gestión de tráfico pueden influir también de forma positiva en la mejora de las condiciones ambientales en entornos urbanos.

4.4.1. Areas urbanas.

- Regulación de semáforos.

Los sistemas de control de tráfico urbano pueden tener en cuenta los efectos ambientales del tráfico en el diseño de los planes de control. Los sistemas de regulación en tiempo fijo, como TRANSYT, permiten generar planes que reducen la emisión de monóxidos de carbono y el consumo de hidrocarburos entre un 4 y un 20 % {21}.
Algunas medidas de restricción de tráfico tienen una influencia directa sobre los niveles de polución. Algunas de estas restricciones pueden aplicarse sobre el sistema de control de tráfico o sobre sistemas de guía urbana.

- Pago de tasas.

Una de las estrategias que se han demostrado más eficaces {30} para disminuir la contaminación ambiental es el pago de impuestos añadidos a ciertos tipos de combustibles más contaminantes y el pago por la congestión causada.

- Monitorización ambiental

Detectores de niveles de polución, niveles de gases o niveles sonoros. En algunos casos recogen datos para su procesamiento posterior o, en combinación con paneles de señalización variable, forman sistemas de aviso e información.
La tabla que está a continuación resume el tipo de estrategia para cada situación:

Seguridad Vial (SV)
Gestión de la capacidad (GC)
Gestión de la demanda (GD)
Medio ambiente (M)

5. CONCLUSIONES Y FUTURAS TENDENCIAS.

En un futuro próximo, los esfuerzos y recursos que se dedicarán a las aplicaciones telemáticas en el sector del transporte estarán enfocados a los siguientes temas:

- Establecer un marco de trabajo que valide y mejore los resultados alcanzados hasta ahora, ayudar y asesorar a las Administraciones y a las industrias para tomar decisiones de mercado en futuras implementaciones.

Situación/Estrategias	Urbanas	Interurbanas	Interfaces	Especiales
Gestión de transportes especiales	SV	SV		
Sistemas de señalización	SV			
Detección de peligros y señalización aviso		SV		
DAI		SV		
Teléfono de emergencia SOS		SV		
Sistema de regulación de semáforos	GC			
Monitorización y detección de incidentes por TVCC	GC	GC		
Medidas de prioridad al transporte público	GC			
Regulación de carriles y de la velocidad		GC		
Carril reversible y CAO		GC		
Control de accesos y recomendación de itinerarios		GC	GC	
Sistemas de restricción de la capacidad	GD			
Gestión de aparcamientos	GD			
Peaje urbano	GD			
Peaje por utilización de la carretera		GD		
Regulación de semáforos	M			
Monitorización ambiental	M			

• Establecer especificaciones funcionales comunes y promover estándares de acuerdo con las necesidades de los usuarios.

• Animar el desarrollo de procedimientos legales, administrativos y financieros para permitir la adopción de sistemas internacionalmente compatibles.

• Finalmente, promover en los usuarios, proveedores de servicios y explotadores, la confianza en estas nuevas tecnologías, dando especial importancia a los aspectos de seguridad.

Aunque hemos presentado una serie de aplicaciones de nuevas tecnologías que ayudan a mejorar nuestro nivel de movilidad, no podemos olvidar que las técnicas telemáticas trabajan también en el sentido de rebajar su demanda. La posibilidad del teletrabajo, la conferencia electrónica y el acceso desde el hogar a gran número de informaciones, deben disminuir nuestras necesidades de viaje y, por tanto, pueden influir decisivamente en el usuario de los próximos años. En cualquier caso, la aportación de la técnica es sólo una pequeña parte de la solución final a un problema con claras derivaciones hacia una nueva organización social.

REFERENCIAS

{1} Annual Technical Report on RTD. Transport Telematics. Comission of the European Communities. DG XIII. Brussels. 1994.

{2} M. Papageorgiou. Traffic Control Modes. Concise Encyclopedia of Traffic and Transportation Systems. Pergamon Press 1991. pp 530-531.

{3} ARTIS (Advanced Road transport Informatics in Spain). Proyecto DRIVE II v2043. Commission of the European Communities DG XIII.

{4} PORTICO (Portugese Road Traffic Innovations on a Corridor). Proyecto DRIVE II V2037. Commision of the European Communities. DG XIII.

{5} CITRA (System for the Control of Dangerous Goods Transport in International Alpine Corridors). Proyecto DRIVE II V2041. Commision of the European Communities DG XIII.

{6} E. Angeleri. CITRA: Alps Crossing Corridor. Advanced Transport Telematics. Proceedings of the Technical days. Volume II. Comission of the European Communities. Brusels. 8-9-10 marzo 1993. pp 425-430.

{7} FRAME (Freight Management in Europe). Proyecto DRIVE II V2034. Commision of the European Communities. DG XIII.

{8} N. Theophilopoulos. T. Barndt, S. Garton, J. J. Steed. Pilot Application of the FRAME-system. Advanced Transport Telematics. Proceedings of the Technical Days. Volume II. Commission of the European Communities. Brussels. 8-9-10 marzo 1993. pp 436-440.

{9} H. Remeijn. The Dutch fog-detection and warning project. Proceedings of the sixth International Conference on Road Traffic Monitoring and Control. London. 1992.

{10} ROSES (Road safety Enhancement System). proyecto DRIVE II V2045. Commission of the European Communities. DG XIII.

{11} F. Busch. Incident Detection. Concise Encyclopedia of Traffic and Transportation Systems. Pergamon Press 1991, pp 219-224

{12} INVAID II (Evaluation of the INVAID System in Motorway and Urban Pilot Projects). Proyecto DRIVE II V2015. Commission of the European Communities. DG XIII.

{13} J. Martínez. Overview on Products & Technology. Proyecto VITRAM. Noviembre 1993.

{14} J. A. Fornás. Sistemas de Información en Rutas. Informe realizado bajo la petición de la Dirección General de Tráfico. 1994.

{15} TUNICS (Tunnel Integrated Control System). Proyecto DRIVE I V 1028. Commission of the European Communities. DG XIII.

{16} A. J. Davies. TUNICS: Tunnel Integrated Control Systems. Proceedings of the DRIVE Conference. Vol. II. Brussels. 1991.

{17} ICAR (Integrated Confined Areas RTI Communication System). proyecto DRIVE II V2014. Commission of the European Communities. DG XIII.

{18} R. H. Lees. IDRIS. Proceedings of the Seventh International conference on Road Traffic Monitoring and Control. IEE. London. 1994.

{19} M. McDonald. Road Traffic Control: TRANSYT and SCOOT. Concise Encyclopedia of Traffic and Transportation Systems. Pergamon Press 1991, pp 400-408

{20} P. Hunt. The SCOOT on line Traffic signal optimization Technique. International Conference on Road Traffic Signaling. London. 1982.

{21} S. Cohen. Ingenierie du Traffic Routier. Presses de l'école nationale de Ponts et Chaussées. París. 1990.

{22} PROMPT (priority and informatics in Public Trasnport). Proyecto DRIVE II2049. Commission of the European Communities. DG XIII.

{23} PHOEBUS (Project for Harmonizing Operations on the European Bus). proyecto DRIVE II V2023. Commission of the European Communities. DG XIII.

{24} EUROBUS (Data Modelling and passanger Information for Public Transport). Proyecto DRIVE II V2025. Commission of the European Communities. DG XIII.

[25} PARCMAN (Parking Management and Control). proyecto DRIVE V1045. Commission of the European Communities. DG XIII.

{26} Road Pricing, Highway and Passanger Information System. London Press Centre. November. 1993.

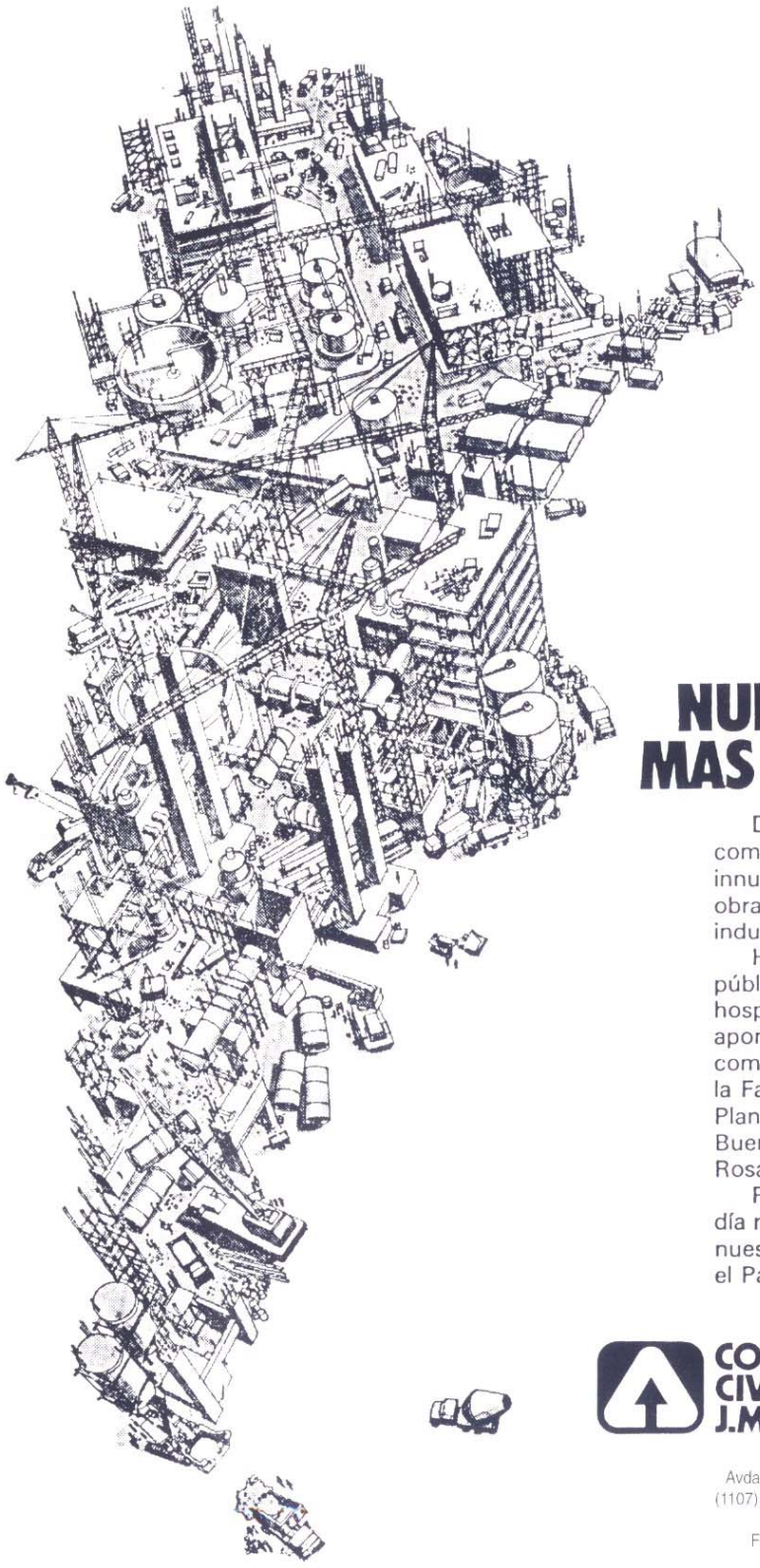
{27} PAMELA (Pricing and Minitoring Electronically of Automobiles). proyecto DRIVE V1030. Commission of the European Communities. DG XIII.

{28} ADEPT (Automatic Debiting and Electronic Payment for Transport). Proyecto DRIVE II V 2026. Commission of the European Communities. DG XIII.

{29} GAUDI (Generalized and Advanced Urban Debiting Innovations). proyecto DRIVE II V2027. Commission of the European Communities. DG XIII.

{30} D.M. Newbery. Pricing and Congestion: economic principles relevant to pricing roads. Oxford Review of Economic Policy. Vol. 6. nº 2. 1991.

Se término de imprimir y encuadernar en:
Artes Gráficas Corín Luna S.A.
Gregorio de Laferrere 1331/33
EL ARTE CORÍN LUNA DE IMPRIMIR



NUESTRA OBRA MAS IMPORTANTE.

Desde nuestros comienzos hemos construido innumerable cantidad de obras: viales, hidráulicas, industriales, etc.

Hemos levantado edificios públicos, privados y hospitalarios. Dejamos aportes a la comunidad como la Avenida General Paz, la Facultad de Derecho, el Planetario de la Ciudad de Buenos Aires, la Autopista Rosario-San Nicolás...

Por eso decimos, que cada día nos encuentra trabajando en nuestra obra más importante: el País.

CONSTRUCCIONES CIVILES J.M. ARAGON S.A.

Puerto Viamonte 1
Avda. A. Dávila 170 - 2º Piso
(1107) Buenos Aires - Argentina
Tel. 313-0969
Fax: (54-1) 313-1352

GLASS BEADS S.A.



RETROREFLECTIVIDAD = VISIBILIDAD NOCTURNA

MICROESFERAS DE VIDRIO
EL FUNDAMENTO DE LA SEGURIDAD VIAL

Glass Beads S.A. - Rodríguez Peña 431, 5º P. "A" y "C", (1020) Buenos Aires, Argentina, Tel.: 372-8746/8662 (Fax)