

# VIALIDAD

REVISTA DE LA DIRECCION DE VIALIDAD

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS

PROVINCIA DE BUENOS AIRES - ARGENTINA

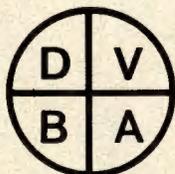
Año XXIV

Enero - Febrero - Marzo de 1982

Nº 81

Fundada por Resolución  
Nº 1610, de  
17 - IX - 1957

Publicación trimestral  
Técnico - informativa



DIRECCION DE VIALIDAD  
DE LA PROVINCIA  
DE BUENOS AIRES

Calle 7 Nº 1175 - La Plata  
Buenos Aires - Argentina

## SUMARIO

### NOTICIAS INSTITUCIONALES

	Pág.
Nuestra portada . . . . .	2
Ruta Nacional 227 Lobería - Napaleofú . . . . .	3
Informe sobre el 2º seminario de seguridad vial realizado en la ciudad de Azul . . . . .	4
4º curso de acciones inmediatas de atención para accidentados por tránsito vial . . . . .	8
Acceso a Escuela Naval Militar de Río Santiago y Liceo Naval almirante Brown . . . . .	12
Contratos firmados mes de enero a marzo de 1982 . . . . .	14

### ARTICULOS TECNICOS

Los equipos franceses de gran rendimiento operacional para la auscultación de la red vial Por: Dr. Ing. Paul Autret Traducción: Ing. Jorge R. Tosticarelli . . . . .	15
REVISTAS TECNICAS RECIBIDAS (Oct. - Dic. 1981 - En. Marzo 1982) . . . . .	28
Transferencia de carga en las juntas transversales de contracción y diseño de los pavimentos de hormigón Por: Lic. Rosa E. Saggio e Ing. Nancy E. Villabona de Suarez . . . . .	29
Proposición de un programa tentativo general de control de calidad para plantas premezcladoras. Por: Ing. Mario Tenal Bernal . . . . .	57
Orientaciones actuales del planeamiento de transporte urbano. Por: Ing. Arturo D. Abriani . . . . .	67
Publicaciones de la Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires . . . . .	75

Los artículos pueden reproducirse citando la fuente.

Registro de la propiedad intelectual Nº 586.585.

La responsabilidad de lo expuesto en los artículos firmados corresponde exclusivamente a los autores.

81

ENERO / MARZO 1982

# VIALIDAD

República Argentina  
La Plata  
Prov. de Buenos Aires

M. O. P.  
Dirección de Vialidad



ISSN 0042-5028



**REPUBLICA ARGENTINA  
PROVINCIA DE BUENOS AIRES  
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS**

**GOBERNADOR DE LA PROVINCIA** Sr. Jorge Ruben Aguado

**MINISTRO DE OBRAS PUBLICAS** Ing. Carlos María Benaglia

**DIRECCION DE VIALIDAD**

**ADMINISTRADOR GENERAL** Ingeniero Gonzálo Amaranto Perera

**SUB ADMINISTRADOR** Ingeniero Horacio César Albina

**INGENIERO JEFE** Ingeniero Julio César Astuti

**DIRECTORES**

<b>Construcciones</b>	Ingeniero José María Mundiña
<b>Conservación</b>	Ingeniero Mario Augusto Ripa
<b>Estudios y Proyectos</b>	Ingeniero Matías Yuffe
<b>Vialidad Urbana</b>	Ingeniero Enrique Silvio Benaglia

**SUBDIRECTORES**

<b>Construcciones</b>	Ingeniero Carlos Salomón López
<b>Estudios y Proyectos</b>	Agrimensor Jorge Chiabrando
<b>Administración</b>	Señor Omar Guillermo Cacace
<b>Zona I</b>	Agrimensor Mario Domingo García
<b>Zona II</b>	Agrimensor José María Scasso
<b>Zona III</b>	Ingeniero Oscar Guillermo Scally
<b>Zona IV</b>	Agrimensor Eberto J. Pérez
<b>Zona V</b>	Ingeniero Alberto Oscar Rossi
<b>Zona VI</b>	Agrimensor Orlando René Ponte
<b>Zona VII</b>	Agrimensor Juan Carlos Cordisco
<b>Zona VIII</b>	Ingeniero Víctor Rodolfo Fernández

**COMISION PERMANENTE DE PUBLICACIONES**

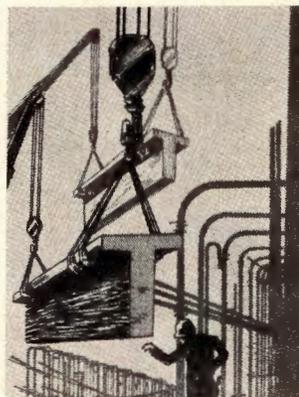
<b>Ingeniero</b>	Julio César Astuti
<b>Ingeniero</b>	Nancy Villabona
<b>Ingeniero</b>	Daniel Lugones
<b>Señor</b>	Omar G. Cacace

# Nuestra Portada

La prefabricación al servicio de la red vial, desde pequeñas alcantarillas de acceso, a puentes de magnitudes relevantes, hace interesante su utilización, que con el correr de los años acentuará su tendencia hacia el empleo de estos sistemas como métodos normales en la construcción de puentes de características variadas.

Fotografía  
Néstor O. Aguirre

Diseño  
Willy Ocampo



**Coordinación y Supervisión:**  
**Prof. Roberto Angel Urriza.**  
**Impreso en KINGRAF S.R.L.**

# Ruta Nacional 227

## Lobería - Napaleofú

Este camino que pertenece a la red vial nacional, tiene su origen en la ciudad de Necochea y concluye en su intersección con la R.N. 226, a corta distancia de la localidad de Napaleofú.

Originalmente se hallaba pavimentado el tramo Puerto Quequén - Lobería, en una longitud aproximada de 49 km. y mediante convenio con la Dirección Nacional de Vialidad, de fecha 8 de febrero de 1978, la Provincia tomó a su cargo la pavimentación del tramo restante de 67,920 km. Con fecha 23 de marzo de 1979, se licitó la ejecución de esta obra, dividida en dos secciones de igual longitud, mediante contratos separados con las Empresas Cisplatina S. A. y S.A.D.E.

La Sección I, tiene su origen en el antiguo pavimento de la R.N. 227, al sur de Lobería y mediante una variante que sortea el ejido urbano y empalma con la traza ya existente por el norte, incluyendo un acceso que lo comunica con el pavimento urbano.

Es de destacar la importancia que tiene esta ruta en el sudeste de la Provincia, zona de activa producción agrícola - ganadera, pues permite acceder al puerto de Quequén como asimismo a la vecina ciudad y balneario de Necochea. Además mediante la R.N. 226 (entre Km 90 y Km 124), se vincula con la R.P. 29, de reciente terminación, conformando un sistema vial que lo une con la Capital Federal, en una dirección predominante norte - sur y como consecuencia de menor recorrido.

La estructura del pavimento se apoya sobre una subrasante mejorada con el 3 0/0 de cal comercial en 0,20 m de espesor en la primera sección y sobre una capa de recubrimiento de suelo seccionado de igual espesor en la sección II y se halla integrada por:

- a) Sub base inferior de suelo - cemento de 0,15 m de espesor y 6 0/0 de cemento portland, entre Km 23,000 y Km 67,920 que fue reemplazada en la sección restante (Km 0,000 - Km 23,000) por una capa de suelo cal de igual espesor y 4,62 0/0 de cal comercial.
- b) Sub base superior de suelo - cemento de 0,15 m de espesor y 7 0/0 de cemento portland.
- c) Base granular asfáltica de 0,07 m de espesor.
- d) Carpeta de concreto asfáltico de 7,40 m de ancho y 0,04 m de espesor.

En el mes de marzo de 1981, se habilitó la sección II totalmente y los 10 Km contiguos de la sección I, es decir a partir del paraje "El Bonete" hasta la R.N. 226 y además, el acceso pavimentado hasta la estación de cargas de Napaleofú del F.C.G. Roca. Posteriormente, en la fecha 12 de octubre de 1981, con la presencia de las máximas autoridades de la Provincia, se inauguró oficialmente la sección I y con ello la totalidad del camino.

# Informe sobre el 2° Seminario de Seguridad Vial realizado en la ciudad de Azul

En el transcurso del año próximo pasado se realizaron dos reuniones sobre Seguridad Vial. En la ciudad de Mar del Plata fue la primera (sobre este punto ya se informó en el número de julio / setiembre) y en la ciudad de Azul donde se realizó el "2° Seminario de Seguridad Vial" durante los días 15, 16 y 17 de Diciembre.

En estas reuniones se ha brindado información específica sobre todo lo que atañe al ordenamiento y seguridad del tránsito vial, en relación y comparación con el proyecto de la Nueva Ley. Contribuyó al interés de la reunión, el aporte de ideas y ejemplos de soluciones, aplicadas a los problemas locales de cada municipio, ya que quienes asistieron a estos seminarios, pertenecen a los Departamentos de Tránsito de las Municipalidades de la Provincia.

Consideramos que dentro de los problemas generales que tiene el tránsito vial, las características locales pueden dar fisonomías muy especiales a cada situación, lo que hace necesario analizar y discutir para llegar a una solución coherente con las normas uniformes que se pretenden establecer para mejorar y llegar a lograr un comportamiento armónico entre los mismos usuarios de la vía pública (ya que éstos se acostumbrarán a respetar espontáneamente,

tanto las normas conocidas en su comuna, como a las establecidas fuera de ella debido a que serían similares) y, también, coincidencia en las determinaciones tomadas por las autoridades que planifican, ordenan y controlan el tránsito en todo el ámbito provincial.

Para esta reunión se pudo contar, una vez más, con la colaboración de profesionales destacados en la investigación y análisis de los accidentes de tránsito, quienes tuvieron a su cargo no sólo la exposición de los distintos temas, sino que además se hicieron cargo del asesoramiento de las mesas de trabajo. Formaron parte del panel de expositores:

Doctora Raquel E. Langley, jefa del Programa Nacional de Prevención de Accidentes de Tránsito Vial en el Ministerio de Salud y Medio Ambiente; integrante de la Comisión Nacional del Tránsito y la Seguridad Vial; y del Comité Mixto de Accidentología Vial. Se refirió específicamente a las estadísticas de accidentes viales en todo el País; a la incidencia del alcohol en el riesgo de estos accidentes y también a la necesidad de informar a los conductores respecto a la acción depresora y anestésica del alcohol. También se refirió a todo lo que no hay que hacer cuando se presta ayuda a personas lesionadas en accidentes; y a la conveniencia de



La doctora Raquel E. Langley, jefa del Programa Nacional de Prevención de Accidentes de Tránsito en un momento de su exposición.

crear un sistema integrado por los medios de comunicación, de transporte y asistencia para que en forma coordinada presten eficaz auxilio en casos de emergencia.

Dr. Guido Mario Bulian, Secretario General de la Comisión Nacional del Tránsito y Seguridad Vial. Participó en forma ininterrumpida en la elaboración, computabilización y revisión del Proyecto de Ley Nacional del Tránsito.

Se refirió a la inminente promulgación de la Nueva Ley de Tránsito cuyo objetivo principal es unificar todas las normativas del tránsito, a nivel nacional respetando, por supuesto, el sistema federal de nuestro país. La disertación despertó grandes expectativas que fueron ampliamente analizadas para satisfacción de los presentes, quienes contribuyeron con sus inquietudes y preguntas al esclarecimiento de aquellos puntos que podían parecer confusos para quienes no estaban suficientemente informados sobre el Proyecto de Ley.

Ing. Arturo D. Abriani, profesional de la Subsecretaría de Transporte de la Nación, tuvo a su cargo el tema "Ingeniería de Tránsito" desde la perspectiva de los problemas de transporte y sus soluciones en áreas urbanas, teniendo en cuenta un punto tan importante como es el medio ambiente y la conservación de los recursos naturales no renovables; el planeamiento

de vías preferenciales de "acceso" de la población, a sus centros de interés y la actualización permanente de las predicciones de la demanda futura del transporte en relación al servicio y la seguridad del hombre.

El señor Manuel Mirás Fernández presentó el modelo de una dirección de tránsito municipal donde se unifican los trabajos técnicos y administrativos bajo una sola dirección, a fin de lograr coherencia, rapidez y eficiencia en todo lo relacionado con el servicio comunal para el tránsito vial. Se dio lugar a la discusión del tema donde se expusieron inquietudes y aclaraciones muy amplias.

Esta propuesta es el fruto de su experiencia de muchos años de trabajo como técnico del Automóvil Club Argentino. Representa a su Institución en la Comisión Nacional de Tránsito y Seguridad Vial.

Ing. Horacio J. Blot, profesional de la Dirección Nacional de Vialidad miembro representante en la Comisión Nacional de Tránsito y Seguridad Vial y en el Comité Mixto de Accidentología Vial (COMAVI). Hizo una reseña de las características de distintos tipos de caminos; de los objetivos que se tienen en cuenta para construirlos; de las posibilidades de conservación en nuestro medio; del factor humano como control y como usuario de las

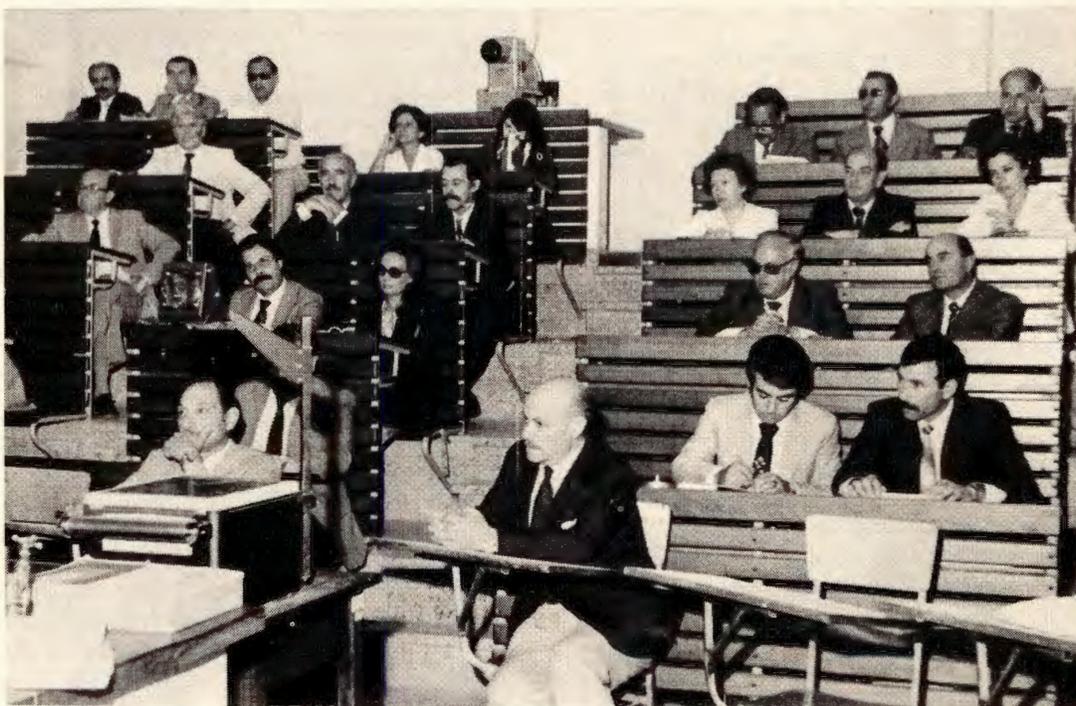
vías terrestres de comunicación. Enfatizó la necesidad de tomar conciencia respecto a que estas construcciones se realizan pensando en el hombre y para el hombre, a fin de no desvirtuar el objetivo principal: su bienestar.

Señor Carlos E. Chapasian es instructor de Cursos de Capacitación en las Destilerías La Plata de Y.P.F. Es muy amplio el radio de su acción educadora con respecto a la Seguridad. En su disertación se refirió a la metodología usada en los cursos de manejo defensivo con los cuales se logró una marcada disminución de pérdida de horas - hombre de trabajo, reposición de materiales, gastos médicos, etc.

### CONCLUSIONES

#### TEMA I) Otorgamiento de licencias.

- a) Se destaca la necesidad de poder contar con personal suficiente en número y en capacidad.
- b) Se considera necesario contar con una Dirección de Tránsito que se ajuste en lo posible a los modelos presentados en este Seminario: Disertación del Sr. Miraz Fernández (A.C.A.) y del Sr. Panelli (Municipalidad de La Plata).
- c) Se enfatiza la necesidad de que la Dirección de Tránsito sea considerada como una carrera dentro de la Administración Municipal tendiendo a lograr continuidad de las personas que se desempeñan en los cargos en dicha Dirección.
- d) Se reconoce la necesidad de promover la construcción de una pista de entrenamiento y exámen para la capacitación, de los aspirantes a obtener su licencia de conductor.
- e) Se propone programar un control Municipal sobre todas las Escuelas de Conductores siguiendo en lo posible el modelo del proyecto de la nueva Ley de Tránsito y su reglamentación, hasta la promulgación de ésta.
- f) Se propone la colaboración de las Municipalidades en el asesoramiento e instrucción de docentes y alumnos de nivel primario y medio en educación vial por medio de: charlas, material didáctico y centros educativos construidos para tal fin. (Ejemplo: el que posee D.V.B.A. en Bahía Blanca).
- g) Se solicitará a las Autoridades correspondientes exigir en todas las Comunas el cumplimiento de lo reglamentado en lo referente al N° de personas que deben responsabilizarse en el otorgamiento de las licencias de conductor.



Un grupo de los representantes comunales en el 2º Seminario de Seguridad Vial.



Sr. Albino A. Pozzi, jefe de Departamento de Seguridad Vial de la Dirección de Conservación, en el acto de clausura.

- h) Se solicita el estudio sobre la posibilidad de la inclusión en lo reglamentado por la Provincia, de normas similares a las de la Capital Federal en lo atinente al otorgamiento de licencias de conductor a personas que tienen visión en un solo ojo.

#### **TEMA II) Intersecciones y semáforos.**

- a) Se destaca la necesidad de que exista un plan primario a corto y mediano plazo para la colocación de semáforos teniendo en cuenta las normas técnicas y respondiendo una calificación adecuada de las vías de circulación urbanas, para evitar la instalación aislada e inadecuadas de estos aparatos.
- b) Se propone que en los casos donde no exista una Dirección de tránsito de acuerdo al modelo A.C.A., donde se elabore la planificación de semáforos, se concrete la formación de una comisión de enlace entre Secretaría de Obras Públicas y el Departamento de Tránsito para este fin.
- c) Se enfatiza la necesidad de una campaña de divulgación sobre lo positivo y lo negativo de la instalación de semáforos en la vía pública. Para ello se propone que las autoridades locales inviten a los medios de difusión a participar en una reunión donde un cuerpo de técnicos informen sobre el punto ya mencionado pidiendo la colaboración de estos medios de información para la educación masiva.

#### **TEMA IV) ¿Es posible la colaboración de los alumnos del CONET?**

- a) Elaborar un programa de colaboración entre las Municipalidades y las Escuelas Técnicas para que los alumnos de la ENET local puedan realizar tareas de aprendizaje en las Direcciones de Tránsito con el criterio de formar profesionales y técnicos en dicho tema.
- b) Se destaca, a sugerencia de un Director de una ENET que los alumnos de las mismas están capacitados para realizar tareas de relevamiento urbano en relación a posibles planes que tengan que ver con la organización del tránsito local - Así también la posibilidad de contar con ellos como mano de obra posible para tareas de señalización.
- c) Se recomienda que estas sugerencias se eleven a todos los Municipios como así también a los Directores de las ENET.

#### **TEMA V) Contaminación ecológica.**

- a) Se clama la necesidad de que todos los Municipios cuenten con técnicos y normas de control del medio ambiente como objetivo para lograr una calidad de vida que reconcilie la actividad del hombre para el bien del hombre.

# 4° Curso de acciones inmediatas de atención para accidentados por tránsito vial

La Dirección de Conservación ajustándose al criterio de ofrecer un servicio amplio en todo lo que atañe a la seguridad en los caminos, ha continuado con los cursillos de primeros auxilios, dirigidos a las personas que tienen posibilidades de un contacto inmediato con los lesionados en las rutas por accidentes de tránsito vial.

Estos cursillos han tenido como objetivo:

- a) Ilustrar e informar sobre los puntos básicos para mantener con vida al accidentado hasta que llegue el médico;
- b) refrescar los conocimientos ya adquiridos y afianzados;
- c) actualizar metodologías de asistencia inmediata y;
- d) realizar prácticas de reanimación cardiopulmonar. Todo ello con el propósito de mantener al accidentado en condiciones adecuadas hasta la llegada del médico, o bien, asegurar un traslado correcto del herido, sin agravar su estado, hasta el establecimiento sanitario más conveniente.

El programa desarrollado fue el siguiente:

## MECANICA DE LA RESPIRACION

- \* Señales de obstrucción en las vías respiratorias.
- \* Técnica manual para mantener despejadas las vías respiratorias.
- \* Técnica para la reanimación pulmonar boca a boca (nariz).

## MECANICA DE LA CIRCULACION SANGUINEA

- \* La importancia del oxígeno para las funciones vitales.
- \* Síntomas del paro cardíaco.
- \* Técnica de reanimación cardiopulmonar.
- \* Síntomas de hemorragias externas (arteriales - venosas - capilares).
- \* Síntomas de hemorragias internas.
- \* Síntomas de estado de shock. Su prevención.
- \* Técnica para la localización de las arterias: carótida, temporal, femoral, humeral, radial.
- \* Control de hemorragias.



Apertura del curso de Dolores de izquierda a derecha el señor Intendente D. Pedro C. Macchi, Señor Agr. Reinaldo Cabana a cargo del Despacho de la Dirección de Conservación de Vialidad, y el Señor Secretario de Gobierno de la Municipalidad, D. Elías Hauqui.

### SISTEMA OSTEO-MUSCULAR Y SUS FUNCIONES

- \* Conceptos generales sobre fracturas y luxaciones.
- \* Tipos de férulas y reglas generales para su aplicación.
- \* Síntomas y signos de fracturas, luxaciones y torceduras.
- \* Técnicas de inmovilización y entablillado de fracturas.



Parte de la concurrencia al curso en el día de la apertura. En primer plano el señor Jefe del Cuerpo de Camineros U.R. 9, Oficial Principal Carlos Frangolini.



De pie a la izquierda los Drs. Rodolfo Ribé y Raúl Gottelli  
A la derecha integrantes del equipo de enfermería de la zona Sanitaria G.L.P.  
sentada la señora Ana N. Malodosky supervisora de enfermería de la Zona Sanitaria Gran La Plata.

#### ELEMENTOS Y FUNCIONES DEL SISTEMA NERVIOSO

- \* Signos y síntomas de una fractura de columna.
- \* Reglas generales para el cuidado del paciente con lesiones de columna.
- \* Técnicas para el cuidado de pacientes que han sufrido lesiones de cráneo y en el cerebro.

#### CONOCIMIENTOS BASICOS DE LAS PARTES DEL OJO ;TORAX - ABDOMEN; APARATO DIGESTIVO; APARATO GENITO - URINARIO; Y SUS FUNCIONES.

- \* Vendaje del ojo, tenga o no algún objeto incrustado.
- \* Herida penetrante de tórax, con o sin fractura de costilla.
- \* Clases de lesiones: torax, abdomen, región pelviana y genitales.
- \* Técnica para el cuidado de estos pacientes.



Prácticas de entablillado con diversos elementos.

### APRECIACION DE LA GRAVEDAD DE LAS QUEMADURAS

- \* Lo que no se debe hacer.
- \* Técnicas para el tratamiento de las víctimas de quemaduras.

### LEVANTAMIENTO Y TRANSPORTE DE PACIENTES

- \* Fundamentos del movimiento y colocación de enfermos para su transporte.
- \* Técnica para mudar un enfermo con probable lesión de médula espinal y fijarlos a una superficie dura.
- \* Técnica para extraer del auto a un herido con posible lesión de la médula espinal.

El último cursillo del año 1981 se llevó a cabo en el mes de Diciembre en la ciudad de Dolores con el auspicio de la Municipalidad de Dolores, y la generosa participación del equipo médico del Hospital Municipal, formado por:

Dr. José A. Abait.  
Dr. Reynero Fernández Araujo.  
Dr. Raúl Zurita.

El señor Director del Hospital, Dr. Rodolfo Ribé, no sólo prestó su valiosa colaboración personal, sino que también fue un entusiasta asesor para el desarrollo del curso.

Además, se pudo contar con el concurso de los señores:

Dr. José Luis Scribano  
Dr. Juan E. Rovaux  
Dr. Daniel Nezhoda, profesionales del equipo de la Sociedad Médica de cirugía de Urgencia, de la ciudad de Ensenada.

Entre los asistentes se destacó la presencia de representantes de la Comisaría de Dolores, del Destacamento de Bomberos de Dolores, del Cuerpo de Camineros, U.R. 9 Chascomús, y de la Comisaría de Castelli.

También estuvieron presentes representantes de la Sociedad de Bomberos Voluntarios de General Belgrano y Bomberos Voluntarios de Castelli.

La coordinación, realizada por la Dirección de Vialidad, estuvo a cargo del Dr. Raul R. Gottelli.



Palabras del Agrimensor Cabana en el acto de clausura del curso.

# Acceso a Escuela Naval Militar de Río Santiago y Liceo Naval Almirante Brown

## Materialización del Convenio

El 10 de diciembre de 1981 quedó formalizado el Convenio respectivo cuyo texto se inserta, celebrado entre el Comando en Jefe de la Armada, la Empresa Propulsora Siderurgica y la Dirección de Vialidad de la Pcia. de Bs. As. la construcción del Acceso que integra a la isla Santiago en la Red Vial Provincial, constituye, por las características del terreno de fundación y de accesibilidad todo un desafío tecnológico, debiéndose recurrir a modernos métodos constructivos de terraplén de avance apoyado en textiles, a fin de definir una adecuada superficie de trabajo, se empleará como material de aporte el proveniente del dragado del canal de acceso al Puerto Propulsora.

El estudio fue desarrollado por la Dirección de Estudios y Proyectos, a través de los Departamentos de Trazados, Proyectos y de Estudios Técnicos, en tanto que la ejecución del primer tramo estuvo a cargo de la Sub dirección Zona III de nuestra repartición, de asiento en La Plata

Cabe destacar que la materialización del proyecto aduce a un esfuerzo conjunto, coordinado de las dos Instituciones y la Empresa citada en primer término, cristalizado como corolario de la realización de las reuniones técnicas previas.

El acto de firma del Convenio contó asimismo con la presencia de altas autoridades provinciales y del Comando en Jefe de la Armada, así como Personal Directivo de la Empresa participante.

Se expone a continuación el texto integro del Convenio.

VISTO, que la Región Naval de Río Santiago y la población civil aledaña no cuenta con acceso por tierra que la conecte con la Red de transporte público y

## CONSIDERANDO:

Que tal conexión hasta el presente se ha efectuado mediante transportes fluviales con todas las limitaciones que ello implica haciéndose necesario entonces vincular la Isla Santiago con la Red de Caminos Provinciales.

Que el camino que la Dirección de Vialidad ha estudiado desarrolla su traza sobre tierra en parte propiedad de Propulsora Siderurgica y en parte en jurisdicción del Comando en Jefe de la Armada.

Que corresponde entonces aunar la voluntad de los tres Entes mencionados para que tal infraestructura se materialice.

Que por todo ello, entre el Comando en Jefe de la Armada Argentina, representada en este acto por el Comandante de la Región Naval de Río Santiago, en adelante, el COMANDO, contraalmirante JORGE AUGUSTO GOULU, la Empresa Propulsora Siderúrgica, en adelante PROPULSORA, representada por su Gerente General Ingeniero FERNANDO FREYTES y la Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires, en adelante, VIALIDAD, representada por su Administrador General Ingeniero GONZALO AMARANTO PERERA, se acuerda formalizar el siguiente:

#### CONVENIO

- 1º VIALIDAD, se compromete a ejecutar en la zona de la Isla Santiago y en forma progresiva, un camino pavimentado de acceso a la Escuela Naval Militar desde el Camino Almirante Brown, con una longitud aproximada de cuatro mil setecientos sesenta metros, a desarrollarse en una zona de camino de cincuenta metros de ancho, cuya traza se esquematiza en el plano que se acompaña y forma parte de este Convenio.
- 2º El COMANDO se compromete a ceder y transferir los derechos de posesión y dominio en forma gratuita y definitiva a VIALIDAD, la superficie de terreno necesaria para la apertura de la traza del camino aludido dentro del área de su jurisdicción, para lo cual VIALIDAD proveerá los planos de mensura correspondientes.
- 3º PROPULSORA, se compromete a ceder y transferir los derechos de posesión y dominio en forma gratuita y definitiva a VIALIDAD de la superficie de terreno necesaria para la apertura del camino aludido dentro del área de su propiedad y para lo cual VIALIDAD proveerá los planos de mensura correspondientes.
- 4º PROPULSORA, con destino a la construcción del camino en consideración, ha de contribuir con el material de refulado proveniente del dragado de mantenimiento del Canal Santiago, Dársena de Maniobra y Puerto Ingeniero Rocca.
- 5º El COMANDO y PROPULSORA autorizan a VIALIDAD a comenzar los trabajos.
- 6º Suscriben el presente Convenio en 5 (Cinco) ejemplares de un mismo tenor las personas mencionadas, ello ad-referendum de la Superioridad del Comando en Jefe de la Armada, de Autoridades Superiores de la Empresa Propulsora Siderúrgica y de los Organismos de la Constitución de la Provincia de Buenos Aires, en la localidad de Ensenada a los diez días del mes de Diciembre de mil novecientos ochenta y uno.

**CONTRATOS FIRMADOS  
MES DE ENERO A MARZO DE 1982**

OBRA	PARTIDO	EMPRESA	MONTO	FECHA DE CONTRATO
Pavimentación y repavimentación de arterias complementarias de la R.P. N° 4 Cañada de Juan Ruiz I Etapa.	MORON	P.B.P,S.A. COIMBRA S.R.L.	11.447.543.755	22/2/82
Ensanche y refuerzo de estructura del camino R.P. 36 Camino Costa Sud - Tramos II y III.	MAGDALENA	PAICO S.A.C.I.C. e I.	26.197.467.374	2/3/82
Construcción de obras básicas y pavimento flexible en el camino R.P. 4 Tramo R.P. 14 - Burzaco y puente sobre Río Las Piedras.	QUILMES FLORENCIO VARELA ALMIRANTE BROWN	BALPALA Constr. S.A.	41.615.089.408	2/3/82
Reconstrucción, ensanche y refuerzo de estructura del camino R.P. 30 Rauch - Las Flores II y III tramos.	RAUCH LAS FLORES	INMAR S.A.	33.917.215.867	3/3/82
Obras básicas y carpeta de concreto asfáltico en el camino Henderson - Hidronor y Subestación de rebaje línea El Chocón - Buenos Aires (119-02).	HIPOLITO IRIGOYEN	COFI S.A.	6.912.781.429	6/3/82
Reconstrucción y refuerzo de estructura de la R.P. 50 - camino Ayacucho - Rauch, en el tramo comprendido entre Arroyo Langueyú y la Rotonda de Intersección de las R.P. 30 y 50	RAUCH	BURGWARTD Y CIA. S.A.I. C. y AGRO-GANADERA	6.846.044.003	23/3/82

# Los equipos franceses de gran rendimiento operacional para la auscultación de la red vial

Por: Dr. Ing. Paul AUTRET

Jefe de Actividades en el Extranjero del Laboratorio Central de Puentes y Caminos de Francia.

Traducción:  
Ing. Jorge Raúl TOSTICARELLI.

Universidad Nacional de Rosario.

## AGRADECIMIENTO:

El traductor agradece la colaboración de la Srta. SILVIA PEREZ en la traducción y compaginación del presente trabajo.

### I — Necesidad de los equipos de auscultación.

En los 20 años de la post guerra, Francia se vio confrontada a una situación de vulnerabilidad de los pavimentos de su Red Vial. Esto tuvo por causa un crecimiento muy intenso del tránsito pesado, con aumento de las cargas por ejes (el máximo legal fue elevado a 13 toneladas), paralelamente a una falta de conservación crónica.

El revelador de esta debilidad fue sobre todo el invierno 1962-63, durante el cual una sucesión de ciclos importantes de congelamiento y deshielo puso fuera de servicio una parte importante de la red.

Por consiguiente fue necesario poner en práctica una nueva política vial y eso ha sido posible gracias a la infraestructura técnica de la administración francesa y notablemente a la red de los laboratorios de puentes y caminos.

Esta política comprendió tres fases:

1. Una Auscultación Global de la red, para evaluar su calidad, esta fase, realizada desde 1965 a 1967, permitió definir las necesidades de refuerzo y de conservación, con sus prioridades relativas.
2. Una Auscultación detallada de itinerarios, según un programa definido en la fase precedente, y que comprendió:

- a. Una reactualización de los parámetros desde el punto de vista de la patología de los pavimentos, con separación de los itinerarios en secciones homogéneas desde el punto de vista del comportamiento y de los trabajos a efectuar.
- b. La elección de las soluciones técnicas a aplicar, en función del estado de los pavimentos, y de las disponibilidades económicas.
- c. La constitución de los pliegos de licitación.

Es así como fueron puestos en práctica, a partir de 1968, los refuerzos llamados coordinados.

3. Seguimiento de la red en buen estado, para el establecimiento de una política de conservación preventiva.

Con el objeto de no retornar nuevamente a la situación precedente de destrucción incontrolada, fue necesario supervisar sistemáticamente la red en buen estado; es decir, la compuesta por los itinerarios reforzados, los itinerarios nuevos, y aquellos itinerarios cuya buena calidad no justificaba su refuerzo.

Este seguimiento implica, además de las mediciones de capacidad portante, mediciones de características de superficie de los pavimentos,

necesarios para conservar el nivel de servicio ofrecido al usuario, desde el punto de vista de su confort y de su seguridad.

Las tres fases fueron efectuadas sobre longitudes importantes de la red (fase 1:45.000 Km; fase 2 y 3:28.000 Km); es fácil concebir que los medios de estudio debieron ser adaptados. Es con este objetivo que fue necesario poner a punto, dentro de los laboratorios de puentes y caminos, una metodología de auscultación de la red vial correspondiente a las tres fases descriptas y los equipos de medición de gran rendimiento operacional.

El gran rendimiento de los equipos impone que ellos sean incorporados a una organización que permita utilizarlos de la forma más eficaz y más coherente posible, de ahí la noción de CUMAG (Centre D'Utilisation des Matériels d'Auscultation a' Grand Rendement, Centro de Utilización de los Equipos de Auscultación de Gran Rendimiento), los que tienen como principios básicos:

- a. Coordinación y tutela técnica, asegurada por el LCPC.
- b. Optimización del número de equipos.
- c. Utilización intensiva de los medios informáticos, tanto a nivel de la obtención de los datos como así también de su explotación y archivo.
- d. Mantenimiento y reparaciones mayores, confiadas al CCT (Centre Coordonnateur de Trappes, Centro Coordinador de Trappes), que asegura igualmente la evolución y modernización de los equipos.

Las mediciones son efectuadas, en lo que concierne a las Rutas Nacionales por cuenta de la DRCR, (Direction de Routes et de la Circulation Routiere, Dirección de Rutas y de la Circulación Vial), dependientes del Ministerio de Transportes. El SETRA (Service d'Etudes Techniques de Routes et Autoroutes, Servicio de Estudios Técnicos de Rutas y Autopistas), que es su órgano Técnico, es quien comanda las mediciones.

Otros clientes requieren asimismo los servicios de los Equipos de Auscultación de gran rendimiento: las sociedades concesionarias de autopistas, como así también administraciones departamentales, los requieren para la evaluación de los programas de conservación de las redes sobre las cuales ellos tienen la responsabilidad de la gestión. Se puede también incluir a los servicios técnicos de algunas grandes ciudades, como así también los países extranjeros.

La utilización de la informática será aún más eficientemente aprovechada gracias al esta-

blecimiento del BDR (Banque de Données Routieres, Banco de Datos Viales) en curso de creación en el seno de SETRA, y que reunirá todas las informaciones útiles existentes sobre las rutas nacionales, dentro de las cuales prioritariamente los resultados de las mediciones de gran rendimiento.

## 2 — Descripción de los equipos

### 2.1. Deflectógrafos LACROIX

El aparato utilizado para la Auscultación Deflectométrica es el Deflectógrafo LACROIX - LCPC de chasis largo. El mide la deflexión, es decir la deformación vertical del pavimento bajo la acción del pasaje de una carga normalizada. (Fig. 1).



Fig. 1  
DEFLECTOGRAFO LACROIX modelo 03

La Deflexión da una indicación sobre el estado de la estructura del pavimento, y su aptitud para recibir las cargas del tránsito sin degradación; su interpretación puede conducir, teniendo en cuenta lógicamente la composición del paquete estructural, a una proposición sobre la necesidad de un refuerzo, como así también contribuir a la definición de su espesor.

La medición se efectúa bajo el eje trasero (ejes con ruedas duales con una carga fija de 13 toneladas, es decir el máximo legal en Francia), con la ayuda de una palanca o brazo palpador asociado a una viga de referencia. Este brazo palpador es solidario a la parte móvil de un sensor de desplazamiento cuyo cuerpo es solidario a la viga de referencia. El sensor

transforma la deflexión mecánica en una señal eléctrica que es registrada simultáneamente sobre un registrador fotográfico y un registrador magnético, produciendo simultáneamente un registro gráfico llamado Deflectograma, y un registro sobre banda magnética para su posterior procesamiento por computadora. La figura 2 muestra un ejemplo de parte de un deflectograma.

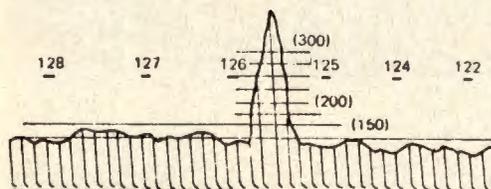


Fig. 2

Ejemplo de deflectograma. Puede observarse una zona de deflexión muy elevada, en el medio de un tramo de deflexión uniforme.

El Deflectógrafo trabaja según el siguiente esquema:

El vehículo avanza a velocidad constante mientras que el sistema de medición constituido por la viga de referencia y sus brazos sensores avanza en forma discontinua; se producen así ciclos de medida cada uno de los cuales se descomponen en los siguientes pasos:

- a. La viga de referencia se ubica delante del eje trasero del vehículo de tal forma que cada brazo palpador quede situado sobre la trayectoria de la rueda dual y fuera de la zona de influencia de la deflexión. Esta viga descansa sobre el suelo por 3 puntos de apoyo que definen así un plano de referencia horizontal. Esta posición del sistema de medida es tomada como origen para la medición de la deflexión.
- b. Las ruedas duales avanzan hacia los sensores que entran así dentro de la zona de deformación del pavimento. La deflexión es registrada hasta el momento en que el eje trasero sobrepasa aproximadamente en 20 cm el externo del brazo sensor. Durante toda esta fase los 3 apoyos de la viga permanecen estacionarios y la deflexión pasa por un máximo.
- c. La viga de referencia está vinculada a un sistema de tracción solidario al vehículo; ella es así bruscamente conducida hacia delante del vehículo reencontrando su

posición inicial. El paso de las mediciones es del orden de 4 m y el vehículo se desplaza a una velocidad constante aproximadamente de 3,5 Km/h.

El Equipo LACROIX se compone de los siguientes elementos:

- Un camión de chasis largo con carga de 13 toneladas sobre el eje trasero y equipado con ruedas duales.
- Una viga de referencia equipada de brazos sensores.
- Un sistema de guía de la viga que la hace seguir la trayectoria del vehículo.
- Un sistema de tracción para posicionar la viga.
- Los sistemas automáticos de comando y equipamiento electrónico de medición y registro.
- Un laboratorio móvil montado sobre el chasis del camión y que puede contener sala de trabajo, cabina fotográfica, cuchetas, etc.

Cada deflectógrafo permite auscultar de 20 a 30 Km diarios de pavimento. (Ver Nota del Traductor N° 1).

## 2.2. Analizador dinámico de perfil longitudinal, tipo APL 72

Este aparato (fig. 4) mide en forma continua la lisura longitudinal de los pavimentos; se trata de la versión del APL adaptado a las medidas de rutina de gran rendimiento (otra versión, el APL 25, se utiliza para las medidas de lisura en obra o para estudios especiales.

**N. D. T. N° 1:** La Dirección Nacional de Vialidad Argentina ha adquirido recientemente 5 Deflectógrafos LACROIX, los que incorporó a su servicio durante el año 1981, realizando estudios y trabajos de investigación y rutina sobre unos 4.000 Km, durante dicho año.

La figura 3 muestra una vista de los equipos y mayores referencias sobre su uso pueden obtenerse en el artículo "PRIMERAS EXPERIENCIAS DE UTILIZACIÓN DE DEFLECTOGRAFOS LACROIX EN ARGENTINA" de Tagle A., Tosticarelli J. y Petroni E. Primer Congreso Latinoamericano del Asfalto, Río, Brasil, Diciembre 1981.



Fig. 3

Deflectógrafos LACROIX adquiridos por la Dirección Nacional de Vialidad

La lisura longitudinal constituye una de las principales cualidades superficiales de los pavimentos. Los defectos de lisura son caracterizados en forma geométrica por su amplitud (deformación vertical), y su longitud de onda.

La lisura pone en juego la seguridad (longitudes de onda cortas y medianas) y el confort (longitudes de onda medianas y grandes) del usuario; puede, con ciertas reservas, servir para cuantificar la evolución de las degradaciones, del pavimento, al menos cuando éste no tiene bases rígidas.

El aparato está compuesto por dos remolques ligeros arrastrados por un vehículo común. Cada remolque está constituido por:

- Un brazo muy rígido equipado de una rueda tipo ciclomotor.
- Un chasis lastrado que reposa sobre el brazo por medio de un resorte y un amortiguador, estudiados de manera de asegurar un excelente contacto de la rueda de medida sobre el pavimento.
- Un péndulo inercial de baja frecuencia que sirve de referencia pseudo horizontal.

A velocidad constante (72 Km/h), se registran en forma continua las variaciones angulares del brazo porta-rueda en relación al péndulo.



Fig. 4

El Analizador Dinámico del Perfil Longitudinal  
Modelo APL 72

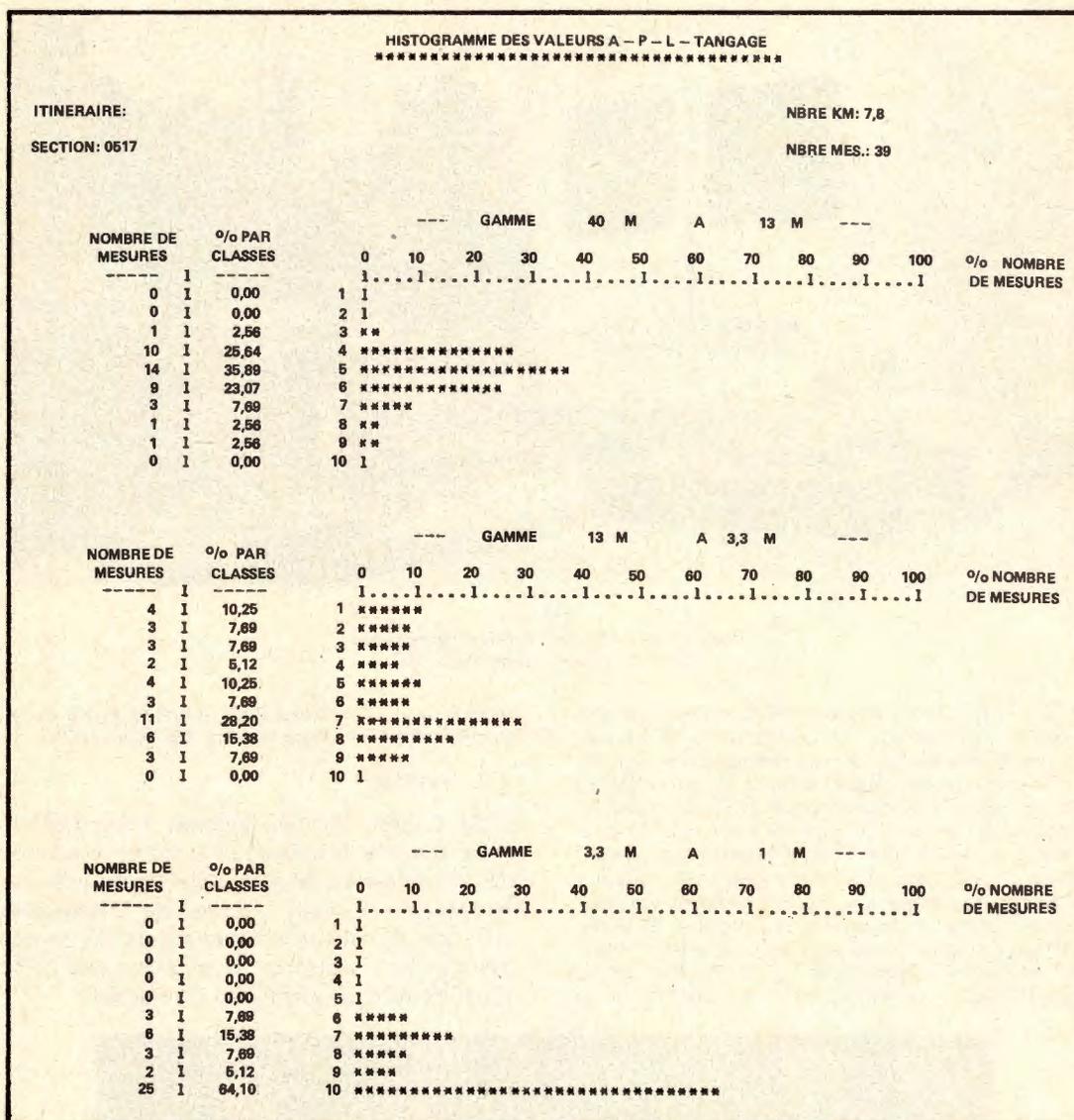


Fig. 5  
Ejemplo de Histograma con distintos niveles de lisura suministrado por el APL 72

El procesamiento de este registro se realiza sobre una cadena de análisis completamente automatizada; el resultado es dado bajo la forma de 3 niveles de lisura comprendidos entre 0

(lisura muy mala) y 10 (lisura excelente), para 3 gamas de longitud de onda (1 a 3,3 m; 3,3 m a 13 m; 13 m a 40 m). (Fig. 5). Ver Nota del Traductor N° 2



Fig. 6  
Rugosímetro tipo B.P.R. perteneciente a la  
Dirección Nacional de Vialidad.

**N. D. T. Nº 2:** La Dirección Nacional de Vialidad dispone, para analizar las características dinámicas del perfil longitudinal, de tres Rugosímetros tipo B. P. R., como los que pueden verse en la figura nº 6. Si bien el esquema de funcionamiento y sobre todo la filosofía de análisis y uso de los resultados difieren entre la técnica norteamericana (Rugosímetros acumulativos - promediadores) y la francesa (APL - lisura), el objeto de esta nota es mostrar comparativamente de qué equipos se dispone en la Argentina. Mayores referencias pueden obtenerse en el artículo: "USO DE RUGOSIMETROS TIPO B.P.R. EN LAS EVALUACIONES VIALES", TAGLE A., BRUCK M. y

MONTICELLI C., Libro XXII Reunión Anual de la Comisión Permanente del Asfalto. San Juan, 1980.

### 2.3. SCRIM.

El SCRIM, (fig. 7), (Sideway Force Coefficient Routine Investigation Machine, Máquina de Investigación de Rutina del Coeficiente de Rozamiento Lateral), aparato de concepción británica, permite apreciar la adherencia de los pavimentos a través de la medición del CFT (Coeficiente de Frotamiento Transversal.).



Fig. 7  
Equipo de medición del Coeficiente de Frotamiento  
Transversal, modelo SCRIM.

Este coeficiente, relación entre la reacción transversal engendrada por la adherencia neumático - pavimento y la reacción vertical de la ruta sobre el neumático, corresponde a la resistencia al deslizamiento sobre ruta mojada. Las mediciones efectuadas en forma continua a 60 Km/h, sobre ruta y a 100 Km/h sobre autopista, dentro del flujo de la circulación, permiten precisar las heterogeneidades de los niveles de adherencia presentados por la red caminera y de localizar las zonas de adherencia deficiente. La fuerza es medida por un sensor hidráulico y registrado sobre banda perforada y sobre impresora. Impulsos provenientes de las ruedas dan paralelamente indicaciones de distancia y de velocidad.

La ruta es probada según un paso variable (5, 10 a 20 m). La cadena de medición releva para cada paso durante ocho intervalos de tiempos constantes los valores de CFT y de velocidad medidas sobre esta sección, luego perfora (perforadora) o imprime (impresora) las medias

de estos valores. Toda entrada manual de datos (por ejemplo, puntos singulares en la ruta que pueden servir como referencia) se efectúa a través de teclas, sea durante las mediciones o en la preparación al comenzar la sección. (fig. 8).

El SCRIM es un camión equipado por una cisterna de 5.000 litros que lleva una rueda de medición sobre su costado derecho. La medición es por lo tanto efectuada sobre la parte de la calzada más solicitada por el tránsito.

El neumático de prueba es un neumático liso de 76 x 508 con una duración y una resiliencia standarizada, cargado por una masa de 200 Kg que se puede desplazar verticalmente (independientemente de los movimientos del vehículo) gracias a guías verticales.

Un sistema de aire comprimido sube y baja la rueda de medición y simultáneamente cierra o abre la compuerta de agua. El agua es distribuída justo delante de la rueda de medición. En las condiciones standard de prueba, la autonomía máxima es de 100 Km.

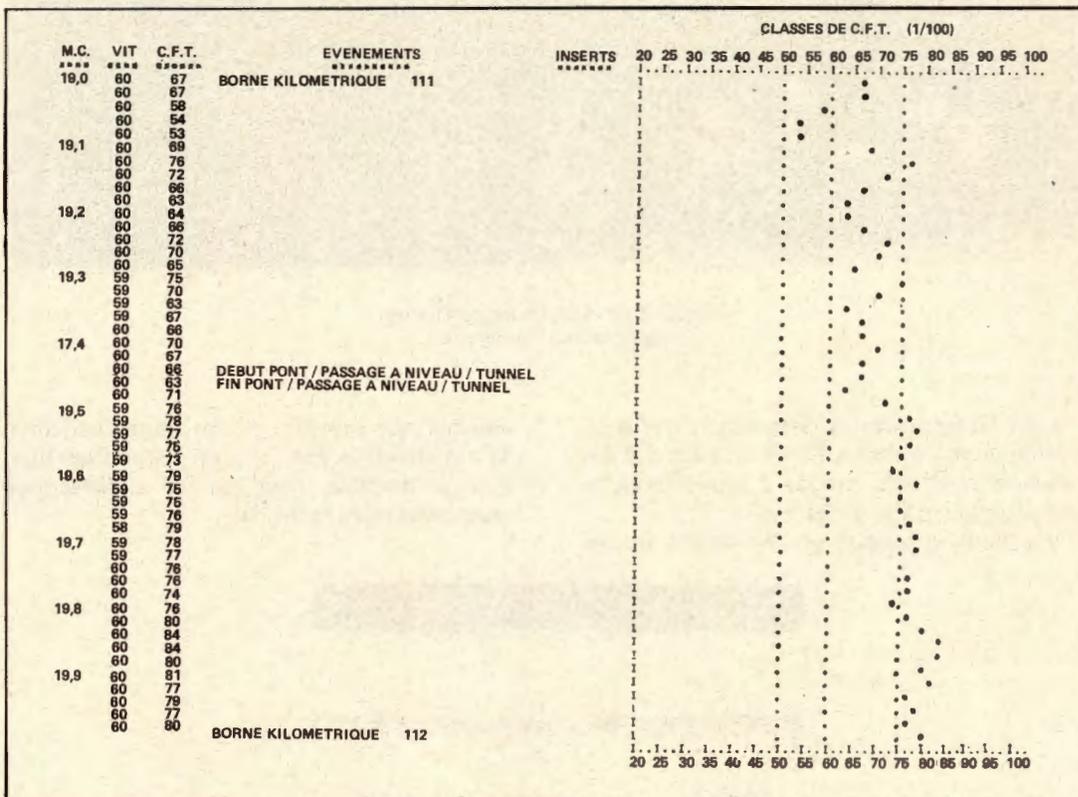


Fig. 8  
Ejemplo de listado de valores CFT  
medidos con el SCRIM.

Después de las pruebas, la rueda de medida es retitada para evitar un desgaste demasiado rápido del neumático.

Un sistema de calibración rápido permite verificar antes de comenzar cada sección el conjunto de la cadena de medición.

El sistema de registro de datos, dispuesto en la cabina, está compuesto de una impresora y de una perforadora. La impresora es utilizada en medidas sistemáticas.

#### 2.4. GERPHO

Este aparato (fig. 9) (Groupe d'Examen Routier Photographique, Grupo de Examen de Rutas por Fotografía) permite la fotografía vertical en forma continua del pavimento: proporciona luego del revelado, un film continuo de 35 mm. la imagen representa el pavimento en positivo, en una escala 1/200 (ancho visible: 4,60 m) (fig. 10).



Fig. 9  
Equipo GERPHO, Grupo de Examen  
de Rutas por Fotografía.

Los relevamientos se efectúan únicamente durante la noche con el fin de obtener una iluminación constante, gracias a proyectores, la velocidad nominal es de 60 Km/h.

Los films se pueden ver por medio de una

moviola, que proyecta el film sobre una pantalla esmerilada y que lleva un teclado que permite al operador codificar las degradaciones registradas sobre la película.

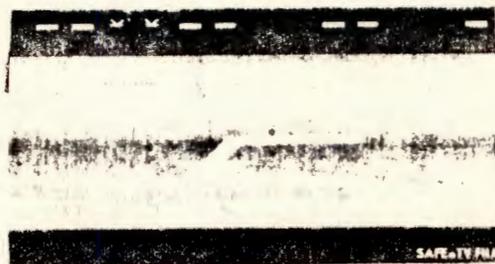


Fig. 10  
Ejemplo de film suministrado por el GERPHO

La cadencia del procesamiento varía entre 50 y 100 Km por día de trabajo, según el número de degradaciones a registrar.

El GERPHO permite la cuantificación y el registro de todo tipo de degradación visible a simple vista, salvo las deformaciones transversales. (ahuellamiento).

Permite la visualización de otros elementos presentes sobre el pavimento: señalización horizontal, desagües, etc.

El GERPHO presenta por lo tanto sobre los procesos clásicos de registro de deterioros la ventaja de ser netamente más rápido, exhausti-

vo y objetivo. La película del GERPHO constituye un archivo detallado e imparcial del estado superficial de los pavimentos que es uno de los principales elementos necesarios para el seguimiento del estado mecánico de las calzadas.

## 2.5. GYROS

La plataforma GYROS (fig. 11) ha sido concebida para relevar automáticamente los trazados viales por el principio del giróscopo.



Fig. 11

Equipo plataforma GYROS para el relevamiento planialtimétrico del trazado.

El vehículo contiene:

- Una central giroscópica y sus órganos de alimentación, que proporciona en forma permanente los ángulos de cabo, de rolido, de cabeceo.
- Un sistema de información de distancia recorrida.
- Un registrador magnético que acumula el resultado de las medidas con una cadencia elevada.

La explotación de las mediciones es efectuada por computación.

El dominio de las aplicaciones prácticas de la plataforma GYROS es vasto por cuanto él reagrupa el conjunto de los estudios que son necesarios para relevar un trazado. La GYROS puede asimismo ser instalada sobre un barco (relevar canales de navegación), sobre un vagón (aplicaciones ferroviarias), etc.

En el campo específicamente vial se puede citar:

- El estudio del comportamiento dinámico de un vehículo sobre una calzada; virajes, lomos de burros, puntos singulares del trazado. Las medidas se efectúan entonces a la velocidad máxima autorizada por el trazado. Es así que la GYROS ha sido utilizada para el estudio de zonas de accidentes adonde era posible poner en evidencia la coordinación planialtimétrica del trazado, y ello ha permitido definir punto por punto los espesores de reperfilado necesarios para la obtención de un peralte conveniente;
- Sin embargo, la principal aplicación sigue siendo el relevamiento sistemático de los trazados viales. En efecto, por bloqueo, de la suspensión, la caja del vehículo conserva una posición sensiblemente fija en relación a la superficie de la calzada, lo que per-

mite restituir la topografía de la ruta recorrida. Para tales mediciones, el bloqueo de la suspensión requiere circular alrededor de 25 Km/h. Esto permite relevar por lo menos de 100 a 150 Km de trazado por día, independientemente de las condiciones climáticas. Solamente en ese campo, las aplicaciones son numerosas: perfil longitudinal, trazado en planimétrico, peralte, pendientes de reperfilado e implantación de cota roja para un refuerzo, cálculo de velocidades de referencia brutas, cálculo de las distancias de visibilidad en el perfil longitudinal, localización de zonas de acumulación de agua.

Los documentos correspondientes son obtenidos automáticamente sobre mesa graficadora.

## 2.6. CAMEROUTE

Este aparato (fig. 12) realiza fotografías sucesivas de la ruta tal cual es vista por un conductor. Cada fotografía, gracias a un sistema óptico simple, lleva un medallón de indicación de mojón kilométrico, permitiendo así una referencia precisa de las vistas. (fig. 13).

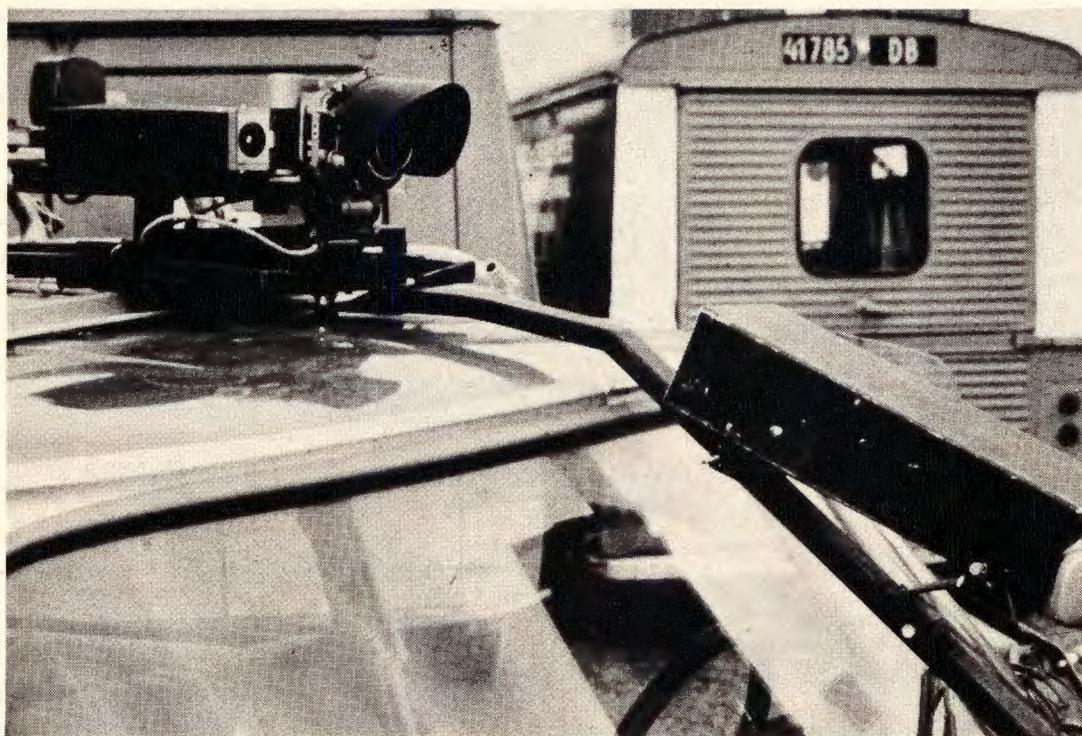


Fig. 12  
Equipo CAMEROUTE para filmación del camino desde el puesto del conductor.

El aparato fotográfico es alimentado por un cargador de gran capacidad (3000 vistas) y está instalado a bordo de un vehículo cuyo desplazamiento sobre la rueda comanda automáticamente la obtención de la toma a un paso constante (de 10 a 50 m).

El sistema CAMEROUTE permite formar un fichero fotográfico con referencias de la ru-

ta a una cadencia media de 50 a 75 Km por día.

El dominio de las cuestiones a las cuales CAMEROUTE puede responder es vasto:

Indicaciones relativas a la calzada:

- Señalización horizontal, ancho de las trochas de circulación.



Fig. 13  
Ejemplo de la toma del equipo CAMEROUTE.

#### Indicaciones relativas a la banquina:

- Estimación de su ancho, altura con respecto al pavimento (cuando la vegetación no es muy abundante), su estado, estabilizado, revestida, empastada, peatonal, estacionamiento, etc.

#### Indicaciones relativas a la zona de caminos:

- Desmontes, terraplenes, cunetas, vegetación muros, accesos a propiedades, líneas telefónicas y eléctricas, bocas de incendio, etc. siempre que ellos no estén demasiado alejados del pavimento.

#### 2.7. Otras posibilidades.

Otros aparatos podrán en un futuro próximo agregarse a estos que se acaban de describir: se pueden citar en particular, el huellómetro, aparato que permite relevar en forma continua y con gran rendimiento la profundidad de las huellas (ahuellamiento) y del cual existe ya un prototipo. (fig. 14).

### 3 - Utilización de las mediciones

#### 3.1. El rendimiento

La experiencia muestra que el rendimiento de un instrumento no se aprecia directamente por su cadencia de medición sino por la velocidad de procesamiento de sus resultados. Esto implica dos cosas:

- Recurrir sistemáticamente a la informática.
- La puesta a punto de técnicas operatorias simples unificando los procedimientos de empleo de los equipos.

En efecto, una vez que los procedimientos y las técnicas operatorias han sido puestas a punto, nada puede ser dejado libre a la improvisación.

La Tabla 1 indica las cadencias normales permitidas por los equipos y los sistemas de procesamiento.

La Tabla 2 proporciona un detalle de las longitudes auscultadas en la campaña del año 1980 y la Tabla 3 indica la periodicidad de las mediciones sobre la red Nacional Francesa que ha sido reforzada.



Fig. 14  
Equipo para la determinación del ahuellamiento.

TABLA 1 - Rendimientos normales de medición y procesamiento

	Velocidad nominal (Km/h)	Rendimiento diario		Procesamiento y archivo de la campaña SETRA 1980 (Km/d)
		Del equipo de medición (Km/d)	Del equipo en la campaña SETRA 1980 (Km/d)	
Deflectógrafo 03	2 - 4	10 - 15	8 - 12	215
APL 72	72	100 - 200	50	215
SCRIM	60	150 - 200	90	215
GERPHO	60	150 - 200	60	25 - 35 (asfalto) 10 - 15 (hormigón)
GYROS	25	100 - 150	—	
CAMEROUTE	25	50 - 100	5	

**TABLA 2 – Longitudes de Rutas Auscultadas por los diferentes equipos durante la campaña 1980**

	Longitud total medida (km)	Longitud programa SETRA (km)
Deflectógrafos 03	9.500	5.700
APL 72	10.400	5.200
SCRIM	9.000	7.100
GERPHO	9.400	900
GYROS	5.000	4.500

**TABLA 3 – Periodicidad de mediciones sobre la red Nacional Francesa reforzada**

Años	Equipos	Deflectógrafo	SCRIM	APL
	n (1)	•	•	•
	n + 4	•	•	•
	n + 6		•	
	n + 8	•	•	•
	n + 10		•	
	n + 12	•	•	•

(1) El año n es el año de inclusión del tramo en el programa de mantenimiento, en general el año siguiente al de la construcción o del refuerzo.

### 3.2. Utilización de los resultados

El empleo intensivo de la informática, tanto para procesar como para archivar los resultados de las mediciones, no debe conducir a suprimir el rol fundamental del ingeniero. Es por el contrario gracias al sistema informático, que suministra bajo una forma clara y objetiva los resultados sintéticos que se apoyan sobre un gran número de mediciones, que el ingeniero podrá ejercer su arte en las mejores condiciones posibles.

Es fácil concebir que los aparatos de medida, las computadoras que aseguran el procesamiento y archivo de los valores y los ingenieros viales capaces de interpretar los resultados y de traducirlos en proposiciones concretas, constituyen un equipo integral e indisoluble.

En este conjunto el que permite mantener y mejorar las calidades de nuestra red vial limitando los gastos a los trabajos necesarios, y con una buena previsión de ambos.

**REVISTAS RECIBIDAS** Octubre / Diciembre de 1981  
Enero / Marzo de 1982

**ARGENTINAS**

AUTOCLUB N° 115 (Oct./81) - Nro. 116 (Dic./81).

BOLETIN DEL CEMENTO PORTLAND N° 83 (Set. - Oct./81) - N° 84 (Nov./ Dic. 81) N° 85 (En. - Feb./82).

BOLETIN INFORMATIVO DE ANALES DE LEGISLACION ARGENTINA.  
No 37/49 de 1981 y 1/10 de 1982.

C.A.I. INFORMA N° 337 (Oct./81) - N° 338 (Nov./81).

CAMINOS N° 411 (Set. - Oct./81) - N° 412 (Nov. - Dic./81).

CARRETERAS N° 100 (Oct. - Dic./81) - N° 101 (En. - Marzo/82).

CATAC. (Confederación Argentina del Transporte Automotor de Carga) - N° 128 - 129 (Oct. - Dic./81).

CONSTRUCCIONES (Cámara Argentina de la Construcción) - N° 291 - 292 (Set. - Dic./81) - N° 293 (En. - Feb./82).

EL ASFALTO (Boletín de la Comisión Permanente del Asfalto) - N° 31 (Oct. - Dic./81).

INFORMACIONES DE LA COSTRUCCION (Cámara Argentina de la Construcción) - N° 846 al 861 (Oct. - Dic./81) - N° 862 al 873 (En. - Marzo/82).

IRAM - TECNOLOGIA Y GESTION - N° 3/4 (Jul - Dic./81).

MOTOR Y CAMINO - N° 445/446 (Set. - Oct./81) - N° 447/448 (Nov. - Dic./81).

REVISTA DE INGENIERIA (Centro Ingenieros Prov. de Buenos Aires) - N° 115 (Oct. - Dic./81).

SEGURIDAD VIAL (Comisión Nacional de Tránsito y Seguridad Vial) - N° 2 (Oct. - Nov./81) - N° 3 (Feb/82).

SINTESIS INFORMATIVA (Banco de la Prov. de Buenos Aires) - N° 213 (Oct./81) - N° 214 (Nov./81) - N° 215 (Dic./81) - N° 216 (En./82).

SUMMA - N° 169 (Dic./81) - 170 (En./82).

TECHINT (Boletín Informativo) - N° 224 (Oct. - Dic./81).

**EXTRANJERAS**

BITUMEN INDUSTRIE - N° 5 (Set. - Oct./81).

BOLETIN DE INFORMACION DEL LABORATORIO DE CARRETERAS Y GEOTECNIA - N° 147 (Set. - Oct./81).

BR (A Revista do Transporte Rodoviario de Carga) - N° 183 (Oct./81) - N° 184 (Nov./81) - N° 185 (Dic./81).

FORUM DE COMERCIO INTERNACIONAL - N° 4 (Oct. - Dic./81).

LE STRADE - N° 1199 (Nov. - Dic./81).

TRANSPORTATION QUARTERLY - N° 1 (Enero/82).

**PERIODICOS**

EL CONSTRUCTOR - (Oct. - Dic./81) (Enero/marzo de 1982)

NOTICIAS DE INGENIERIA (Centro de Ings. Prov. de Bs. As.) - N° 139 (Oct./81) - N° 140 (Dic./81) (Enero - Feb./82).

NOTICIERO DEL PLASTICO - N° 271 (Enero/82).

# Transferencia de carga en las juntas transversales de contracción y diseño de los pavimentos de hormigón

Traducido del Bulletin de Liason des Laboratoires des Ponts et Chaussées (setiembre 1979).

Por la Licenciada Rosa Elena Saggio y la Ingeniera Nancy Edid Villabona de Suarez.

El trabajo que aquí se presenta sintetiza las conclusiones obtenidas a partir de la realización de una encuesta internacional, organizada por el Sub Comité N° 1 del Comité Técnico de Pavimentos de Hormigón del AIPCR, y fue expuesto durante el XXI Congreso Mundial de Carreteras (Viena, setiembre de 1979).

Creemos interesante su difusión a partir de nuestra revista, por cuanto analiza extensamente los factores que intervienen en el proceso de transferencia de carga de los pavimentos de hormigón a nivel de juntas, efectuando recomendaciones para el diseño e introduciendo la influencia de las condiciones climáticas y de la naturaleza de las bases sobre el tránsito límite admisible, a la luz de un gran volumen de información procedente de sesenta expertos, representando a treinta y un países.

Asimismo tiende a la normalización del parámetro transferencia de carga, determinado a través de las deformaciones de las losas en proximidad de la junta, originadas por una carga cercana, y que puede constituirse en una media directa de la calidad de comportamiento estructural de un pavimento de hormigón en servicio.

En razón de lo extenso del material, se publicará según dos partes, constando el desarrollo principal en la primer parte, y los anexos más importantes en la segunda.

## PARTE 1.

### I — Introducción

¿Colocar o no Pasador? He ahí la cuestión:

Después de varias decenas de años esta pregunta enfrenta a los ingenieros de caminos de diferentes países. El objeto de este informe es extraer, de la multiplicidad de experimentaciones y de prácticas nacionales aparentemente contradictorias, una respuesta que ponga luz a los dominios específicos del empleo de cada

diseño, definiendo nítidamente los factores que deben ser considerados en cada caso para responder a esta pregunta.

Esta tentativa no puede ser, evidentemente, más que una primera aproximación que las investigaciones y los balances futuros deberán precisar.

La respuesta a esta pregunta es de la mayor importancia, tanto a causa del costo de los dispositivos de transferencia de carga colocados en

obra cada año en el mundo (entre el 5 y el 20 % del precio de la construcción del pavimento) como por las consecuencias graves que pueden resultar de la ausencia de este dispositivo en ciertas situaciones (aquello que en el límite puede conducir a reconstruir o reforzar una sección entera de camino antes de los 10 años de construido (ver anexo 2).

El informe que sigue ha sido establecido después de un estudio profundizado de la bibliografía internacional sobre el tema, así como sobre temas vinculados (ver anexo 1), después del envío de un cuestionario muy completo a 60 expertos, representando 31 países y al examen detallado de respuestas recibidas de 25 países (este examen permite conocer las longitudes de pavimentos de hormigón existentes construidos en cada país o Estado con o sin pasadores (ver anexo 13).

Si la opinión de los ingenieros es hoy en día unánime sobre la utilización de pasadores para las juntas de dilatación (para proximidades de obras de arte por ej.) y para las juntas entre losas largas armadas como consecuencia de la importancia de las aberturas existen divergencias considerables existen en lo que concierne a la utilización de pasadores para las juntas transversales de contracción. Flexión de losas cortas (4 a 6 m) en los casos de tránsito pesado.

Si quisieramos esquematizar el problema tal como se presenta hoy en día podríamos anticipar dos contestaciones siguientes:

Los países que no utilizan tradicionalmente los pasadores encuentran algunos problemas de desplazamiento vertical entre losas, pero deben evitar recurrir a los pasadores por razones de costo y de simplicidad de ejecución.

Los países que los utilizan no han tenido ese tipo de problemas, más tenderán a reducir el costo de la construcción y si es posible, a disminuir la sensibilidad del método en los defectos de ejecución; así mismo la historia del empleo de las dos técnicas ha conducido a una situación que puede resumirse así:

La estructura sin pasadores constituye en ciertos casos una aproximación por defecto, es decir que la estructura correspondiente se puede comparar a los resultados de una tentativa de mínimo estricto necesario para determinar el mejor costo de inversiones.

Y la solución con pasadores constituye en ciertos casos una aproximación por exceso, surgida de una tentativa que busca determinar

las condiciones suficientes para evitar a todo precio los desplazamientos verticales eventuales.

Si queremos sacar partido de esta experiencia internacional lo más científicamente posible, habremos de determinar:

El límite superior de tránsito que permite absorber con toda seguridad la técnica sin pasadores, límite por debajo del cual serían necesarios los pasadores.

El límite superior de tránsito que permite absorber con toda seguridad la técnica con pasadores.

La aproximación debe tener en cuenta en cada caso las condiciones ambientales (clima, naturaleza del lecho de fundación, etc.).

Antes de intentar responder a estas preguntas apoyadas por las performances de los caminos más viejos, el estudio detallado de la transferencia de carga en el mismo y los factores que lo influyen, permitirá reunir los resultados de los principales experimentos realizados.

En vista de la situación descrita precedentemente, este estudio tenderá a esclarecer las preguntas de la forma más pragmática posible.

## **2 — Estudio de factores que influyen sobre la transferencia de carga.**

Antes de analizar el rol de los principales factores que condicionan la transferencia de carga en los casos de losas sin y con pasadores respectivamente, conviene a modo de introducción definir bien los problemas que se presentan en la realidad y reagrupar los factores por familias.

### **2.1. Introducción.**

Históricamente, los sistemas de transferencia de carga fueron introducidos para evitar el problema de la formación de los peldaños por diferencia en los desplazamientos verticales de las losas.

Fue claramente demostrado que los factores que determinan la velocidad de desarrollo de este fenómeno pueden ser considerados en tres grupos:

- a. Grupo de factores actuantes sobre la calidad de transferencia de carga y la durabilidad.

Estos son los factores que hacen el objeto de la parte 2 del relato, las influencias respec-

tivas son estudiadas en los apartados 2.2. y 2.3. según los pasadores sean empleados o no.

En el mecanismo de la formación de los peldaños, la transferencia de carga es fundamental porque es ella la que condiciona la importancia de las deformaciones diferenciales entre las juntas bajas y altas y en consecuencia, la velocidad de expulsión del agua conduciendo los finos de las losas bajas hacia la losa alta.

Con motivo de simplificación y a fin de responder a una de las definiciones más corrientemente utilizadas se debe considerar que el valor de transferencia de carga de una junta dada es la razón de deflexiones de los bordes de losas altas y bajas cuando la carga reposa sobre la alta, próxima a la junta (Fig. 1).

Así la transferencia de carga es nula si la deformación en la losa baja es nula, igual a 1 si las deformaciones son iguales.

Es bien conocido que la transferencia de carga y sus efectos son un hecho más complejo que el traslucido por esta definición. Los diferentes aspectos de transferencia de carga y sus definiciones son abordadas en el anexo 3.

La multiplicidad de métodos de medida de transferencia de carga constituye hoy en día las comparaciones entre países muy difíciles e imposibles en algunos casos. El anexo 4 trata de proponer los grandes lineamientos para los requerimientos mínimos de un proceso especificado.

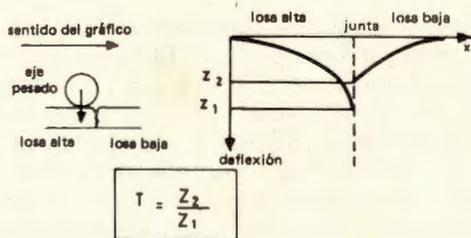


Fig. 1  
Definición simple de transferencia de carga

(1) La medida de la presión de agua bajo las losas al pasaje de un eje pesado nos muestra la existencia de una depresión cuando la losa alta se eleva. Esto confirma las constataciones según las cuales los finos libres pueden ser aspirados al nivel de contacto hormigón - fundación aún cuando ellos no se encontraran originalmente allí.

Estas distancias de aspiración pueden variar horizontalmente a más de 40 cm hacia la banquina y a más de 10 o 25 cm verticalmente bajo la losa cuando la sub base está muy fisurada.

b) Factores actuantes sobre el tiempo de presencia del agua al nivel losa - fundación.

Este grupo comprende principalmente:

1. Los factores relativos a la frecuencia y a la cantidad de agua que penetra en las estructuras (el clima y el estacionamiento).
2. El drenaje del contacto losa - fundación que determina la velocidad de salida del agua introducida.

En el mecanismo de la formación de los peldaños el tiempo de presencia del agua en el contacto losa - fundación interviene de una forma importante ya que el agua es el vehículo que permite el transporte de los finos.

Teniendo en cuenta esta circunstancia es indispensable que el estudio de la eficiencia de la transferencia de carga tome en cuenta los datos aportados por este grupo de factores. La parte III contiene las indicaciones relativas. Las partes 2.2. y 3.3. no tratan en profundidad a estos factores ya que ellos no constituyen el objeto mismo del informe y han sido el objeto de muy pocos estudios cuantitativos profundos.

c) Grupo de factores actuantes sobre la cantidad de finos libres.

Los orígenes de los finos que conducen a una formación de peldaños son diversos.

En los casos habituales, podemos citar dentro del orden: Los finos provenientes de la base cuando esta no es tratada, o tratada pero soporta defectos de rasante.

Los finos provenientes de la banquina mientras ésta no es tratada, o tratada, pero pobremente compactada al borde del hormigón.

En ciertos casos podemos asimismo encontrar:

Finos provenientes de la superficie de la calzada (arena - polvo) particularmente cuando la impermeabilidad es insuficiente.

Los finos provenientes de la sub-rasante particularmente cuando ellos mismos contienen una fuerte proporción de arcilla, de limo o de elementos alterables con el agua.

Los finos provenientes de la erosión bajo el agua de una grava - cemento o de una grava - hormigón de buena calidad particularmente cuando el tránsito de la calzada es muy elevado, la presencia de agua continúa y de hielo - deshielo frecuentes.

La importancia respectiva de estos cinco factores ha sido evaluada en los diferentes casos (anexo 5).

En el mecanismo de la formación del peldaño, la presencia de finos libres que pueden avanzar hacia la superficie de contacto losa - fundación es un elemento esencial, ya que, sin ellos, la losa alta, podría no elevarse.

La parte 3 contiene las indicaciones sobre los factores que tienen incidencia sobre la calidad de los finos libres, mas de la misma forma que para los factores "agua", las partes 2.2. y 2.3. no profundizan el punto que será objeto en el futuro de requerimientos cuantitativos más profundos (45).

En efecto la mayor parte de las acciones sobre los factores que determinan la velocidad de formación de los peldaños tiene repercusión importante en otros dominios, particularmente la succión y el cálculo de las estructuras.

Por ejemplo, en lo que concierne a la succión a lo largo de la junta hormigón - banquina, cuando menor sea la transferencia de carga posible, mayor será la velocidad de expulsión de agua en sentidos longitudinales y transversal hacia la banquina.

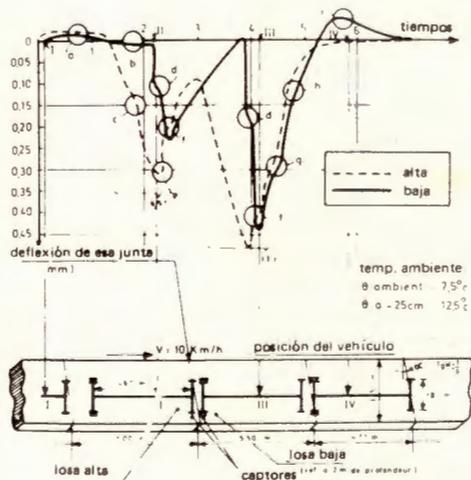


Fig. 2

Registro final de deflexiones de empalmes de losas sin pasadores al pasaje de un eje pesado.

Caso más desfavorable: ligera cavidad bajo losa, gradiente térmico, fuerte abertura de junta (2).

(2) En complemento de esta figura es necesario señalar que la debilidad de la transferencia de carga mostrada aquí no es una condición suficiente que lleva a una fuerte puesta en marcha de los peldaños, por una parte, los factores finos presentes y agua son determinantes, y por otra parte en condiciones térmicas

favorables (temperatura media superior a 25 °C por ejemplo) las deflexiones de la misma junta son reducidas a menos de 15/100 mm y los movimientos altos - bajos están prácticamente en fase.

Finalmente no se trata en este informe acerca de la influencia de transferencia de carga sobre el cálculo teórico de los espesores de losas. En efecto, este punto delicado puede ser validamente abordado sólo si, en la realidad las tensiones en los bordes o esquinas de las losas fueran las máximas.

La observación de las formas de fisura más frecuentemente encontradas (fisurado transversal de media losa, aún para las losas de menos de 6 m de longitud con iniciación de la fisuración sobre el lado de banquina) parece demostrar que, dentro del estado actual de la técnica, son las cargas pesadas combinadas con los fuertes gradientes, térmicos los que conducen a las tensiones críticas en media losa y que las fuertes tensiones en las esquinas serán alcanzadas menos frecuentemente en los casos habituales de sollicitación. Sería muy interesante que este punto fuera profundizado en el futuro justamente para precisar la influencia propia de la calidad de transferencia de carga, la influencia del aserrado de junta y de la sección transversal de espesores variables.

## 2.2. Transferencia de carga en los casos de losas sin pasadores.

En la realidad los movimientos diferenciales de junta de losas son complejos y varían muy frecuentemente según la situación y en el tiempo. La figura 2 ilustra esta complejidad en el caso más desfavorable en el cual no hay pasadores, la sub base está ligeramente erosionada, el gradiente térmico eleva los extremos de losas y la débil temperatura media conduce a una abertura de la fisura de la junta de aproximadamente 2 mm.

Esas condiciones complejas serán analizadas sucesivamente en este capítulo a fin de determinar la influencia de los principales parámetros.

Para lograr un buen comportamiento, son importantes la calidad de transferencia de cargas y la durabilidad.

La *Primera* depende directa y esencialmente de la abertura y proximidad a la grieta en la junta y, en menor grado, de factores relativos a la forma de los bordes de la grieta.

La *durabilidad* de la transferencia de carga depende, junto con los factores precedentes,

de la calidad de la sub base, espesores de losa y la naturaleza del tránsito (y, en el caso de pasadores, de si existe o no corrosión).

### 2.2.1. Influencia de la abertura de la grieta en la junta.

La abertura de la grieta en correspondencia con la junta depende en gran medida de las juntas, la estación y la edad del pavimento.

Durante períodos cálidos, con pavimentos sin pasadores (cero de abertura) se comporta en bloque como si los tuviera: Es durante los períodos fríos que el mecanismo se activa, y debe considerarse así la abertura.

Fueron hechas algunas interpretaciones sobre ciertos puntos particulares en las curvas de deflexión (fig. 2).

- a) Movimiento casi imperceptible del borde alto por el pasaje del eje frontal.

El borde adyacente se ve probablemente elevado por influencia de una deformación de la sub base.

- b) Ligera deflexión del borde bajo por la deformación de la sub base.
- c) El eje de las ruedas comienza a contribuir a la deflexión del borde alto.
- d)
- d')
- e) Efecto de oblicuidad de las juntas debido a los pasajes sucesivos de las ruedas sobre la junta.
- f)
- f') Rebloqueo del borde bajo por elevación del borde alto.
- g) Muy ligero efecto dinámico de la formación de los peldaños.
- h) Subida del borde alto con el bajo, debido a un bloqueo disimétrico de la junta.
- i) Muy ligero movimiento parcial del borde bajo por el eje de una rueda trasera.

## A — Parametros que determinan la abertura de la junta.

### A.1. Las contracciones hidráulicas y de hidratación.

De la pasta de cemento conducen a aberturas de juntas que en los climas húmedos son inferiores a 0,5 mm para las losas de 5 m de longitud. Actualmente no puede obtenerse

una modificación sensible a esta abertura de una manera corriente, por un precio aceptable: La utilización de hormigón de contracción compensada ha sido experimentada en varios países, mas no ha sido adoptado.

La utilización de hormigones muy secos (compactados y no pre-vibrados) ha sido, también, objeto de secciones de ensayo.

La idea que consiste en inyectar después de la construcción en las fisuras de las primeras juntas abiertas, debe ser profundizada a fin de determinar el límite de utilización sin riesgos de sobre calentamiento.

Es necesario igualmente señalar que el gradiente de tenor en agua del hormigón de una losa (por ejemplo cuando el contacto hormigón - fundación esta mal drenado) puede conducir a una deformación importante del orden de 0,5 a 1 mm para una losa de 5 m (51). Este tipo de deformación, sin poseer una influencia determinada sobre la transferencia de carga, puede tener un rol primordial en la aspiración y la formación de peldaños (especialmente cuando la losa está alabeada con extremos hacia arriba) y en la fatiga de las losas bajo las cargas pesadas.

### A.2. La contracción térmica es el parámetro más importante (ver anexo 4);

Conduce a aberturas de juntas comprendidas entre 1,5 y 3 mm para las losas de longitud inferior a 6 m cuando ella no es contratada por la adherencia con la base. Esta variabilidad importante se explica particularmente por el rol importante del coeficiente de dilatación de los agregados (los calcáreos son favorables), por la amplia variación de temperaturas del cemento en el momento de iniciación del fragüe (no se recomienda hormigonar en tiempo muy cálido, utilización de hielo acumulado en el agua de mezclado, etc.) y por la diversidad de los climas desde el punto de vista de las variaciones máximas de temperatura.

De la misma forma que los gradientes medidas de tenor de agua, los gradientes de temperatura poseen una fuerte influencia sobre el comportamiento de las losas. En lo que concierne al comportamiento de la junta, los gradientes negativos (con esquinas hacia arriba) menos frecuentes que los gradientes positivos, poseen un rol primordial en la iniciación de succión y formación de los peldaños (45) (60).

### A.3. La naturaleza de la fundación

Tiene también una cierta importancia sobre la abertura de las juntas:

Ella actúa en el momento de la fisuración del material de las juntas. Las bases rígidas que adhieren al hormigón durante los primeros días reducen la variabilidad de las aberturas mientras que un material flexible, o sobretodo, no tratado conduce a fuertes aberturas sobre algunas juntas, sobretodo durante los primeros años del pavimento (53).

La base puede obrar obstruyendo parcialmente la contracción del hormigón (22) (ver anexo 6). La utilización de un material tratado con cemento podría disminuir, la abertura de la junta en 20 % respecto de una base no tratada.

A.4. La longitud de las losas tiene una influencia directa, casi proporcional sobre la abertura de las juntas a través de la acción de los tres parámetros citados precedentemente. Como se trata de un factor sobre el cual la acción es muy factible, muchos estados han ya modificado las longitudes medias de las losas. El estado de Washington utiliza una secuencia corta (2,7 - 3 - 4,2 - 3,9 m) y URSS utiliza losas más cortas en las regiones de clima continental que en otras.

Es interesante a título de comparación cualitativa el caso del hormigón armado continuo donde las fisuras transversales se producen del hormigón armado continuo donde las fisuras transversales se producen en los intervalos comprendidos entre 1 y 1,5 m. Esta suerte de "losas muy cortas" conducen a aberturas muy débiles de fisura y por consiguiente garantizan una excelente transferencia de carga.

Los efectos de las losas más cortas son detallados en el anexo 7.

A.5. El deslizamiento longitudinal de las losas de hormigón ha sido observado en ciertos casos, particularmente cuando las partículas de polvo llenan las fisuras de las juntas y los fuertes calores crean una compresión longitudinal intensa en el hormigón. Cuando la losa se enfría puede no retornar a su longitud inicial y la junta es, por consiguiente, abierto (52).

A.6. Las barras de refuerzo metálicas han sido utilizadas en el pasado en vía de limitar la abertura de juntas transversales de contracción - flexión. En estos casos la transferencia de car-

ga es muy buena para las juntas correspondientes, pero las juntas con pasadores no tirantes, situadas en las extremidades de la serie de las losas tirantes que son las que originan las degradaciones dadas para la más fuerte abertura de estas últimas juntas. Este modo de construcción no es más utilizado hoy en día.

### b) Influencia de la abertura de juntas sobre la transferencia de cargas y la formación de los peldaños.

Esta influencia es fundamental, ella puede ser ilustrada por tres figuras:

La figura 3 muestra que la transferencia de carga es suficiente por debajo de 0,5 a 0,8 mm de aberturas permanentes.

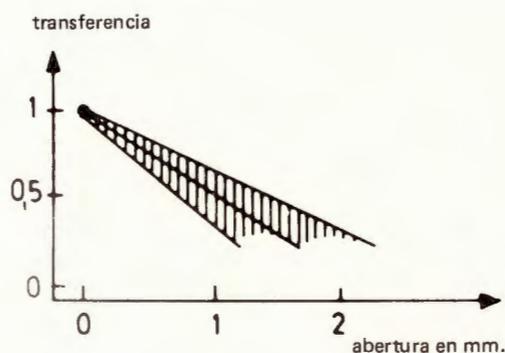


Fig. 3

Influencia de la abertura de juntas (gráfica de la P.C.A.)  
Losa de hormigón de 23 cm de espesor sobre base de grava de 15 cm.

La figura 4 (20) muestra claramente que la durabilidad de la transferencia de carga (ver anexo 3) decrece fuertemente con la abertura de la junta: la disminución de la abertura media de la junta de 0,5 mm cuando ella es posible es, ante este ejemplo, más útil que un aumento de 5 cm del espesor de losas, al menos desde el punto de vista de la durabilidad de la transferencia de carga.

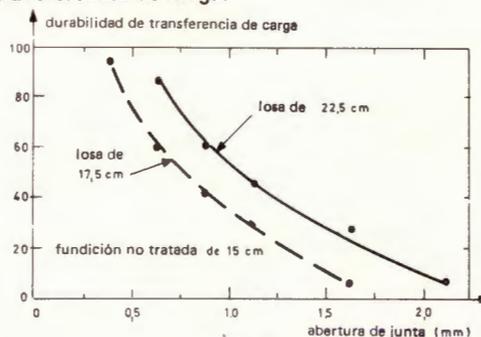


Fig. 4

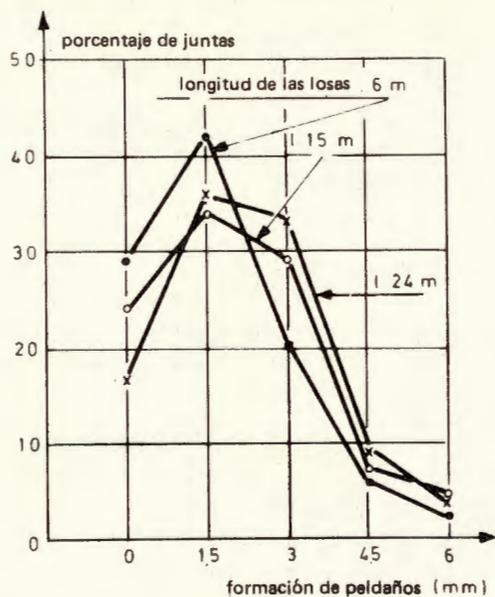


Fig. 5

La figura 5 (23) muestra que la formación de los peldaños está directamente condicionada por la abertura media de las juntas así como por el rango de variación de longitud de losas.

Teniendo en cuenta la importancia de esta influencia es fácil de entender que las numerosas experiencias pasadas, que nos muestran la necesidad de colocar pasadores tomando por referencia una junta abierta de más de 5 mm nos conducen a conclusiones que no pueden ser transportadas a las juntas de contracción - flexión, en losas de 5 m de longitud, donde las aberturas medias son casi siempre inferiores a 3 mm. Por otra parte cuando la temperatura es elevada, la fisura de la junta se cierra y la transferencia de carga se vuelve equivalente a la obtenida con la ayuda de pasadores.

#### CONSECUENCIAS Y EVOLUCIONES POSIBLES DE LA TÉCNICA

En el estado actual de la técnica es la utilización de bases tratadas con cemento la que conduce verosímilmente a la abertura más regular y la más pequeña de las fisuras de juntas.

Teniendo en cuenta el rol esencial de la contracción térmica sobre la abertura de juntas y por consiguiente sobre la transferencia de cargas y la formación de los peldaños, el estudio de medidas apropiadas en cada proyecto para reducir la incidencia del cuadro térmico sería tan importante como el estudio de dimensionamiento del mismo pavimento (ver 2.2.a.).

Para las losas sin pasadores, la reducción de la longitud media de las mismas parece constituir una solución prometedora (ver anexo 7). Sería necesario un estudio técnico económico comparativo de las diferentes soluciones que puede conducir a una reducción sensible de la abertura de juntas.

#### 2.2.2. Influencia de la forma de los bordes de la fisura.

Cuando la junta está abierta, la trabazón de los bordes de la fisura, condiciona las transferencias de carga. Una gran proporción del área superficial de los mismos consiste en contactos "mortero - mortero", en mayoría en un plano casi vertical, con un 0 a 25 % de contactos "agregado - agregado" resultado de una ruptura en el agregado y con 0 a 35 % de contactos "agregados gruesos - mortero".

- a) Influencia del momento de la fisuración y de las características mineralógicas de los agregados gruesos.

Cuanto más temprano se abra una junta, mayor será la posibilidad de que la resistencia a la tracción de los agregados gruesos sea superior a la adherencia con la pasta de hormigón y más a menudo la ruptura se produce en la periferia de las piedras, dejando una superficie de considerable proyección en las grietas. Es esa proyección la que contribuye a una transferencia de carga de calidad (el valor absoluto de las inclinaciones medias de las superficies del contacto respecto del plano vertical condiciona la sensibilidad de la transferencia de carga a la abertura de la fisura) Cuando la superficie de contacto es grande ella es menos sensible al desgaste y la transferencia puede ser durable, a la inversa una junta que se fisura después de 7 días podrá tener más rupturas de agregados en el plano vertical.

Sin embargo como las primeras juntas abiertas guardan frecuentemente una mayor abertura, los dos fenómenos actúan en sentido inverso.

Cuando mayor sea la adherencia base - pavimento durante los primeros días, más la abertura de juntas será regular y rápida.

En efecto, entre los numerosos factores que intervienen, el esencial que determina la rapidez de esta abertura es la diferencia de temperaturas entre el día de hormigonado y las primeras noches. Como la adherencia agregado -

mortero varía mucho siguiendo la naturaleza mineralógica de la piedra, las proyecciones pudieran ser de mejor forma para materiales silíceos, que para los calcáreos, especialmente cuando estos no tienen una fuerte resistencia a la tracción. De hecho que la influencia de este factor es compensado por la más fuerte abertura media de hormigones que contienen roca silícea.

b) Influencia del tamaño y forma de los agregados gruesos.

El tamaño máximo de los agregados gruesos tiene igualmente influencia sobre la forma de las salientes. Las secciones de ensayos de losas sin pasadores han sido realizadas con éxito empleando agregados de 60 mm; de la misma forma, con tamaños iguales de agregados, los triturados pueden conducir a mejores formas de salientes que los agregados redondeados (20).

c) Influencia de la durabilidad de los materiales.

Una mayor parte de transferencia de carga existe, en efecto, asegurada por los contactos "agregado grueso - mortero" la resistencia al desgaste de estos dos materiales, uno respecto al otro, es importante.

Parece que si las observaciones profundas sobre la velocidad de variación de transferencia de carga para aberturas variables de juntas de caminos viejos fueron referidas a las características geométricas y de desgaste de los bordes de fisura correspondientes, sería posible determinar precisamente las consecuencias a largo plazo de la elección de las características de cada material.

### 2.2.3. Influencia del aserrado de juntas.

Siguiendo experiencias efectuadas en USA (21) la utilización de juntas sesgadas en 1/6 se ha generalizado para los caminos sin pasadores, esta disposición muy simple reduce la disimetría de capas entre bordes altos y bajos y conduce a una velocidad de formación de peldaños notablemente mas baja.

Los medios actuales de investigación, particularmente las medidas de presión del agua debajo de losas y los cálculos de tensiones por elementos finitos podrían permitir activar más adelante los estudios teniendo en cuenta tres objetivos:

- disminución al máximo de la disimetría de carga entre borde alto - bajo.
- no crear una disimetría transversal muy importante.
- evitar la ruptura de los ángulos agudos bajo los efectos de gradientes térmicos y de cargas pesadas.

### 2.2.4. Influencia de la base

Numerosas experimentaciones antiguas en laboratorios y sobre camino han demostrado el valor de las bases tratadas en comparación con las no tratadas.

El efecto sobre la calidad y la durabilidad de la transferencia de carga es por consiguiente muy importante cuando:

- la junta es muy abierta.
- los pasadores no son utilizados
- el clima es húmedo y el tránsito muy intenso

No todos los países utilizan pasadores y un gran número de ellos utilizan especificando el empleo obligatorio de las bases tratadas con cemento para los fuertes tránsitos. Los resultados de la encuesta internacional son desde este punto de vista muy demostrativos (ver anexo 8).

Las cuestiones que restan resolver hoy en día y que conciernen directa o indirectamente a la transferencia de carga son:

- la erosionabilidad de la base
- su unión con el hormigón.
- la correspondencia entre las fisuras de la base y aquellas de juntas del hormigón.

Por otro lado, independientemente del fenómeno de erosión, ha sido percibido en ciertos casos de empleo de bases tratadas con asfalto débiles deformaciones verticales permanentes. Ellas fueron atribuidas al efecto de los alabeos frecuentes de las losas con "esquinas hacia abajo" que conducen a un ligero desplazamiento del material.

### INFLUENCIA DE LA EROSION DE SUPERFICIE

Numerosos informes recientes (35 - 53 - 60) presentando las conclusiones de las investigaciones efectuadas sobre antiguos caminos nos muestran que las bases en grava - escoria y las tratadas con betún o cemento, pueden ser erosionables, particularmente donde existen los defectos de superficie (dosificación en ligantes o en agua, descompactación de superficie, defectos de curado, hielo o temperatura, edad, etc.).

En ciertos casos no se excluye que algunas bases tratadas con cemento se vuelven erosionables por la acción del hielo y de sales introducidas por las juntas, o por una falta de contacto hormigón - base algunos centímetros por debajo de la superficie superior de esta última.

Si estas erosiones no tienen efecto directo sobre la calidad inicial de transferencia de carga, ellas condiciona fuertemente su durabilidad, pequeñas cavidades se forman bajo los bordes de losas por el efecto de succión iniciado durante los fuertes gradientes térmicos que elevan los bordes; la deflexión puede luego ser multiplicada por dos o tres y el agua estancada en esas cavidades es la que acelera el fenómeno; el mecanismo de transferencia de carga (pasador y/o trabazón) es ahora fuertemente solicitado y su eficacia tiene tendencia a disminuir más rápido en el tiempo.

Este tipo de encadenamiento acumulativo de causas y efectos conduce a un desarrollo de carácter exponencial de los defectos.

La mayor atención se debe aportar a la ejecución de la base particularmente en lo que concierne a la superficie (53). Investigaciones importantes tienen como fin obtener, por una parte, un adecuamiento de diversos materiales desde el doble punto de vista de la erosionabilidad intrínseca media y de la sensibilidad de la misma, ante los defectos corrientes de ejecución, y por otra parte, un mejor conocimiento de reglas de ejecución susceptibles de evitar con la máxima facilidad la erosión de las superficies más débiles.

b) Influencia de la adherencia entre losa y base.

De las constataciones sobre carreteras (37) (53), con la ayuda de sondeos y de medidas de sondeos y de medidas de tensión observamos claramente que el fenómeno de adherencia entre la losa y la base existe particularmente durante los primeros años del pavimento, mas su extensión y su desaparición puede ser muy variable según los casos y depende de factores aún pobremente controlados.

Ha sido visto 2.2.1. a 3 que la adherencia parcial puede tener un efecto benéfico sobre la apertura de la fisura de la junta; es más, tanto como exista adherencia, en la proximidad de la junta (este período resulta ser relativamente corto en la vida de la calzada) se disminuyen posiblemente las deflexiones de los bordes de losa por efecto de inercia, lo que conduce a solicitar menos el dispositivo de transferencia

de carga. Inversamente ha sido observado que esta adherencia inicial intensa podría acentuar la frecuencia de la correspondencia entre las juntas del hormigón y las fisuras de las bases tratadas con cemento, lo que en el tiempo puede favorecer la succión y bombeo al nivel de la sub rasante.

Estos problemas delicados pero importantes han dado lugar a investigaciones y observaciones muy limitadas, que serán interesantes de desarrollar en el futuro.

c) Influencia de la correspondencia entre las fisuras de la base y las juntas del hormigón.

Las primeras fisuras de la base tratada con cemento se producen antes de la distribución del hormigón de calzada; ellas son habitualmente bastante finas. La fisuración de este último entraña frecuentemente la existencia de algunas otras fisuras de la fundación bajo la vertical de las primeras juntas abiertas del hormigón; este fenómeno sería tanto más acentuado cuanto la adherencia inicial sea mas fuerte. En promedio, durante los sondeos observamos entonces este último tipo de fisura en una junta sobre tres, sin embargo para ciertas secciones se encontrarán casos extremos. (sin fisuración o una fisuración fina pero sistemática).

Los registros precisos de deformación de las juntas nos muestran que este fenómeno tiene una incidencia significativa sobre la transferencia de carga durante los períodos fríos.

Si bien ningún desorden ha sido observado en los casos corrientes, de base y subrasante de buena calidad, el principal inconveniente de este fenómeno es el riesgo de bombeo al nivel "base sub rasante" cuando el largo de esta fisura es muy fuerte; ciertos autores (46) (27) han estudiado la influencia de esta fisuración sobre las tensiones y las deflexiones de pavimentos de hormigón, de base y sub rasante.

d) Consecuencias y evolución de la técnica

El problema de la influencia de la base sobre la transferencia de carga es por consiguiente complejo y es posible de constatar que la casi totalidad de las experiencias antiguas que se han desarrollado en este dominio no pueden ser ya utilizadas en el contexto actual, donde el empleo de bases tratadas está considerablemente extendido y donde la importancia de los efectos combinados entre los diferentes factores aparece como esencial.

Las investigaciones futuras deberán profundizar los fenómenos de erosión de superficie, de adherencia, y de fisuración teniendo en cuenta una forma realista del engranaje de los bodes de la fisura y del comportamiento hidráulico efectivo encontrado en los caminos.

Para evitar toda erosión. California y Francia que no utilizan pasadores, han, ultimamente, retornado al empleo de hormigón pobre vibrado en la base para los más fuertes tránsitos y se evalúan precauciones complementarias para el empleo de grava - cemento en estos países, lo mismo que en España. En fin, es necesario señalar que la idea de fundaciones porosas ha dado lugar últimamente a algunas experimentaciones.

Es evidente que además del efecto sobre la transferencia de carga, la erosión, juega un rol fundamental en la creación de finos libres, como está indicado en 2.1. c.

En este dominio, el estudio de la evolución de las especificaciones nacionales para los materiales de banquina adyacente a las losas de hormigón permiten una muy neta evolución hacia los materiales menos erosionables (evitamos momentaneamente las bases no tratadas (3); las bases tratadas con cemento deben recibir una compactación particular en el borde de losa y empleamos frecuentemente los hormigones). Para los países que eligen banquetas en hormigón y entre los diversos parámetros que influyen sobre el comportamiento de las juntas transversales, podemos señalar que la utilización de hierros de unión a lo largo de la junta longitudinal es igualmente favorable.

### 2.2.5. Influencia del espesor de la losa

Ha sido bien establecido por los ensayos de cargas repetidas en laboratorio, que el espesor de la losa tiene influencia sobre la durabilidad de transferencia de carga. La razón de este efecto es doble: de una parte, el engranaje es ligeramente mayor porque la superficie de contacto es más grande, por otra parte, el aumento de la inercia de la losa reduce notablemente las deflexiones y disminuye por consiguiente la velocidad de decadencia de la eficacia de transferencia de carga, en particular en el caso de las bases no tratadas empleadas para los ensayos.

Hoy en día los estudios fundados sobre la observación de formación de peldaños (48) y el registro preciso de deformaciones sobre las secciones experimentales de losas han mostrado cualitativamente que la disimetría de deformaciones de juntas no es sensiblemente modifica-

da y que el aumento de espesor puede solo cambiar la velocidad de la formación de peldaños, por ejemplo un aumento de 10 % del espesor de la losa puede solo reducir la formación de peldaños en un 25 % aproximadamente cuando la base es tratada.

En la práctica corriente de dimensionamiento, el espesor de losas se fija con motivo de evitar las fisuraciones por fatiga y no a partir de una búsqueda de una transferencia de carga óptima de junta (ver anexo 9 y 17).

Cuando los fenómenos de bombeo y de formación de peldaños, se suceden, son habitualmente debidos a otros factores distintos del espesor de la losa.

Por otra parte, numerosos países no tienen en cuenta directamente la existencia de pasadores en el cálculo práctico del espesor de losas de estructuras viales de pavimentación.

En efecto, si vemos que el comportamiento de las juntas es suficientemente modificado, el costo del aumento del espesor de la losa de hormigón es tal que otras disposiciones son más eficaces (bases menos erosionables, pasadores por ejemplo). El estudio del dimensionamiento en los diversos países (ver anexo 9) confirma por consiguiente esta constatación. El aumento de espesores considerado sólo cuando autoriza otras simplificaciones, por ejemplo el caso de losas muy gruesas reposando directamente sobre una base drenante. (granulometría 4/60 por ejemplo).

### 2.2.6. Influencia de las características del tránsito.

Entre las características del tránsito y para un dimensionamiento dado de la estructura, el peso de los ejes que incide por rueda y su número son los dos factores que condicionan más directamente la durabilidad de transferencia de carga, como lo indica la figura 6 (20).

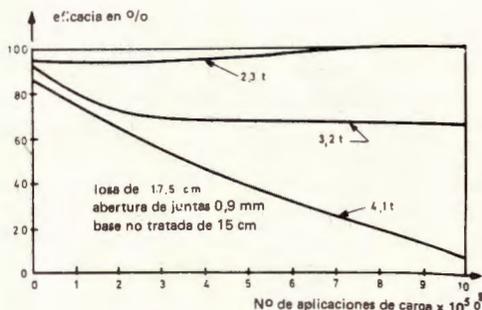


Fig. 6

Sería interesante que tales resultados fueran actualizados para las condiciones habituales vigentes (naturaleza de las bases, espesor de losas, cargas de ejes por rueda). En este dominio, en la ausencia de datos experimentales precisos, las comparaciones globales son difíciles (ver anexo 3.2.b. y anexo 10).

El rol del reparto de cargas por eje respecto al tiempo no es despreciable. Por una parte el tránsito circulante, cuando las juntas se cierran por la temperatura o cuando el contacto losa-base está seco, no influencia la formación de los peldaños, por otra parte además del efecto del tráfico solo, existe un efecto correlativo del tiempo (48).

En efecto, el rol combinado y acumulado de las cavidades, de fuertes deflexiones y del agua (desarrollado en 2.2.4. a) conduce a un efecto propio de parámetro "edad de la calzada" en las fórmulas que determinan la formación de peldaños (efecto proporcional (48) o efecto exponencial (16)).

Entre las otras características de tránsito que pueden tener una influencia sobre la transferencia de carga es necesario señalar la distribución transversal del tránsito pesado (4), la frecuencia de las sobrecargas, la geometría de las ruedas de los vehículos. Estos últimos parámetros han sido hasta ahora objeto de muy pocos estudios infortunadamente, pues los efectos están lejos de ser despreciables, como se demostró a través de las diferencias de comportamiento entre pendientes y las secciones corrientes, por ejemplo.

#### 2.2.7. Influencia de la sub rasante.

Cuando los materiales de la sub rasante son muy sensibles al agua, ellos pueden conducir a una ligera deformación permanente bajo la losa adyacente a la carga, sobre todo cuando la calzada está situada en una región de fuerte penetración de hielo y con mayor razón cuando el espesor de la base es insuficiente.

En este último caso el fenómeno de bombeo puede hacer ascender las partículas de la sub rasante hacia la superficie.

Para los tránsitos pesados e intensos, el tratamiento de los materiales de sub rasante es ventajoso.

#### 2.2.8. Conclusiones.

Como se ve, la calidad y la durabilidad de la transferencia de carga por trabazón de los labios

de la fisura de la junta, dependen de un gran número de factores: entre aquellos sobre los cuales es posible actuar debemos citar, en orden de importancia decreciente:

- a) Obtener una base no erosionable en alianza con el factor agua, acompañada de la utilización de materiales tratados exentos de defectos en superficie o de materiales como el hormigón pobre o el hormigón bituminoso, el mantenimiento de las juntas y el drenaje del contacto losa - fundación.
- b) Obtener la menor abertura media de la fisura, actuando particularmente, sobre los factores que determinan el cuadro término (evitar por ejemplo hormigonar en períodos muy calurosos, disminuir la temperatura del hormigón en la distribución de obra).
- c) Disminuir la longitud media de las losas.
- d) Aumentar el diámetro de los granulares gruesos.

Si la acción sobre tales factores parece hoy en día tener un efecto favorable sobre la transferencia de carga, da elección de los preponderantes teniendo en cuenta los costos correspondientes, la eficiencia y los valores que podemos modificar sin engendrar otros inconvenientes, se debe efectuar para cada país en función de los datos propios de su contexto particular.

#### 2.3. Transferencias de cargas en los casos de losas con pasadores.

Cumpliendo un cierto número de condiciones necesarias concernientes a las características y colocación, los pasadores aseguran una buena transferencia de carga y permiten evitar la formación de peldaños. Sin considerar los detalles de los dimensionamientos teóricos, descritos en numerosos estudios (1) (40) (42), este capítulo trata de poner a la luz las ventajas específicas más importantes que ellos aportan.

El análisis sería más corto que el del capítulo 2.2, porque todos los factores donde la influencia ha sido puntualizada precedentemente no serán repetidos, en la medida en que sus efectos sean equivalentes. De una manera bastante general, es necesario señalar que la existencia de los pasadores disminuye cuantitativamente el efecto de estos factores. En numerosos casos, las menores deflexiones y la más

débil expulsión de agua proveniente de la losa adyacente conduce a una menor sensibilidad relativa para este tipo de pavimento.

El análisis de respuesta al cuestionario internacional, de la bibliografía y de las patentes que conciernen a los sistemas de transferencia de carga muestra claramente que el sistema clásico de pasadores constituye prácticamente el único procedimiento actualmente utilizado para la construcción de nuevos pavimentos.

### 2.3.1. Aportes específicos de los pasadores.

El estudio comparativo, por una parte de las calzadas construidas con o sin pasadores y por otra parte, del registro de las deformaciones de los empalmes de losas con o sin ellos conduce a retener los dos efectos fundamentales siguientes:

- a) Los pasadores hacen que la variación de transferencia de cargas sea menos sensible a la apertura de la junta.

Si la trabazón de los labios de la fisura de juntas sin pasadores es excelente cuando la apertura de esta fisura es débil, ella decrece fuertemente cuando la apertura crece. Al contrario, la forma de los pasadores permite que esta decadencia sea mucho menor. Esta propiedad de los pasadores, importante y específica, está ilustrada por la figura 7 (23).

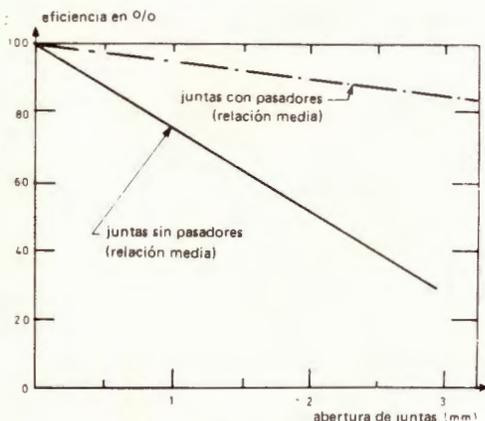


Fig. 7

Esta misma forma, que permite artificialmente que la losa cargada soporte lo mismo cuando la fisura es abierta, sobre la losa adyacente con una superficie relativamente importante y casi horizontal, conduce a mejores po-

sibilidades de durabilidad bajo cargas repetidas; esta propiedad necesita siempre un hormigón de excelente calidad en el contacto con los pasadores (5) y sobre todo bien vibrado en las juntas.

Si la observación precisa de los desplazamientos verticales de las juntas de numerosas calzadas con pasadores lleva a constatar que existe una cierta formación de peldaños sobre ciertas secciones, necesario es de constatar igualmente que la cinética de este fenómeno está muy fuertemente disminuída por el efecto combinado de dos propiedades descritas precedentemente, menor sensibilidad a la apertura y buenas condiciones de durabilidad.

- b) Los pasadores bloquean la formación de los peldaños.

Si los pasadores no hicieran más que mejorar la calidad y la durabilidad de transferencia de carga podría observarse formación de peldaños importantes.

El otro elemento que parecen aportar los pasadores cuando ellos están bien puestos, bien dimensionados y son durables es el bloqueo mecánico directo de la formación de peldaños a un valor próximo de la altura de ovalización del agujero del pasador; cuando los pasadores no están deformados, el desplazamiento vertical de la losa cargada, con relación a la losa adyacente no puede ser superior al espacio libre en la cavidad del hormigón alrededor de los extremos libres de los pasadores (figura 8).

### 2.3.2. Principales condiciones necesarias para el buen funcionamiento de los pasadores.

#### A) Dimensionamiento (1) (42) (67)

Para cada condición de tránsito, existe un dimensionamiento mínimo bajo el cual la formación de peldaños por deformación y/o rupturas de aceras sería importante; existe igualmente un dimensionamiento máximo sobre el cual las fisuraciones longitudinales pueden desarrollarse.

Lo que ha sido expuesto respecto de la transferencia de carga por el engranaje (aparte de juntas sesgadas que no son necesarias aquí, y la disminución de longitud de las losas, que sería muy costosa, en el caso de juntas con pasadores), tiende a disminuir la sollicitación de pasadores y ciertos métodos de dimensionamiento de los mismos lo tienen en cuenta (1).

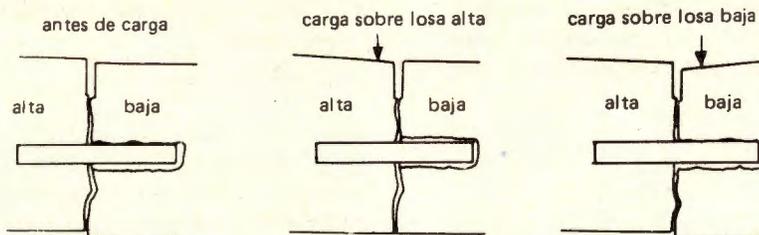


Fig. 8  
Aumento esquemático del fenómeno en caso de desgaste por ovalización

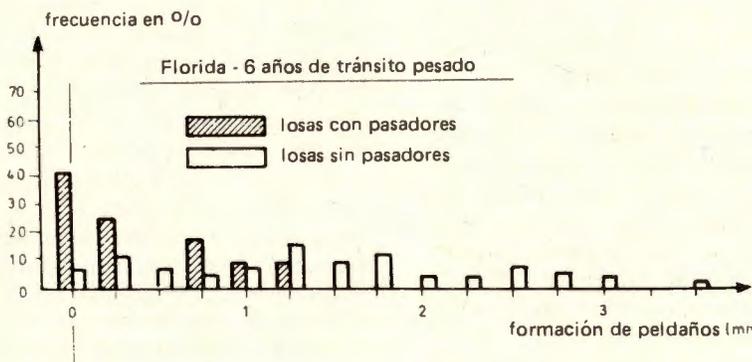


Fig. 9

Las características habituales adoptadas en cada país varían (47) (57).

- Por la longitud de los pasadores: de 35 a 60 cm.
- Por el diámetro de los pasadores: de 24 a 38 mm.

En función del espesor de losas (6).

- Por el espaciamiento entre pasadores.

En este aspecto es necesario señalar que los estudios llevados a cabo en Alemania Occidental nos conducen a disminuir el número de pasadores de una manera sensible (pasaje de 34 pasadores a 18 pasadores solamente para dos vías de circulación de caminos) aumentando los espaciamientos en el lugar donde sean menos necesarios (vía rápida) y hacia el exterior de las huellas de camiones para la vía pesada (lenta).

#### B) Dispositivo anticorrosivo y de desplazamiento

Numerosos estudios recientes (8) (9) nos permiten llegar a una solución relativamente simple y eficaz. Por una parte el pasador es protegido de la erosión por una película de be-

tún o 0,1 mm y por otra parte la capa antiadherente (de pasador al hormigón) está constituida por 0,4 mm de polietileno, lo que también evita que las manipulaciones sucesivas antes de la colocación en obra no deterioren la película de betún. La capa antiadhesiva existe sobre toda la longitud del pasador, así el deslizamiento se ve facilitado. Además es necesario que los extremos de los pasadores sean aseados y no recortados.

#### C) Precisión en la colocación.

Los estudios detallados sobre el efecto de los defectos de posición (49) nos conducen a recomendar que los pasadores sean puestos (a mitad de la altura de la losa) paralelamente a la superficie superior del hormigón y al eje longitudinal de la calzada con una precisión:

- del 4 % con relación al plano horizontal y vertical, en valor absoluto, así como respecto de los pasadores adyacentes, a aplicar cuando el hormigonado esté terminado.
- En el caso de pasadores puestos sobre cabaletes prefabricados, esta precisión sobre las posiciones antes del hormigonado llega

a 2 0/0 para tener en cuenta ligeros desplazamientos ulteriores; en este caso la rigidez de los caballetes debe ser igualmente verificada.

### 2.3.3. Conclusiones.

La influencia de los pasadores, que acaba de ser tratada, tiene dos contrapartidas, fuera de los costos:

- Los pasadores constituyen un elemento suplementario para la colocación en obra, ellos convierten la técnica en relativamente más delicada, pero los países que poseen un gran hábito de utilización no consideran este elemento como determinante.
- Como toda técnica donde la eficacia depende de un elemento esencial, la técnica de las losas con pasadores es bastante sensible a los defectos de ejecución, todavía numerosos países que la utilizan corrientemente toman las seguridades que se imponen para evitar al máximo sus defectos (fisuración antes del aserrado, defecto de posición de los pasadores o de aserrado, etc.).

En conclusión, del balance actual del empleo de pavimentos con pasadores, podemos retener que los pasadores son considerados por la mayoría de los países que los utilizan como un dispositivo eficaz permanente para evitar el fenómeno de formación de peldaños.

Los numerosos años de empleo de este dispositivo nos conducen a resolver, en pos de la seguridad, los problemas relativos a su dimensionamiento, su colocación en obra y su durabilidad.

Teniendo en cuenta este contexto técnicamente favorable, los estudios futuros eventuales podrían orientarse en diversas direcciones:

- Reducir el costo global del dispositivo conservando sus características esenciales, por ejemplo: difundiendo los equipos que permiten la colocación en obra por vibración, aún con los encofrados deslizantes, como es el caso en Bélgica y en el estado de IOWA.
- Tomar las formas (tibilares, etc.) o las disposiciones (como lo propone Alemania Occidental) que permitirían reducir la cantidad de acero empleado.
- Determinar para largo término, por procesos novedosos, si el bloqueo de la formación de escalones sin modificaciones sensibles de transferencia de carga podrían no ser suficiente.

## 3 — Resultados tomados de la práctica y recomendaciones.

### 3.1. Objetivos visualizados.

En una primera etapa y a fin de partir de datos directamente verificables, ha sido utilizada una serie de observaciones sobre secciones de calzadas reales (no experimentales) antiguas y de gran longitud (10 a 100 Km).

Para cada sección tomada aisladamente han sido recogidos los datos relativos al clima, a la erosión, (base y banquina), al sistema de transferencia de carga eventual, así como el tránsito real ya soportado (ver anexo 2.1.d.2.). Sobre la base del conjunto de estos datos, ha sido estudiado para cada clima y para los principales tipos de materiales utilizados en la base, los límites máximos de tránsito que podrían soportar, por una parte la estructura con pasadores, y por otra parte la estructura carente de ellos. Así numerosas calzadas de características similares y que han tenido buenas performances nos permiten pensar que el límite del tránsito sería superior o igual al tránsito común; las calzadas que tienen mal comportamiento, nos permiten deducir que el límite de tránsito sería estrictamente inferior, por consecuencia el conjunto de estos datos nos conducen a una aproximación por exceso y por defecto del tránsito límite estudiado.

En cada caso se efectuó un análisis de la coherencia de los resultados.

Ello ha permitido arribar por una parte a un orden de magnitud de la precisión en la evaluación del tránsito límite y, por otra parte, a una mejor aproximación del conocimiento de las condiciones necesarias y suficientes que permiten obtener los niveles de comportamiento observados.

### 3.2. Metodología empleada y estudio de las mejores condiciones de análisis para obtener resultados extrapolables.

La obtención de resultados positivos y utilizables para el futuro requiere, por una parte, elegir los parámetros que tienen una influencia real sobre los fenómenos estudiados, y por otra parte, discriminar con cuidado los conocimientos de manera de terminar con las clasificaciones simples.

Los párrafos que siguen describen los grandes lineamientos seguidos en estos casos su comprensión es indispensable para la mejor utilización de las recomendaciones finales.

a) Criterios de comportamiento de pavimentos.

Los comportamientos de calzadas sin pasadores fueron juzgados antes de la formación de los peldaños de la vía más cargada, evaluada con la ayuda de un índice pesado que ha permitido clasificar las secciones en tres categorías: La mejor de entre ellas corresponde a una formación nula o insensible para el usuario (aproximadamente inferior a 3 mm, ver anexo 12).

Los comportamientos de calzadas con pasadores fueron juzgados ante un conjunto de criterios representando los más frecuentes de degradación (bombeo lateral acentuado y formación de peldaños, ante deformación o corrosión de los pasadores, ovalización de orificios o fisuración de losas).

b) Tránsito.

Las calzadas descritas en las respuestas a los cuestionarios ha sido cada una caracterizada por un tránsito pesado aumentado después de su construcción (han sido considerados como pesados los vehículos de más de 5 tn, aproximadamente, el tránsito acumulado tenido en cuenta ha sido aquél de la trocha más cargada).

A fin de expresarlo por una cifra que puede ser significativa para un ingeniero proyectista, cada tránsito acumulado ha sido convertido en un tránsito diario medio (de vehículos pe-

sados sobre la trocha más cargada de la calzada) durante el primer año de la puesta en servicio.

Para efectuar esta conversión hemos tenido en cuenta una tasa de crecimiento anual de 7 % y un período de referencia de 20 años. Estos dos últimos valores numéricos han sido tomados después de un análisis apropiado (13) (22) (7).

Se efectuó una conversión para tener en cuenta la diferencia de peso legal por eje de los vehículos (ver anexo 10). Teniendo en cuenta los principales fenómenos de degradación examinados (bombeo y formación de peldaños) la equivalencia entre ejes podría no apoyarse sobre lo establecido por los cálculos en fatiga de las mismas losas.

Las estimaciones fundadas sobre los resultados de los ensayos AASHO, sobre la opinión de expertos y sobre un estudio de modelos hidráulicos de succión para calzadas de hormigón nos conducen a adoptar el equivalente aproximado siguiente:

Un eje de 13 tn intervendrá en la cinética de formación de peldaños como 2 a 4 ejes de 9 a 10 tns. Esta primera aproximación indispensable para el estudio, tiene en cuenta el hecho de que el espesor de losas está ya calculado en función de la diferencia de peso legal de los ejes.

Para mayor simplicidad y teniendo en cuenta las precisiones obtenidas se determinó un número límite de tránsito.

$$\begin{array}{l}
 5000 \quad (8 \text{ t}) \quad \text{o} \quad 2000 \quad (13 \text{ t}) \leq T \leq 5000 \quad (13 \text{ t}), \\
 2000 \quad (8 \text{ t}) \quad \text{o} \quad 750 \quad (13 \text{ t}) \leq T_0 \leq 2000 \quad (13 \text{ t}) \quad \text{o} \quad 5000 \quad (8 \text{ t}), \\
 750 \quad (8 \text{ t}) \quad \text{o} \quad 300 \quad (13 \text{ t}) \leq T_1 \leq 750 \quad (13 \text{ t}) \quad \text{o} \quad 2000 \quad (8 \text{ t}), \\
 300 \quad (8 \text{ t}) \quad \text{o} \quad 150 \quad (13 \text{ t}) \leq T_2 \leq 300 \quad (13 \text{ t}) \quad \text{o} \quad 750 \quad (8 \text{ t}), \\
 150 \quad (8 \text{ t}) \quad \text{o} \quad 50 \quad (13 \text{ t}) \leq T_3 \leq 150 \quad (13 \text{ t}) \quad \text{o} \quad 300 \quad (8 \text{ t}), \\
 50 \quad (8 \text{ t}) \quad \text{o} \quad 20 \quad (13 \text{ t}) \leq T_4 \leq 50 \quad (13 \text{ t}) \quad \text{o} \quad 150 \quad (8 \text{ t}),
 \end{array}$$

c) Verificación de la calidad del dimensionamiento de cada estructura.

Un estudio comparativo relativo al dimensionamiento de losas de hormigón en los diferentes países (ver anexo 9) ha mostrado que, si tenemos en cuenta los efectos de la diferencia de peso legal del eje y de la utilización o no de pasadores, los espesores corregidos son muy próximos de un país a otro para tránsitos equivalentes, no es entonces posible sacar de los re-

sultados del cuestionario la influencia cuantitativa propia de la variación del espesor de losas.

Es más, como esta variación, no ha sido corrientemente utilizada en el pasado para cambiar la naturaleza de la transferencia de carga (ver 2.2.5.) ha sido considerado:

- que el espesor de las losas no constituirá un parámetro variable para el estudio.
- que el caso de losas de gran espesor ( $\geq 35$

cm) y el caso de losas muy delgadas ( $\leq 15$  cm) no están cubiertos por el estudio.

Asimismo, para cada calzada ha sido simplemente verificado que los defectos de comportamiento no eran imputables a un defecto de dimensionamiento (espesor de la losa, fundación, etc.).

#### d) Clima y condiciones hidráulicas.

A fin de examinar de un modo simple el tiempo durante el cual el contacto hormigón - fundación trabaja bajo el agua, hay que tener en cuenta los datos de pluviometría de la región considerada.

Los límites elegidos para las tres clases de climas son 60 cm y 30 cm de precipitación media por año. Para esta elección se han tenido en cuenta los resultados de medida del tiempo medio de presencia del agua en el contacto hormigón - fundación después de una lluvia (ver anexo 14)

El rol propio del hielo ha sido igualmente tenido en cuenta, mediante un índice de heladas de 40 °C por día, sin embargo el estudio fundamental sobre la acción respectiva del hielo y del agua sobre la velocidad de formación de los peldaños no nos lleva a conclusiones definitivas.

Finalmente se ha decidido combinar estos dos factores de la manera siguiente:

precipitaciones anuales medias (P en cm)	índice de hielo en °C x día	clase de clima
P $\geq$ 60	et I $\geq$ 40	severo
	et I $\leq$ 40	
30 < P < 60	I $\geq$ 40 ou I $\leq$ 40	medio
P $\leq$ 30	et I $\geq$ 40	favorable
	et I $\leq$ 40	

La elección de los límites concernientes a las precipitaciones, el hielo y las clases de climas fue detectada por la diferencia de los comportamientos de las calzadas en estas diversas condiciones y no por la premisa de efectuar una partición equilibrada de las regiones. Una mayor parte de Europa es, por ejemplo, clasificable en "climas severos".

A "posteriori" ha sido advertido que la elección de esta clase de clima era coherente con los problemas detectados y la práctica de países como los EE.UU. de clima severo es emplear pasadores (sólo el clima medio interesa a los Estados que utilizan una u otra técnica).

Como complemento de la acción del clima, es necesario tener en cuenta el sellado y el drenaje. Si bien los países de clima severo prevén casi siempre el sellado de las juntas desde el origen, es de notar que la calidad de este sellado es en general mediocre frente a temperatura (calor), sea por defecto de diseño o por escaso mantenimiento.

En estos casos, las medidas mostraron que una fracción importante de las precipitaciones

(10 a 90 0/0) puede entrar por las juntas. De hecho que la cantidad de agua que entra efectivamente depende mucho de la capacidad de almacenamiento o de circulación del agua en las calzadas (53) (71).

Estas constataciones fueron tomadas en cuenta en el análisis de resultados, por consiguiente es reconocido y ha sido verificado que cuando el sellado es eficaz las performances pueden ser mejores y en ciertos casos muy superiores a lo que ellas habrían sido sin ese factor.

En lo que concierne al drenaje, por una parte las calzadas viejas donde el contacto hormigón - fundación es efectivamente drenado de manera adecuada son prácticamente inexistentes; los resultados de la encuesta internacional, han previsto que la permeabilidad real de las banquetas y de las fundaciones habitualmente utilizadas son notablemente insuficientes para realizar un drenaje efectivo ( $K \leq 10^{-3}$  cm/s). Más aún, pocos países han efectuado las constataciones cuantitativas sobre estas preguntas.

Las experiencias recientes de drenaje adap-

tadas al caso de pavimentos de hormigón parecen conducir a resultados muy interesantes y, para integrar esta variable "drenaje" en el estudio, es importante la reducción probable en el tiempo de presencia de agua en el contacto hormigón - fundación - banquina que ha sido tenido en cuenta. El interés considerable que ha llevado hoy en día a varios países a adoptar este tipo de drenaje, permite pensar que serán realizados importantes progresos en este dominio en el curso de los años futuros.

#### e) Erosionabilidad

Al término de un análisis comparativo del riesgo de succión consecutiva para el empleo de los diferentes materiales habitualmente utilizados en fundaciones y/o banquina (ver anexo 15), ha sido escogida la adopción de tres clases de materiales (ver anexo 8):

- Los materiales muy erosionables: Los más empleados son las gravas naturales bien graduadas no tratadas, sin membrana de sellado. Han sido igualmente ligados a esta clase los suelos limosos o arcillosos tratados con ligantes hidráulicos, cal y/o cemento, así como las gravas naturales con membranas impermeables.
- los materiales de erosionabilidad media: Donde los más corrientes son las gravas - cemento (de tenor en cemento comprendido entre 3 y 4,5 %) y la grava - betún, hemos incluido en esta clase a las escorias tratadas.
- los materiales muy poco erosionables: Donde los más comunes son el hormigón pobre pre vibrado y el hormigón bituminoso.

En numerosos casos los materiales de base de la banquina, directamente en contacto con la losa y su base, poseen una erosionabilidad del mismo orden de crecimiento que la de esa base; sin embargo es necesario señalar que esta regla tiene dos excepciones:

- 1) En clima favorable la grava no tratada ha sido utilizada durante largo tiempo como revestimiento de banquetas en combinación con las bases tratadas con cemento.
- 2) En climas severos, bajo ciertas condiciones de tránsito (urbano y muy intenso) la banquina es algunas veces constituida por hormigón, con bases de material tratado.

En tales circunstancias, es el análisis de la causa principal de degradación el que ha conducido a ordenar los casos en la clase de erosionabilidad más apropiada.

En los casos de una mezcla agregado - betún,

interpuesta entre la grava - cemento, y el hormigón, el análisis de funcionamiento hidráulico real de estas estructuras (5) (37) ha conducido a su clasificación con las gravas - cemento, cuando el espesor bituminoso es inferior con las gravas - cemento, cuando el espesor bituminoso es inferior a 3 cm y con los concretos bituminosos, cuando el espesor es más importante (8 cm).

La erosionabilidad de la superficie de una base, es en efecto, una reacción compleja que hace intervenir la resistencia a la fragmentación superficial, la durabilidad del material frente a acciones como el helado - deshelado, así como la resistencia a la acción dinámica del agua.

Los estudios recientes (45) (53) muestran que la diferencia esencial entre los materiales muy erosionables y los de erosionabilidad media reside en que sólo los primeros tienen una velocidad crítica (de corrosión por agua) inferior a las velocidades habituales de expulsión de agua bajo las losas de hormigón.

En cuanto a la diferencia entre los materiales de erosionabilidad media y aquellos que son muy poco erosionables, parece tender más bien a la variabilidad de esta velocidad crítica en función de condiciones particulares de formulación, de colocación en obra, de conservación de estos materiales, por oposición al hormigón pobre vibrado y concretos asfálticos, para los cuales la vibración interna del primero y el tenor de ligante del segundo garantizan una erosionabilidad de superficie bastante débil tanto en promedio como en variabilidad.

Es evidente que la clasificación adoptada concierne a los materiales corrientemente utilizados en el pasado y hoy en día, La utilización de gravas cementos más dosados en cemento que los precedentes tienden a disminuir la erosionabilidad media de este material.

La encuesta ha demostrado que la utilización de bases muy drenantes, si bien se muestra interesante después de los resultados actuales del estudio, no se ha desarrollado prácticamente en el pasado. Por consiguiente no se han obtenido de la misma datos interesantes sobre el tema.

Es evidente que esta concepción de calzada modifica los aspectos del problema de erosionabilidad.

#### f) Modo de interpretación de los resultados:

Para los casos sin pasadores y después para los que los poseían, por cada cupla "clima - erosionabilidad" se ha construido un gráfico

(ver anexo 16) en base al tránsito soportado por cada sección correspondiente y el comportamiento de esta sección (bueno, mediocre, malo).

La determinación de los límites aceptables en cada caso "transferencia de carga - clima - erosionabilidad" se desarrolla de la siguiente manera:

- Un tránsito excepcionalmente elevado para una sola sección que ha tenido buen comportamiento no ha sido tenido en cuenta.
- Las secciones que tienen un tránsito más débil que los límites, deberán normalmente tener un buen comportamiento, a menos que la causa de un mal comportamiento sea conocida y atribuible a otros fenómenos.
- Las secciones que tienen un tránsito netamente superior al límite tienen un comportamiento mediocre o malo.

Ha sido detectado cierta dispersión de resultados, más el estudio detallado de las pautas singulares ha conducido a la confirmación de las tendencias generales tomadas: por ejemplo, una sección donde la base en grava - cemento ha sido mal ejecutada (insuficiencia local de ligante o de compactación) constituye un punto irregular para el caso "fundación tratada", pero se convierte en normal para el caso "fundación no tratada".

La extensión de esta dispersión se puede caracterizar por el factor 4 (aproximado) en los casos habituales y por el factor 10 (aproximado) en los casos de errores gruesos de concepción o de ejecución. Ha sido, por consiguiente, la intención, obtener la mayor parte de las reseñas disponibles sobre cada sección.

Las circunstancias que han sido origen de mejores performances se indican como complemento de las recomendaciones.

### 3.3. Resultados tomados de las prácticas

Cada país analiza los resultados que obtiene con la o las técnicas que utiliza y adapta o modifica sus especificaciones en consecuencia. Un análisis de las principales tendencias actuales de las especificaciones nacionales ha sido efectuado a fin de establecer los límites admisibles para cada contexto.

- a) Análisis de la evolución de las especificaciones nacionales:

La descripción detallada y actualizada de las especificaciones nacionales consta en numerosos estudios existentes (45 - 57).

El análisis de las evoluciones recientes reviste un interés particular.

- 1) Los países que no utilizan pasadores tienen tendencia a utilizar fundaciones aún menos erosionables que las gravas - cemento y a prestar una atención marcada al drenaje.

California y Francia desarrollan la utilización de hormigón pobre vibrado internamente como base para los tránsitos fuertes.

El drenaje lateral del contacto hormigón - fundación es introducido en las especificaciones francesas y experimentadas sobre las grandes carreteras en California, en Francia, España y Africa del Sur.

- 2) Ciertos estados pasan de las técnicas sin pasadores a adoptar su uso, mas otros hacen la elección inversa; cada técnica posee sus propios inconvenientes.

- Siguiendo fenómenos marcados de formación de los peldaños, el estado de Georgia, utiliza los materiales tratados como base pero posee clima humedo, y habiendo empleado losas relativamente largas, elige la técnica de pasadores para los tránsitos pesados. Africa del Sur, de clima medio, la utiliza en este momento para el tráfico  $T \geq 500$  vehículos/día (eje de 8,16 tn).

- El estado de Wisconsin y Alemania del Este, de clima severo, permiten actualmente la utilización de calzadas sin pasadores sobre fundaciones tratadas aún para los tránsitos intensos, notoriamente por razones de costo.

- 3) Los países de clima severo que utilizan pasadores tienen cada vez mayor tendencia a especificar bases tratadas para los trámites fuertes, y aún para los medios (por ejemplo, ultimamente el estado de Manitoba en Canadá).

- b) Hechos establecidos por una larga práctica:

El conjunto de los datos recogidos en la encuesta internacional, analizado siguiendo el método expuesto, ha conducido a las tablas siguientes donde los resultados se muestran coherentes con el análisis bibliográfico efectuado.

erosionabilidad bases BAU  clima	material sin tratar		material tratado con cemento o betún		hormigón pobre o bituminoso	
	13 t	9 - 10 t	13 t	9 - 10 t	13 t	9 - 10 t
severo			300	750		
medio	300	750	300(*)	750(*)		
favorable	750	2000	750(*)	2000(*)		

(\*) Las calzadas correspondientes están en general en buen estado, estos valores son susceptibles de ser aumentados en el futuro.

erosionabilidad bases BAU  clima	material no tratado		material tratado con cemento o betún		hormigón pobre hormigón bituminoso	
	13 t	9 - 10 t	13 t	9 - 10 t	13 t	9 - 10 t
severo	300	750	750(*)	2000(*)		
mediano	750	2000				
favorable						

### 3.4. Recomendaciones

#### a) Condiciones de evaluación y alcance:

El estudio detallado de las calzadas antiguas y el análisis de las causas de la diferencia entre las secciones de mejor comportamiento y las otras permiten utilizar las cifras descritas en las tablas I y II en vías de elaborar las recomendaciones de carácter más general.

En este tema, ciertos métodos nos permiten primero extrapolar los resultados obtenidos sobre las calzadas antiguas y todavía en excelente estado, y luego interpolar para las condiciones intermedias climáticas o de erosionabilidad.

Es necesario, evidentemente, considerar estas recomendaciones, por una parte, como aproximaciones destinadas a procesar cuantitativamente las tendencias, y otra parte como un estado actual de los conocimientos que deberán adaptarse a medida que surjan nuevas ideas.

Para los pavimentos sin pasadores se ha tomado un margen sensible de seguridad en el estudio de los resultados constatados anteriormente.

Esta posición está destinada a evitar en el porvenir ciertas degradaciones observadas hoy en día sobre los pavimentos donde la ejecución ha presentado algunos defectos respecto de la concepción del proyecto.

Para el conjunto de casos, se ha supuesto una calidad media corriente de la ejecución (superficie de las bases y borde de la banquina, especialmente) y el mantenimiento de las juntas (reconstrucción cada 6 a 8 años, aproximadamente).

b) Tablas de resumen y comentarios.

Los números comprendidos entre parén-

tesis en las tablas tienen una gran importancia; ellos subrayan notablemente la influencia de la calidad de construcción, mantenimiento de juntas y eficiencia del sistema de drenaje sobre el comportamiento.

El orden de magnitud de los factores correctores indicados nace del análisis fino de la dispersión de los resultados recolectados para la encuesta (ver 3.2.f.)

erosionabilidad bases BAU	material no tratado (2)		material tratado con cemento o betún (3)		hormigón pobre o concreto asfáltico (4)	
	13 t	9 - 10 t	13 t	9 - 10 t	13 t	9 - 10 t
clima						
severo	no deseable para vehículos pesados (1)		150	300	orden de magnitud 750   2000	
medio	150	300	300	750	Ordre de orden de magnitud 2000   5000	
favorable	300	750	750	2000	Ordre de orden de magnitud 2000   5000	

erosionabilidad bases BAU	material no tratado (2)		material tratado con cemento o betún (3)		hormigón pobre o concreto asfáltico (4)	
	13 t	9 - 10 t	13 t	9 - 10 t	13 t	9 - 10 t
clima						
severo	300	750	750	2000	orden de magnitud (4) 2000   5000	
medio	750	2000	2000	5000	orden de magnitud (4) 5000	
favorable	2000	5000	5000	no necesario (6)		

### COMENTARIOS IMPORTANTES

- 1) La experiencia internacional a largo tiempo prueba que no es deseable construir en una región de clima severo, una calzada sin pasadores para un tránsito pesado, con una base no tratada. En todo caso, si se considera como una de las soluciones, el tránsito no debe sobrepasar los 20 ejes de 13 tn o 50 ejes de 9 - 10 tn y es absolutamente necesario que el sellado sea excelente y permanente.
- 2) La experiencia internacional ha probado que la utilización de bases no tratadas de calidad (en la base de la banquina y sobre todo en la fundación del pavimento) puede conducir a performances correctas, fuera de los casos citados en (1), para un tránsito doble o triple del que ha sido indicado a condición de que sea evitada toda posibilidad de ingreso de agua en la estructura y que el sellado sea efectivo.
- 3) En los casos de materiales tratados con cemento y betún, cuando se garantiza la obtención de una débil erosionabilidad de la superficie de base del pavimento y de la base de la banquina (ausencia de todo defecto de dosaje en ligante, de compactación de curado), el tránsito límite indicado puede ser doble o triple.
- 4) La experiencia internacional es actualmente limitada respecto de la utilización de hormigón pobre o de concreto bituminoso en bases. Las recomendaciones correspondientes tienen un carácter de proyecto, ellas están fundadas en la opinión de expertos y en las medidas de erosionabilidad en laboratorios y de deflexiones en calzadas.

Cuando el sellado de estas estructuras es mantenido eficientemente y el sistema de drenaje en el contacto hormigón - fundación funciona, el tránsito límite adoptado puede ser doble o triple.

Podrían obtenerse mejores comportamientos si la introducción de partículas finas en el contacto, hormigón - fundación fuera evitada durante la construcción y por un tratamiento adecuado de la sub rasante, si ésta contiene demasiados elementos finos.

- 5) Las recomendaciones concernientes a los casos "con pasadores" se basan en la hipótesis de que el sistema de transferencia de carga, es eficaz y durable, a este efecto es necesario:

- que el dispositivo de lucha contra la corrosión sea satisfactorio.
- que la calidad de colocación de los pasadores garantice a la vez una buena ubicación de estos en un hormigón de calidad en la zona de contacto.

- 6) En el estado actual de conocimiento, parece necesario recurrir a la utilización de las bases menos erosionables, en el caso de climas favorables, y a la utilización de pasadores.

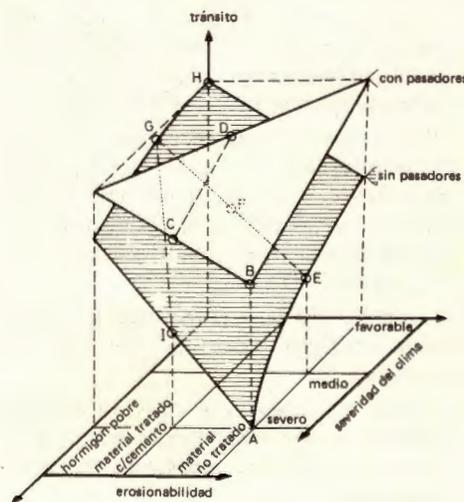
### 3 - Conclusiones

#### 4 - La contradicción entre las prácticas nacionales no es más que aparente.

Si la oposición entre los países que utilizan los pasadores y los que no los utilizan podrían mostrarse sorprendente, al análisis que precede ha demostrado que esta oposición existe sólo si uno se limita a considerar como único parámetro la transferencia de carga.

Al contrario, si uno toma en cuenta además el parámetro de la erosionabilidad de los materiales al contacto de la losa, y el factor "agua" se descubre en el conjunto de resultados una cierta coherencia.

Como ha sido visto, estos resultados pueden ser esquemáticamente sintetizados mediante un tránsito límite por cada punto del espacio "erosionabilidad - clima" y, para cada una de las técnicas esto es lo que presenta la figura 10.



En este espacio de tres dimensiones, es fácilmente comprensible la evolución de las técnicas desde 1930.

- a) Las fuertes formaciones de peldaños observadas entre 1920 y 1936 han conducido a numerosos países de Europa y numerosos estados de EE.UU. de América, todos con climas húmedos, hacia la adopción de los pasadores, figura 10, línea representativa de evolución A → B.
- En los últimos 5 a 15 años, los esfuerzos para la obtención de buenos comportamientos, aún para tránsitos muy elevados han conducido a estos mismos países a preferir las bases tratadas a las no tratadas (figura 10 B → C).
  - Con esta situación y particularmente cuando la impermeabilidad es bien mantenida y/o cuando se realiza un sistema de drenaje en el contacto losa - fundación, las performances pueden ser excelentes (figura 10 C → D).
- b) Numerosos estados del oeste de EE.UU. de América, de clima seco o mediano han optado, hacia 1945, por la utilización de las bases tratadas con cemento para las losas si pasadores (figura 10 E → F)
- Constatando luego en ciertos casos la formación de peldaños, han escogido entre 1968 y 1975, utilizar el hormigón pobre en fundación (figura 10 F → G) y el drenaje con la impermeabilización (figura 10 I → G → H), lo que se demuestra puede conducir también a excelentes comportamientos.
- c) De la misma forma, para un clima más húmedo, ciertos países de Europa han escogido durante los años 1960 la técnica de las losas sin pasadores sobre una base tratada con cemento (figura 10 I)
- Podría parecer que, actuando sobre la "erosionabilidad" y sobre el factor agua esos países podrán obtener también buenas performances si ellas deciden conservar la técnica más simple sin pasadores (figura 10 I → G → H).

Esta representación tridimensional permite igualmente visualizar dos tendencias cualitativas importantes:

- cuanto más seco es el clima menor será el efecto de erosionabilidad sobre la variación en el tránsito aceptable, con o sin pasadores
- el aporte específico de los pasadores es tanto más importante cuando el clima es húmedo y cuando la fundación es erosionable.

4.2. La elección de cada país concerniente a los pasadores se sitúa en un contexto técnico económico complejo y particular.

Los proyectistas de cada país se encuentran delante de elecciones múltiples y sólo un análisis completo puede aportar una solución adecuada.

a) Puntos de vista estrictamente técnicos.

En una situación dada de la técnica de un país, la búsqueda de un mejoramiento en el comportamiento puede hacerse por la elección de una o de numerosas de las orientaciones principales siguientes:

- 1) escoger los pasadores, si no han sido ya adoptados, tratar de mejorar notablemente la transferencia de carga por trabazón, con ayuda de las soluciones descritas en los capítulos correspondientes.
- 2) Escoger bases y/o materiales de banquina menos erosionables que los empleados en el pasado, sea por un cambio de los materiales en sí, sea por una modificación de las reglas de ejecución en vista a reducir la erosionabilidad de los materiales sin cambiar su naturaleza.
- 3) Tratar de reducir el tiempo de presencia del agua en el contacto hormigón - fundación, sea mejorando la eficacia del sellado, sea creando un dispositivo de drenaje del contacto, o sea por una acción combinada de los dos.

Teniendo en cuenta las ventajas propuestas que pueden ser atendidas en cada una de las soluciones y que son descritas en primera aproximación en cap. 3, la elección puede resultar por una parte de la comparación económica del conjunto de estas soluciones adoptadas a un contexto particular y por otra parte del estudio de las disposiciones que mostraran ser las más necesarias teniendo en cuenta los defectos encontrados sobre las calzadas antiguas y del clima de país considerado.

El conocimiento de numerosos expertos demuestra hoy en día que dentro de numerosos casos, la mejor manera de perfeccionar el comportamiento por un costo suplementario relativamente menor es lograr un sistema de drenaje del contacto hormigón - fundación - banquina.

b) En la práctica, la elección no es puramente técnica.

El estudio de las elecciones efectuadas por los diferentes países en la última decena pone a la luz la multiplicidad de los parámetros que es necesario tener en cuenta:

1) Es necesario tener siempre en consideración numerosos factores de carácter permanente.

- el clima (pluviometría, hielo, regiones climáticas).
- las características del tránsito y el confort buscado (proporción de cargas pesadas, de sobrecargas, umbral de sensibilidad a la formación de peldaños, teniendo en cuenta el parque automotor)

2) Es necesario analizar la situación en el momento de elección:

- Los condicionantes aportados por el equipo y elementos auxiliares de puesta en obra (encofrados o encofrados resbaladizos especialmente).
- el hábito de cada técnica que tienen Inspectores de obras, empresas y laboratorios.
- la calidad corriente de ejecución (a fin de evitar, por ejemplo, recurrir a las modificaciones que conducen a las soluciones muy delicadas de ejecución).

Los factores concernientes al estudio entre el costo posible inicial y los del mantenimiento ulterior (la ejecución de ciertas disposiciones citadas en el parágrafo "a" pueden diferirse, como la búsqueda de una mejor eficiencia de impermeabilización, otras disposiciones son necesarias de ejecutar desde la construcción).

3) Finalmente es necesario tener en cuenta los elementos relativos al futuro próximo y al más lejano:

- la importancia de las calzadas a construir con las nuevas técnicas (longitud de las secciones e intensidad del tráfico).
- los recursos originales en materiales que pueden ser tratados y poco erosionables.
- las dificultades materiales de mantenimiento de estas estructuras en función de su vida útil (casos de autopistas urbanas).

4.3. Existen circunstancias donde el empleo de pasadores o su misión pueden ser especialmente interesantes.

Teniendo en cuenta las especificaciones estudiadas precedentemente, existen casos

donde el empleo de pasadores se hace interesante, incluso puede ser igual o más económico en el momento constructivo:

- para los tránsitos excepcionalmente elevados en clima húmedo (particularmente para las autopistas peri - urbanas, donde el mantenimiento ulterior es muy difícil).
- para el caso donde las circunstancias exteriores técnicas o económicas conducen a soluciones que teniendo en cuenta el tránsito previsto se arriesgan a provocar una formación de peldaños rápida: La lista de estos casos se puede deducir el análisis de la influencia de los diferentes factores sobre la transferencia de carga (cap. 2.2.) y las recomendaciones sobre los tránsitos límites (cap. 3.4.).

De la misma forma, ciertos casos son particularmente adaptados a losas sin pasadores, por ejemplo:

- Cuando el tránsito pesado es casi nulo, cuando el clima es muy seco o el drenaje de contacto hormigón - fundación es muy eficaz.
- cuando son factibles económicamente las fundaciones menos erosionables (hormigón pobre de agregados sub normales, por ejemplo).

#### 4.4. Investigaciones futuras

Como ha sido dicho en la introducción, este informe debe ser considerado como una primera aproximación que las búsquedas y los balances futuros deberán precisar y mejorar.

Las investigaciones que pueden, desde este punto de vista mostrar prioridades son las siguientes (9).

- a) Realizar pavimentos experimentales donde sean comparadas las soluciones que son y serán efectivamente, al contexto presente y futuro, las alternativas de los proyectistas (10).
- b) Completar estas experiencias con los ensayos de laboratorio donde no se omita ninguna de las familias de parámetros consideradas (transferencia de cargas, erosionabilidad, agua, tránsito).
- c) Desarrollar las investigaciones y experimentaciones concernientes al drenaje del contacto losa - fundación.

- d) Profundizar los conocimientos sobre la erosionabilidad de superficie de los materiales.
  - e) Comparar en cada contexto nacional el costo y la eficacia de cada disposición a fin de arribar a los tipos de construcción óptimos.
- 9) La lista detallada de estas investigaciones se incluye en el anexo 17.
- 10) Una experimentación similar se desarrollará

en Bélgica, después que su programa haya sido discutido en el seno del Comité AIP CR de rutas en hormigón.

Este informe ha sido redactado a fin de permitir intercambios de experiencia entre los diferentes países con un espíritu constructivo, nuestro agradecimiento a todas las personas que han participado en la encuesta internacional que le ha precedido y a todos los contactos que lo han hecho posible.

### LISTA DE ANEXOS

- |                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1) Bibliografía.                                                                                                                                                 | 9) Estudio comparativo del dimensionamiento de las losas.                                                                                                     |
| 2) Evaluación de costos. Resultados de la encuesta internacional y de los estudios particulares.                                                                 | 10) Tentativa de evaluación del efecto comparado de los ejes legales sobre la velocidad de formación de los peldaños.                                         |
| 3) Los diferentes aspectos de la transferencia de carga y sus definiciones.                                                                                      | 11) Texto del cuestionario enviado a los países.                                                                                                              |
| 4) Una medida normalizada de trascendencia de carga.                                                                                                             | 12) Criterio de formación de los peldaños.                                                                                                                    |
| 5) Tabla de riesgos de formación de peldaños en función del origen de los finos.                                                                                 | 13) Tabla de resumen de las longitudes obtenidas con y sin pasadores para los diferentes países del mundo y para los diferentes estados de EE.UU. de América. |
| 6) Apertura de las juntas: Ejemplos numéricos de función de condiciones tipo.                                                                                    | 14) Elección de las clases de climas.                                                                                                                         |
| 7) Tentativa de balance de utilización de losas muy cortas (LLHm).                                                                                               | 15) Erosionabilidad de los materiales empleados en fundación y en banquina.                                                                                   |
| 8) Tabla de utilización de materiales de fundación en función del tránsito y del dispositivo de transferencia de carga. Resultados de la encuesta internacional. | 16) Tipo de gráfico resumen de los tránsitos límites para cada cupla "clima - erosionabilidad", con y sin pasadores.                                          |
|                                                                                                                                                                  | 17) Investigaciones futuras deseables.                                                                                                                        |

## ANEXO 1

## BIBLIOGRAFIA

(Los documentos marcados con asterisco son los más utilizados en el informe).

1. "A guide to Concrete Road Construction", Department of Transportation and Road Research Laboratory, London, 1978.
2. ACI committee 325, "Structure Design Considerations for Pavements Joints", ACI Journal, July 1956.
3. Anderson K. N., "Portland Cement Concrete Pavements Joint Study", May 1974.
4. Anonyme, "Joint Spacing in Concrete Pavements", HRB Research Report 17 - 13, 1956.
5. Bailey W., "Effect of Asphaltic Concrete as a Bond Braker beneath Concrete Pavements", 5 pp.
- 6.\* Barenberg J. E., Darter I. M., "Performance and Evaluation on High Traffic Volume Concrete Pavements as Affected by Joint Design", University of Illinois, 1975.
7. Bolurchi Z., Temple W. "Evaluation of Load Transfer Devices", Research Report nº 97, Research Project nº 72 - 36, Louisiana, 53 p.
8. Bryden and Phillips, "Performance of Transverse Joint Supports in Rigid Pavements", Research Report nº 12, New York State Department of Transportation, March 1973.
9. Bryden and Phillips, "Laboratory and Field Evaluation of Plastic Coated Bars", Research Report nº 22, New York State Department of Transportation, July 1974, 55 pp.
10. Bryden and Phillips, "New York Experience with Plastic Coated Dowels", Special Report nº 27, New York State Department of Transportation, Dec. 1974.
11. Caniard L., "Gel des Sols et des Chaussées - Statistiques hivernales - Caractérisation et principaux types d'hivers en France", Formation Permanente ENPC, 1977, 6 pp.
12. Carlson R. W., "Drying, Shrinkage, of Concrete as Affected by Many Factors Proceedings", vol. 38, Part II, ASTM 1938.
13. "Catalogue 1977 des Structures Types de Chaussées neuves", Ministère de l'Équipement et de l'Aménagement du Territoire - Direction des Routes et de la Circulation Routière.
- 14.\* Cedergren H. R., "Guidelines for the Design of Subsurface Drainage Systems for Highway Structural Sections", Technical Report prepared for the Federal Highway Administration, June 1972, 25 pp.
15. Cedergren H. R., "Methodology and Effectiveness of Drainage Systems for Air Field Pavements", Technical Report C. 13, CERC, 1974.
16. Cedergren H. R., "Drainage of Highway and Street Pavements", John Wiley and Sons Inc., New York, 1974.
17. Chaussat J. C., "Bilan mondial des Techniques de Chaussées en béton Eléments de choix pour la France", LCPC, 1976, 235 pp.
18. Chéron J., Christory J. P., "Drainage des chaussées en béton - Expérimentation sur l'ancienne chaussée de l'autoroute A 1", Bull. liaison Labo. P. et ch., nº 93, janv. - fév. 1978, 9 pp.
19. Clarence, De Young, "Spacing of Undowelled Joints in Plain Concrete Pavements", HRB nº 112, 1966.
- 20.\* Cooley B. E., Humphrey H. A., "Aggregate Interlock of Joints in Concrete Pavements", HRB Rec. nº 189, 1967, 18 pp.
21. Cooley R. H., "The Case for Skewed Joints", HRB nº 274, 1960.
- 22.\* Darter I. M., Barenberg J. E., "Maintenance free Life of Heavily Trafficked Jointed Concrete Pavements", Department of Civil Engineering, University of Illinois, Dec. 1975, 39. pp.
- 23.\* Darter I. M., "Design of Zero - Maintenance Plain Jointed Concrete Pavements" Vol. 1, Development of Design Procedures, University of Illinois, Dec. 1976, 308 pp.
24. "Design Construction and Maintenance of PCC Pavements", Highway Research Board, NCHRP, 1973.
25. "Directive pour la Réalisation des Chaussées en Béton de Ciment", Ministère de l'Équipement et de l'Aménagement du Territoire, Oct. 1977.
26. Eisenmann J., Deischl F., "Experimentelle Ermittlung Von Fugenbewegungen

- unter Verkehr", Forschung Strassenbau und Strassenverkehrstechnik n° 220, 1976.
27. Eisenmann J., "Hydraulisch gebundene Tragschichten und Beton oberbau", Strassen und Tiefbau n° 3, 1978.
  28. "Evaluation of the Performance of Doweled Contraction Joints Placed on Three Types of Subbase Courses", Report n° 30, Georgia Dot. Feb. 1974.
  29. Friberg B. F., "Frictional Resistance Under Concrete Pavement and Restraint Stress in Long Reinforced Slabs", HRB n° 33, 1954.
  30. Friberg B. F., "Design of Dowels in Transverse Joints of Concrete Pavements" Transactions ASCE, Vol. 105, 1940.
  31. \* "Gel et Dégel des Chaussées", Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, Note d'information technique, janv. 1975, 34 pp.
  32. Glen L. M., "Water in Pavements", Script for Slide - Tape presentation, FHA, September, 1976, 24 pp.
  33. Graham M. D., "New York State Experience with Concrete Pavements Joint Sealers", HRR n° 80, 1965, pp. 42-48.
  34. \* Gulden W., "Pavement Faulting Study: Extent and Severity of Pavements Faulting in Georgia", Georgia DOT, Interim Report, 1972, 83 pp.
  35. \* Gulden W., "Investigation into the Causes of Pavements Faulting on the Georgia Interstate System, Georgia DOT, Interim Report, 1974, 73 pp.
  36. \* Gulden W., "Pavements Faulting Study" Office of Materials and Tests, Georgia DOT, Final Report, May 1975, 58 pp.
  37. \* Gulden W., Balley W., "Field tests on Materials that Reduce the Restraint Stress between Concrete Pavement and Base Courses".
  38. \* "Joint Design for Concrete Highways and Street Pavements", Portland Cement Association, 1975, 13 pp.
  39. Kinoshita S., "Water Migration in the Soil during the Frost Heaving", Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University, Sapporo, Japon.
  40. La Fontaine R. M., "Granular Interlock for transfer of Heavy Duty Rigid Pavements Joints", Windsor, Ontario, 1975.
  41. Leyder J. P., "Action des Charges sur les Revêtements en Béton de Ciment", Centre de Recherches Routières, Bruxelles, déc. 1964.
  42. Loc J. A., "Dowel bar Joints in Airfield Pavements", Institute of Civil Engineers Proceedings, Oct. 1952.
  43. Lowrie C., Nowlen W. J., "Colorado Concrete Pavement and Subbase Experimental Project", HRB n° 274, 1960.
  44. Mintorah I., Cook J. P., "A Study of the Effort of the Environment on an Experimental Portland Cement Concrete Pavement", University of Cincinnati, August 1978.
  45. Nguyen C. P., "Hydraulique du pompage des chaussées en béton", Bull. Liaison Labo. P. et Ch., n° 93, jan - févr. 1978, 12 pp.
  46. Nussbaum P. J., Childs L. D., "Repetitive Load Tests on Concrete Slabs on Cement Treated Subbases", Research and Development, Bulletin PCA, 1975.
  47. \* Nussbaum P. J., Lokken C. E., "Portland Cement Concrete Pavements Performance Related to: Design - Construction Maintenance", PCA, August 1977, 89 pp.
  48. \* Packard G. R., "Design Considerations for Control of Joint Faulting of Undoweled Pavements", PCA Proceedings, International Conference on concrete Pavement Design, Purdue University, Feb. 1977, 15 pp.
  49. \* Parmenter B. S., "The Design and Construction of Joints in Concrete Pavements", TRRL, n° 512, 1973, 35 pp.
  50. Peyrone C., "Etude théorique du Comportement d'une dalle de béton", Bull. liaison Labo. P. et Ch., n° 77, mai-juin 1975, 24 pp.
  51. Pfeifer L., "Zementbetonstrassen, und -plätze auf starrer Tragschicht", Die Strasse, n° 6 juin 1973.
  52. Pfeifer L., "Raumfugenlose Zementbetonstrecken", Die Strasse n° 6, juin 1978.
  53. \* Ray M., "Conception des chaussées en béton: les choix actuels en France", Bull. liaison Labo. P. et Ch., n° 91, sept. - oct. 1977, 44 pp.
  54. Rhodes C. C., Finney E. A., "Final Report on Durability Project", Michigan Test Road, HRB Proceedings, Vol. 39, 1960.
  55. Rimli E., Visintin L., "Nouvel Atlas Mondial", 3e éd., chautacher, Suisse.

56. Rouquès G., Christory J. P., "*Comportement, Auscultation et Surveillance des Chaussées en béton*", Bull. liaison Labo. P. et Ch., nº 77, mai 1975, 30 pp.
57. \* Sharp R., "*European Concrete Road Standards and Practices*", Proceedings International Conference on Concrete Pavement Design, Purdue University, 1977.
58. Shirley D. E., "*Flexible Seals for Pavement Joints in Concrete Structures*", Civil Engineering and Public Works review, August 1970.
59. Siffert M., Briant G., "*Analyse et Contrôle du Trafic par Boucles Magnétiques et Bascules Dynamiques*", Bull. liaison Labo. P. et Ch., nº 83, mai juin 1976, 14 pp.
60. \* Spellman D. L., Woodstrom J. H., Neal F., "*California Pavement Faulting Study*" California Division of Highways M. and R 635167 -1, Jan. 1970.
61. \* Spellman D. L., Woodstrom J. H., Neal F., "*Faulting of Portland Cement Concrete Pavements*", HRB Highway Research Record nº 107, 1972, 9 pp.
62. \* Spellman D. L., Woodstrom J. H., Neal F. "*PCC Pavements Performance*", California Department of Transportation Study nº 19 - 635254, 1974.
63. Stelzenmuller W. B., "*Rigid Pavement Design - Contraction Joint Spacing*", Research Report 190, State of Florida DOT, July 1975, 25 pp.
64. Stelzenmuller W. B., Smith L. L., Larson J. J., "*Load Transfer at Contraction Joints in Plain Concrete Pavements*", Research Report 90 - 0 Florida Department of Transportation, April 1973.
65. Sutherland E. C., "*Analysis of Data from State Reports*", HRB Research Department 17 B. 1956.
66. Swanberg J. H., "*Temperature Variation in a Concrete Pavement and the Underlying Subgrade*", HRB nº 25, 1945.
67. Teller L. W., Cashel H. D., "*Performance of Dowel under Repetitive Loading*", Public Roads, Vol. 30, April. 1958.
68. Van Breeman W., "*Special Papers on the Pumping Action of Concrete Pavements*", Research Report nº 10, HRB, 1945.
69. Van Breeman W., "*Experimental Dowel Installations in New Jersey*", HRB Vol. 34, 1955.
70. Van Ganse R., "*Les dispositifs de Drainage Interne: Critères de Nécessité et Dimensionnement Hydraulique*", Symposium sur le Drainage des routes, Berne, 1978.
71. Van Ganse R., "*Les Infiltrations dans les chaussées: Evaluations prévisionnelles*", Symposium sur le Drainage des routes, Berne, 1978, OCDE, Paris, 1978, pp. 176 - 192.
72. Vernkatasubramanian V., "*Temperature Variations in a Concrete Pavement and Underlying Subgrade*", HRB nº 60, 1963.
73. Yoder, "*Principles of Pavement design*" Wiley 1965.
74. \* "*Zero - Maintenance Pavements: Results of field Studies on the Performance Requirements and Capabilities of Conventional Pavement Systems*", FHA, April, 1976, 367 pp.

# EVITE DISTRAERSE MIENTRAS CONDUCE



PUBLICIDAD A.C.A. E.V. 7



DIRECCION DE VIALIDAD DE LA  
PROVINCIA DE BUENOS AIRES



AUTOMOVIL CLUB ARGENTINO

# Proposición de un Programa tentativo General de Control de Calidad para Plantas Premezcladoras (\*)

Por: Ing. Mario Tena Bernal  
Jefe Sección Concretos, Dirección General de Servicios Técnicos, (México).

Se hacen análisis de las variables que intervienen el proceso y que afectan la calidad del concreto, de las pruebas con que se cuenta para estudiar o calificar los materiales y en función de ellas, se propone un Programa General de Control de Calidad, susceptible de adaptarse a un caso en particular.

Desde el punto de vista planeación de programas apropiados para el control de calidad, en lo particular, la industria del Concreto Premezclado, constituye un reto para los especialistas, e involucra una gran responsabilidad para quienes se encargan de establecer las bases, sobre las cuales se apoyará el sistema adoptado.

El efecto, son muchas las variables y etapas del proceso que hay que controlar, puesto que la calidad final del concreto producido, estará influenciada por las características de sus procesos a que es sometido hasta su entrega en obra.

Es por ello, que para llegar a un patrón adecuado de programa para el control de calidad, que con base a la experiencia de su aplicación se pueda optimizar, es necesario conocer a fondo las causas asignables a componentes o procesos que en alguna forma afectan la calidad final del concreto. A continuación en los cuadros siguientes se hace un análisis de aquellas que en lo general, con cierta frecuencia, contribuyen a dicho fin.

Del análisis de los cuadros adjuntos, fácilmente se concluye, que las causas que afectan la calidad del concreto en la Industria del Premezclado, se pueden agrupar de la siguiente manera:

1. Las atribuibles a instalaciones deficientes o inadecuadas.
2. Las imputables al equipo y su operación.

3. Las asignables a la experiencia y capacidad del personal.
4. Las que se derivan de las características intrínsecas de los materiales que se emplean.

En el caso particular de los problemas que se derivan de los grupos 1, 2 y 3 en términos generales, éstos se pueden razonablemente minimizar, si se adoptan medidas como las que a continuación se indican:

- a) Contar con instalaciones suficientes y apropiadas para el almacenamiento de los materiales que se emplean, haciéndoles periódicamente las modificaciones, reformas o ampliaciones que se requieran.
- b) Tener un equipo moderno en buen estado con mantenimiento oportuno, apropiado, renovándolo o cambiándolo cuando sea necesario y se justifique su reposición.
- c) Seleccionar al personal con la preparación y experiencia apropiadas para desempeñar el puesto que se les asigne, proporcionándoles los conocimientos complementarios necesarios para el buen desempeño de sus funciones y periódicamente actualizarlos mediante su asistencia a exposiciones o su inscripción a congresos o cursos idóneos.

(\*) Ponencia presentada en el II Congreso Iberoamericano del Concreto Premezclado, México, febrero de 1979.

### CARACTERISTICAS DE LOS COMPONENTES DEL CONCRETO QUE AFECTAN SU CALIDAD

Componente	Causa asignable	Probabilidad de incidencia	Consecuencias
CEMENTO:	Control deficiente de su fabricación.	Posible en cualquier marca.	En ocasiones graves si no se detectan oportunamente.
	De diferentes tipos o marcas, alterando su uso.	Cuando hay demanda grande en el mercado del concreto o escasez del producto.	Variaciones considerables si no se prevén.
	Contaminaciones de tipos o marcas.	Por insuficiencia de almacenamiento.	Resultados aislados fuera del patrón de producción.
	Temperatura alta.	Cuando la demanda es grande y no reposa en silos.	Resta eficiencia a algunos aditivos y ocasiona problemas de trabajabilidad fraguado y resistencia.
	Mala sanidad.	Cuando se consume de inmediato por insuficiencia de almacenes.	Problemas de resistencia y expansión de concretos en medios húmedos.
	Falso fraguado.	Cuando en el período de lluvias no se controla la humedad del yeso.	Fraguado inmediato a la descarga si no se adoptan medidas apropiadas.
AGUA:	Sales indeseables en exceso.	Cuando sin estudio o tratamiento previo se emplean las de corrientes o depósitos naturales.	Variaciones en la trabajabilidad y el fraguado.
	Exceso de materia orgánica.	Cuando sin estudio o tratamiento previo se emplean las de corrientes o depósitos naturales.	Variaciones de resistencia en algunos casos considerables.
	Temperatura baja o alta.	En climas extremos.	Aceleración o retardo de fraguado y variaciones de la trabajabilidad.
	Variaciones notables en la forma de la partícula.	Con materiales del mismo origen de diferentes minas o de origen diferente.	Problemas de sangrado, variaciones de plasticidad y resistencia.

### CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES DEL CONCRETO QUE AFECTAN SU CALIDAD

Componente	Causa asignable	Probabilidad de incidencia	Consecuencias
ARENA Y GRAVA:	Diferencias notables en granulometría.	Con materiales del mismo origen de diferentes minas, de origen diferente o almacenamiento inadecuado.	Variación de plasticidad y resistencia.
	Falta de uniformidad.	Con materiales de diferente origen, diferente mina o almacenamiento inadecuado.	Variaciones de trabajabilidad y resistencia.
	Contaminaciones (limos, arcillas, materia orgánica y partículas suaves).	Por explotación o almacenamientos inadecuados.	Variaciones de resistencia con resultados fuera del patrón de producción.
	Contaminaciones de tamaños.	Por deficiencias de procedimiento o de los almacenes.	Variaciones de requerimientos de agua, trabajabilidad y resistencia.
	Exceso de polvo.	Cuando no se procesan.	Variaciones en requerimientos de agua, afecta la adherencia y la resistencia.
	Variaciones en el contenido de humedad.	Frecuente y común, crítica en época de lluvias.	Variaciones en fluidez y resistencia considerables en algunos casos.
	Temperatura alta.	En climas calurosos con almacenamientos a la intemperie	Variaciones en requerimientos de agua, tiempo de fraguado y bajas de resistencia por microagrietamiento.
ADITIVOS:	Control deficiente.	Posible en cualquier marca.	Pueden ser considerables.
	Variaciones de concentración	Por falta de limpieza de depósitos o cuando no se cuenta con el equipo para mantenerlo homogéneo.	Pueden ocasionar resultados fuera de patrón de producción.
	Temperatura.	En climas extremos.	Efectos y variaciones en trabajabilidad y resistencia no previstos.

**CARACTERISTICAS DEL EQUIPO DE DOSIFICACION, MEZCLADO Y TRANSPORTE  
QUE AFECTAN LA CALIDAD DEL CONCRETO**

Concepto básico	Causa asignable	Probabilidad de incidencia	Consecuencias
EQUIPO DE DOSIFICACION	Sistema de medición heterogéneo.	En plantas en las que los agregados se pesan y el agua y aditivo se dosifican en volumen	Variaciones de volumen, fluidez y resistencia, en algunos casos considerables.
	Sistema de medición impreciso	Por falta de mantenimiento o errores del mismo.	Variaciones sistemáticas de volumen, trabajabilidad y resistencia, en algunos casos considerables.
	Operación defectuosa.	Cuando el equipo auxiliar no es el apropiado o el personal es inexperto	Variaciones en cualquiera de las características del concreto que se reflejan en la resistencia.
EQUIPO DE MEZCLADO	Orden de carga.	Cuando éste depende del operador.	Generalmente de poca importancia si el equipo de mezclado es eficiente.
	Sobrecarga	Poco frecuente	Variaciones de poca importancia.
	Acumulación de mezcla.	Cuando se mezcla en planta con equipo de poca capacidad.	Ninguna variación en lo general.
	Velocidad de mezclado.	Por variaciones de corriente o falta de mantenimiento.	Ninguna variación en lo general.
EQUIPO DE TRANSPORTE	Variaciones en el tiempo de mezclado.	Cuando lo controla el operador y las distancias de acarreo son notablemente diferentes.	Variaciones de resistencias notables en algunos casos.
	Sobrecarga	Poco frecuente	Derrames durante el tránsito, variaciones de poca importancia.
	Agitado o mezclado poco eficiente.	Por falta de limpieza y mantenimiento periódico.	Variaciones considerables cuando el concreto es mezclado en tránsito.
	Aumento del contenido de agua en tránsito.	Por error del operador o falta de mantenimiento.	Aumento de fluidez y reducción de resistencia, en algunos casos considerables.

La solución de los problemas enunciados en el grupo 4, requiere la formulación de un programa económico y operante de control de calidad cuyas metas sean las siguientes:

1. Controlar desde su recepción en planta mediante pruebas rápidas e indicativas de aceptación, todos los componentes del concreto.
2. Hacer en forma rápida, un mínimo de pruebas necesarias que con la oportunidad que se requiera, permitan hacer correcciones o dar instrucciones para mantener la producción tan uniforme como sea posible.
3. Verificar la calidad del concreto, mediante un mínimo de pruebas que proporcionen información oportuna, confiable que retroalimente al sistema y permita hacer modificaciones o adoptar acciones que tiendan a optimizar la calidad de la producción.

Para alcanzar estas metas, además de conocer los posibles problemas que se derivan del empleo de los componentes del concreto, es necesario tener una idea clara y precisa de cual es la importancia de las pruebas a las que se someten, qué información nos aportan y el tiempo aproximado de su ejecución. En los cuadros siguientes se resumen estos conceptos.

Como consecuencia de los análisis efectuados, se hace evidente que las características de los agregados que mayor influencia tienen en la

resistencia del concreto son los que producen variaciones en el contenido de pasta, requerimientos de agua o afectan la adherencia, los cuales están ligados con la forma, textura, tamaño granulométrico, contaminaciones y contenido de polvo; razón por la cual el programa de control deberá tener como meta el control de dichas características.

Por otra parte en el concreto fresco, se tienen los primeros indicios de anomalías en la trabajabilidad, peso volumétrico, contenido de aire, evidencias de segregación y sangrado que en el concreto endurecido se traducen en variaciones de resistencia con valores críticos; por lo que es indispensable efectuar las pruebas que detecten dichas anomalías, para corregirlas con oportunidad.

Además, debe tenerse en cuenta que el costo del programa de control que se adopte, grava directamente los costos de producción los cuales a su vez reducen las ganancias de la empresa, razón por la cual en su planeación deberá buscarse que éste sea efectivo pero no oneroso.

Con base en todo lo expuesto, se propone en forma tentativa, el programa de control de calidad que a continuación se detalla, el cual se ha estudiado en forma general a fin de que con las modificaciones pertinentes se pueda ajustar a un caso en particular.

**IMPORTANCIA Y TIEMPO APROXIMADO DE DURACION DE LAS PRUEBAS A QUE SE SOMETEN  
LOS COMPONENTES DEL CONCRETO**

<b>Componente</b>	<b>Prueba</b>	<b>Información que aporta</b>	<b>Tiempo</b>
<b>CEMENTO:</b>	Consistencia normal.	Sobre los requerimientos de agua y el fraguado falso.	15 minutos máximo
	Tiempo de fraguado.	Sobre la velocidad de hidratación y el tiempo aproximado de endurecimiento	15 minutos máximo
	Falso fraguado.	Configura la existencia de este fenómeno.	4,5 horas máximo
	Finura con aparato de Blaine.	Sobre la calidad de la molienda, requerimientos de agua, velocidad de hidratación, fraguado y adquisición de resistencia	15 minutos máximo.
	Sanidad acelerada en autoclave	Pone de manifiesto la presencia de óxido de calcio o magnesio y la posibilidad de desintegración por expansión del concreto	30 horas máximo
	Ensayo acelerado de resistencia	Resistencia relativa correlacionable con resistencia reales.	36 horas máximo.
<b>ARENA Y GRAVA</b>	Forma de la partícula	Porcentaje de partículas planas o alargadas textura superficial, posible requerimiento de agua y plasticidad del concreto	2 horas máximo
	Análisis granulométrico	Variaciones de graduación, porciento de contaminación, contenido aproximado de polvo, posibles requerimientos de agua.	30 minutos máximo
	Peso volumétrico	Variaciones de graduación, composición y forma de partículas, grado de intemperismo o contaminación y posibles cambios de calidad	15 minutos máximo

**IMPORTANCIA Y TIEMPO APROXIMADO DE DURACION DE LAS PRUEBAS A QUE SE SOMETEN  
LOS COMPONENTES DEL CONCRETO**

<b>Componente</b>	<b>Prueba</b>	<b>Información que aporta</b>	<b>Tiempo</b>
<b>ARENA Y GRAVA</b>	Densidad y absorción	Cambios de calidad, grado de intemperismo variaciones en los requerimientos de agua.	2,5 horas máximo.
	Contenido de polvo por lavado	Posibles requerimientos de agua, fallas de adherencia, posibles modificaciones a la contracción, el sangrado, la impermeabilidad y la resistencia	3 horas máximo
	Contenido de partículas ligeras	Posibles problemas de control del contenido de agua y de la resistencia dentro de cierto rango.	30 minutos máximo.
	Contenido de grumos de arcilla en partículas deleznales	Posibilidades de microagrietamiento, fallas, variación de requerimientos de agua y de resistencia	40 minutos máximo.
	Contenido de limos y arcillas	Posibilidades de microagrietamiento, variaciones de requerimientos de agua y resistencia	1 hora máximo
	Contenido de materia orgánica	Posibilidad de variaciones en resistencia con resultados fuera del patrón de producción	24 horas máximo
	Contaminación de tamaños	Posibilidades de variaciones en los requerimientos de agua, plasticidad y resistencia.	15 minutos máximo
	Contenido de humedad	Sobre los requerimientos de agua, las variaciones de fluidez y resistencia	30 minutos máximo.

**IMPORTANCIA Y TIEMPO APROXIMADO DE DURACION DE LAS PRUEBAS A QUE SE SOMETE  
EL CONCRETO EN SUS DIFERENTES ESTADOS**

<b>Estado</b>	<b>Prueba</b>	<b>Información que aporta</b>	<b>Tiempo</b>
<b>FRESCO</b>	Revenimiento.	Sobre fluidez, contenido de agua, plasticidad, efectividad de los aditivos	5 minutos máximo
	Peso volumétrico	Variabilidad de las proporciones, o de la calidad de los componentes	10 minutos máximo
	Contenido de aire.	Variabilidad de las proporciones, cambios en las granulometrías, efectos no previstos de los aditivos.	15 minutos máximo.
	Contenido de cemento por deshidratación	Rango de variación de las proporciones y la resistencia	4 horas máximo
	Sangrado	Variaciones de la forma y textura de las partículas y en la plasticidad ;en los requerimientos de agua y en la resistencia	30 minutos máximo
<b>ENDURECIDO</b>	Segregación	Sobre variaciones de plasticidad y proporciones de los componentes.	5 minutos máximo.
	Ensayos acelerados de resistencia	Con oportunidad sobre la calidad de producción, la homogeneidad del proceso y lo efectivo del sistema de control.	48 horas máximo.

# Proposición de un Programa tentativo General de Control de Calidad para Plantas Premezcladoras

## PARTE 2

### PROGRAMA TENTATIVO GENERAL DE CONTROL DE CALIDAD DE CONCRETO PARA PLANTAS DE PRODUCCION

#### 1 — A la recepción en planta.

**CEMENTO.** Tomar una muestra representativa de cada lote para verificar su calidad, dando prioridad a los ensayos de consistencia normal, fraguado falso, finura con el aparato de Blaine y sanidad acelerada en autoclave.

**AGUA.** Cuando proceda deberá hacerse un análisis químico mensual de una muestra compuesta por 3 o más porciones tomadas al azar en un día.

**ARENA.** Inspección ocular de las entregas a su recepción, tomadas de una muestra compuesta por turno, integrada por 3 o más fracciones tomadas al azar de las entregas del tur-

no. A la muestra se le harán pruebas físicas completas, dando prioridad a los ensayos de análisis granulométrico, contenido de polvo, materia orgánica, limos y arcillas, partículas suaves, contaminación de tamaño y grumos de arcillas y partículas deleznales.

**GRAVA.** Inspección ocular a su recepción y toma de una muestra compuesta por turno, integrada por 3 o más fracciones tomadas al azar de las entregas del turno. A la muestra se le harán pruebas físicas completas, dando prioridad a los ensayos de análisis granulométricos, forma de la partícula, contaminación de tamaño, contenido de polvo, partículas ligeras y grumos de arcillas y partículas deleznales.

ADITIVO. Certificación de su volumen a su recepción y toma de una muestra al azar durante su descarga para con prioridad determinar su densidad y efectividad en el incremento de fluidez de morteros.

## 2. — Durante la producción.

ARENA. Cuatro determinaciones al día de contenido de humedad, contaminación de tamaños, contenido de polvo y partículas suaves, los cuales se harán a períodos predeterminados en función del programa de trabajo y las condiciones climáticas.

GRAVA. Un análisis granulométrico de una muestra compuesta por turno de producción y cuatro determinaciones al día de contenido de humedad, contaminación de tamaños, partículas suaves, grumos de arcilla y partículas deleznable, los cuales se harán a períodos predeterminados en función del programa de trabajo y las condiciones climáticas.

## 3. — Durante el período de entrega

A la raíz cuadrada del número de suministros como máximo o a la raíz cúbica de los mismos como mínimo tomados al azar, se les determinará revenimiento, peso volumétrico, contenido de aire, segregación y se tomarán de los mismos, en cada caso, una muestra de cuatro probetas cada una, de las cuales 2 se ensayarán con el método acelerado y 2 a la edad de certificación. Adicionalmente, al azar, a un suministro por turno de los elegidos para toma de muestras, se le determinará su contenido de cemento por deshidratación.

Finalmente, la recopilación estadística de los datos que se obtengan mediante la aplicación del sistema de control propuesto, correlacionados convenientemente entre sí o con períodos climáticos, dará la pauta a futuro, para darle al sistema un carácter dinámico que tienda a abatir su costo y aumentar su eficiencia.

# Orientaciones actuales del planeamiento de transporte urbano

Ing. Arturo D. Abriani

El Ingeniero Arturo David Abriani, profesional de la sub secretaría de Transporte de la Nación, fue miembro representante ante la Comisión Nacional para la Prevención de Accidentes de Tránsito. Ha participado ampliamente en la elaboración del proyecto de la Nueva Ley de Tránsito.

Sus trabajos, a niveles nacional e internacional, contribuyen al requerimiento vigente respecto del cambio de actitud de los profesionales responsables en la planificación de vías para el tránsito, con relación a la defensa del equilibrio entre el hombre, su ambiente y el desarrollo técnico.

En el "2º Seminario de Seguridad Vial" organizado por nuestra Entidad en la ciudad de Azul, tuvo a su cargo la exposición de un tema importantísimo en la circulación vial y en la seguridad del tránsito: la Ingeniería de Tránsito enfocada desde la perspectiva que puede abarcar un municipio.

El presente trabajo ha sido elaborado en ocasión del Cursillo sobre "Orientaciones Actuales de Planeamiento del Transporte Urbano" organizado por OIKOS "Asociación para la promoción de los estudios territoriales y ambientales", realizado entre el 18 de agosto y el 19 de setiembre de 1980.

Hacia el fin de la década de 1960 y principio de la actual comienzan a manifestarse en los países más avanzados en el tema, modificaciones importantes, tanto en el enfoque de los problemas de transporte urbano, como en sus soluciones. Consecuencia de la preocupación creciente respecto de la calidad del medio ambiente urbano y la conservación de los recursos naturales no renovables, la incertidumbre económica y tecnológica, así como del cuestionamiento, tanto por los planificadores como por los políticos y la opinión pública, de muchos de los principios que sustentaban las soluciones vigentes hasta ese momento, no fue poca la influencia ejercida en ese sentido por el

pensamiento y los trabajos de algunos planificadores, principalmente Colin Buchanan y su estudio sobre los problemas de circulación urbana, al que nos referiremos luego, quienes desde el campo del transporte convergieron con la prédica que hacía tiempo realizaban muchos urbanistas.

Es significativa, respecto del replanteo que comentamos y de la época en que ubicamos su comienzo, la invitación que recibiera Bertrand de Jouvenel para participar y pronunciar el discurso de apertura en el "Panel sobre Planeamiento de Transporte Urbano", organizado por la OCED (Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo) en París, durante

julio de 1969. Dijo entonces el pensador francés, tratadista de economía y derecho político, ante el más selecto grupo de expertos provenientes de diversos países:

"A lo largo de la historia, quienes llevaban vida sedentaria siempre temieron a los nómadas; cuando éstos se acercaban para comerciar, se reunían con los habitantes de la ciudad fuera de sus límites; existían murallas para mantener a los nómadas afuera, y si éstos amenazaban la ciudad, se les pagaba tributo para impedir la invasión. Pero ahora los nómadas han invadido las ciudades; sus mismos habitantes se han vuelto nómadas, en parte obligados, por la vastedad de las conurbaciones, y también a causa del mero gusto por la movilidad.

"Esta invasión tiene todas las características de las invasiones nómadas de la antigüedad; las calles ya no son seguras porque las hordas las invaden, y los bárbaros han tomado el Foro como establo para sus caballos. La devastación que sigue al paso de los nómadas es uno de los temas de la historia antigua, y también un fenómeno de nuestros tiempos. La movilidad se lleva por delante todos los valores que se ponen en su camino.

"Entre los nómadas surgieron algunos líderes que fueron capaces de imponer disciplina al movimiento. Estoy tentado de compararlos a ustedes con ellos, por la magnitud de la tarea que enfrentan, pero la comparación no sería justa para con los inmensos beneficios procurados por las mejoras en materia de transportes. Estas mejoras no deben subestimarse, pero hay que ponerlas en su lugar".

La renovación conceptual que mencionamos, ha cuestionado, por ejemplo, la excesiva concentración urbana y el considerarla inevitable; ha abandonado la idea del transporte individual como solución básica para los problemas de accesibilidad urbana, y trata de conciliar accesibilidad con calidad del medio ambiente, transporte público con transporte privado, etc. Por el lado de la opinión pública y de los políticos, basten como ejemplo las decisiones tomadas respecto de la proyectada red de autopistas del Gran Londres, y la adoptada por el presidente Giscard d'Estaing en relación con el Esquema Director de la Región de París. La preocupación de los primeros estudios de transporte urbano por aumentar la "movilidad", medida en términos de grado de congestión, ha sido ahora sustituida por el objetivo de proveer "accesibilidad": se abandona así el criterio simplista que suponía a la movilidad como un bien en sí misma y se pone el acento en la localización de la demanda y en el "acceso" de

la población a los destinos que busca alcanzar, así como en la distribución, entre sectores de la comunidad, de la facilidad de viajar.

Obviamente, este proceso fue acompañado por la aparición de nuevas técnicas de planificación y la revisión o adecuación de las aplicadas hasta entonces. Pruebas de ello constituyen las publicaciones del Banco Mundial, "Transportes Urbanos, Documento de Política Sectorial", de 1975 (Ref. 1), y "Automobiles and Cities - Strategies for Developing Countries" de 1973 (Ref. 2).

Con respecto a las soluciones, la situación de finales de la década del 60 permitiría distinguir cuatro grandes enfoques: el norteamericano, basado en la utilización irrestricta del auto particular; el soviético, antítesis del anterior el parisiense, que balancea la inversión en facilidades para el automotor privado con importantes y "rígidas" inversiones en transporte público (subterráneos y RER); y el nor-europeo (Alemania Federal, Holanda, Suecia, por ej.), que se basa en la optimización del uso de la infraestructura vial existente, reduciendo el uso del auto particular y dando prioridades a los ómnibus y en la realización de inversiones en transporte público sobre la base de soluciones intermedias "flexibles", en particular del tipo denominado "pre - metro" o "ferrocarril liviano". En la actualidad, los planificadores, en países como Francia y Gran Bretaña se inclinan en media creciente por estas soluciones nor - europeas.

Esta definición por la prudencia respecto de inversiones en infraestructura y equipos de tan larga vida útil como una autopista urbana o un ferrocarril subterráneo, también tiene su expresión en materia de planificación. La tendencia actual consiste en realizar estudios de detalle en el marco de estudios regionales.

En efecto, los grandes estudios de transporte urbano permiten predecir la demanda de transporte en el ámbito regional y definir los elementos básicos del sistema que habrá de satisfacer, así como las políticas correspondientes. Se trata de trabajos de macro - planificación, cuyo grado de detalle responde a la complejidad y la magnitud del espacio físico que abarcan. Ese carácter refléjase, por ejemplo, en el tipo de subdivisión geográfica con que se determinan las zonas de tráfico, así como en la representación del sistema de transporte por sus elementos básicos o primarios. El resultado de la fase final de la aplicación del modelo de transporte —el proceso de asignación— proporciona datos suficientemente exactos para la

evaluación y el diseño de la red básica de transporte. Pero esos resultados pueden no ser suficientes para predicar acerca de la aptitud de proyectos aislados o elementos menores del sistema de transporte, ni de las características de la demanda de transporte en zonas menores ("sub - áreas") dentro del área regional. El "modelo" o representación matemática del sistema de transporte que se utiliza para predecir la demanda y evaluar planes de transporte (conjuntos de políticas y proyectos) se compone generalmente de cuatro fases o submodelos. En primer lugar se estudia la generación de viajes, vale decir se determinan y caracterizan los viajes producidos y atraídos por cada una de las zonas del área en estudio clasificados según distintos "motivos" de viaje. En la segunda fase o submodelo, denominado de distribución de los viajes, se analizan los orígenes y destinos de los viajes atraídos, o producidos por cada zona. Luego se pasa a la etapa de división de los viajes entre los medios de transporte, que estudia la partición de la demanda de transporte entre los distintos modos o medios disponibles. Por último, en la fase de asignación de los viajes a las redes de transporte, se analizan los itinerarios que recorrerán los movimientos entre cada par de zonas (La Ref. 3 explica en detalle la teoría y la utilización de los modelos de transporte).

De allí que se haya planteado —en Gran Bretaña por ejemplo— la necesidad de completar los estudios regionales o metropolitanos con estudios de detalle, ya sea de sectores geográficos menores del área regional o de proyectos aislados. Se considera así que los estudios "submetropolitanos", y "locales" son la continuación conveniente de los estudios de transporte mayores, como consecuencia de la necesidad de predecir la demanda de transporte para ese nivel "local" o dirigida a elementos menores del sistema, con precisión comparable a la del estudio regional en el suyo. Este criterio no implica, sin embargo, abandonar el proceso de planeamiento continuo que debe seguir a todo estudio de transporte regional; por el contrario, la actualización permanente de las predicciones de la demanda futura de transporte, y por lo tanto, de los planes, proporciona el marco de referencia que hace posible los estudios de detalle.

También se propician los estudios de corto plazo, verdaderos estudios integrales de transporte, pero referidos a horizontes, de predicción más cercanos, en concordancia con las ya comentadas soluciones "flexibles" que se pro-

pugnan. Todos estos estudios se integran en un esquema de planificación jerárquica, en el cual un estudio nacional de transporte proporciona los datos de entrada para los estudios regionales, mientras que la salida de éstos alimenta a su vez los estudios metropolitanos y locales, cuyos resultados facilitan los datos de entrada para los estudios de proyectos específicos. El proceso de replanteo cuyas características hemos descrito hasta aquí ha tenido, según acabamos de exponer, consecuencias diversas, tanto en el campo de las técnicas del planeamiento y las políticas de transporte urbano como el de las soluciones. Dedicaremos el resto del presente trabajo a tratar con mayor detenimiento tres manifestaciones concretas de dicho proceso de revisión: en primer lugar nos referiremos a la consideración de los efectos del transporte sobre el medio ambiente urbano, luego trataremos el tema de la mejor utilización de la infraestructura de transporte existente, y por último habremos de considerar el uso de "tecnologías de capacidad intermedia".

#### Transporte urbano y entorno

El tema de entorno o medio ambiente urbano importa por cuanto se refiere al ámbito físico de la vida urbana, al medio social en que los habitantes de las ciudades despliegan sus relaciones comunitarias, y por la función que cumple la ciudad en tanto centro de convergencia e irradiación cultural y política, que liga a los hombres a través del tiempo y las generaciones. Respecto de este último aspecto. P. H. Randle señala: "La idea de medio, entendida correctamente por la geografía contemporánea, no supone el escenario desprovisto de actores, sino la suma de hombres más medio, por decirlo de una manera comprensible a quienes están habituados a la vieja acepción (...). De no preservar —tanto ciertos hábitos como ciertos escenarios— se arriesga perder el tesoro quizá mayor de la civilización urbana como es el acuerdo armónico, feliz y alegre entre la población y su ciudad. Sin estos valores —que son acaso más dignos de atención en aglomeraciones más pobres en ellos y que por lo mismo tienen mayor necesidad— la vida urbana decae, se empobrece y de muy poco servirá luego que en ella se hagan cuantiosas inversiones materiales porque una vez que se corta la tradición viva de las generaciones del lugar es muy difícil reconstruirla" (ref. 4 p. 140).

En particular, la cuestión de los efectos de los transportes sobre las ciudades, a partir de la aparición del ferrocarril suburbano y, es-

pecialmente, del automotor, ha concitado en gran medida la atención de los urbanistas. Baste citar a Lewis Mumford y Gastón Bardet, por ejemplo, quienes han destacado la influencia negativa del automóvil, sumada a la especulación inmobiliaria crecimiento inorgánico de las ciudades, suburbanización, dispersión, deterioro general del entorno físico y social urbano, etc.

En el campo de los especialistas en transporte tales consideraciones no hallaron, al principio, mayor eco, hasta la realización del estudio sobre la circulación en zonas urbanas conocido como Informe Buchanan (Ref. 5), cuyos resultados fueron publicados en Gran Bretaña en 1963. Hasta entonces predominaba en las ciudades occidentales la preocupación por lograr la mayor "movilidad" con el menor costo. Dicha movilidad era concebida, y en general, provista en términos de facilidades para la utilización del automóvil particular. Los resultados de tal enfoque no eran, precisamente, alentadores: el uso masivo de automóviles en un marco que no había sido concebido para ellos se traduciría por una parte, en el deterioro de ese marco, y por otra, en la siempre creciente congestión del tránsito.

El Informe Buchanan incorporó al análisis una variable adicional, el medio ambiente y puso énfasis, más que en la "movilidad", en la accesibilidad. Al margen de la validez de las soluciones propuestas, su aporte fue en cierta medida decisivo para el rumbo que siguió luego el análisis de los problemas de transporte urbano. Introdujo en consideración el entorno, tercer elemento de la denominada posteriormente "ley de Buchanan", que relaciona accesibilidad, calidad del entorno y costo, y definió una serie de conceptos valiosos, tales como "capacidad ambiental" y "área ambiental". (1).

A partir de la aparición del Informe Buchanan, paulatinamente, los estudios de transporte urbano fueron incorporando consideraciones ambientales a su metodología. En la actualidad el proceso de evaluación de los planes —en Gran Bretaña y Francia, principalmente— incluye la "evaluación ambiental", al par que la evaluación económica. Y en el campo del ordenamiento del tránsito urbano, muchas ciudades de Europa occidental aplican técnicas de "ordenamiento ambiental" del tránsito. Esto ha sido posible por el progreso realizado en materia de identificación, medición y predicción de los efectos del transporte sobre el medio urbano.

En el caso particular del transporte vial, se distinguen dos clases de "efectos ambientales" efectos de tránsito y efectos de la vía. El primer grupo incluye: ruido, contaminación, vibración conflicto con actividades y movimientos peatonales (en términos de riesgo, demoras e intimidación, y ruptura de la cohesión urbana) (2), acumulación de vehículos estacionados en la vía pública, etc. El segundo grupo, más relacionado con la implantación de grandes obras viales, incluye, intrusión visual o aspectos estéticos, ruptura de la cohesión, consumo de espacio, destrucción de espacios verdes y edificios y lugares de valor histórico, y cambios en las condiciones de acceso a los predios.

En correspondencia con estos efectos, se han determinado relaciones empíricas entre las características del tránsito y el nivel o grado de los mismos, que permiten encarar la evaluación ambiental de los planes de transporte. Estas relaciones se aplican para predecir los efectos que producirán los tráficos de que se trate, y definir, expresados en términos de volúmenes de tránsito, o sea de capacidad ambiental, los niveles mínimos aceptables, de calidad del medio. Generalmente, los efectos sobre los cuales se basa esta determinación son niveles de ruido y las demoras peatonales.

Para completar esta breve descripción, mencionaremos que, desde su perspectiva, también los economistas han abordado el tema, tratando de incluir los efectos ambientales en los análisis de beneficio - costo y de estimar los montos de las compensaciones a recibir por las personas que ven perjudicado el entorno de sus viviendas, por efecto de una obra de transporte nueva, en aquellos países cuya legislación contempla dicho pago. Este intento tropieza con la dificultad implícita en la asignación de valores monetarios, a los aspectos en juego, pero ha conseguido éxito relativo respecto de la evaluación de las molestias producidas por el ruido. Para ello se ha tomado como base su incidencia en el valor de venta de los inmuebles afectados, en

(1) La capacidad ambiental fue definida como el número máximo de vehículos que pueden circular por una vía en un lapso dado, sin afectar más allá de cierto grado las condiciones ambientales. Se determina sobre la base de "standards ambientales", o condiciones mínimas aceptables de calidad del medio ambiente. El concepto de capacidad ambiental también ha sido aplicado en transporte aéreo. Sobre esa base se limita, en algunos casos, el número de vuelos nocturnos de aeropuertos localizados en áreas urbanas.

(2) Al respecto puede verse nuestro trabajo. Seguridad de los Peatones en Zonas Urbanas, publicado en la revista Carreteras Nro. 79, Julio - Setiembre de 1976

zonas residenciales, o el costo de la aislación acústica necesaria para atenuar o eliminar sus consecuencias en el interior de los mismos.

Antes de pasar al punto siguiente, señalemos que la preocupación por la interacción transporte - medio ambiente, figura entre los motivos que en algunos países han llevado a integrar dentro de un mismo marco administrativo, es decir, bajo una conducción centralizada, el planeamiento urbano y regional, y el planeamiento del transporte. Este tipo de organización administrativa, basada en el reconocimiento de la relación existente entre ordenamiento del espacio y equipamiento, en general, y de la relación uso del suelo - transporte, en particular, hace posible el tratamiento integral de los problemas y el logro de soluciones coherentes.

El mejor uso de la infraestructura existente

Dijimos al comienzo que los planificadores del transporte urbano de los países más avanzados en la materia, han puesto énfasis, durante los últimos años, en el logro de una mejor utilización de la infraestructura de transporte existente, la preservación del entorno y el uso más racional de los recursos energéticos, y la reversión del proceso de deterioro de los servicios de transporte público de pasajeros. En este marco, la mejora de los transportes públicos juega un papel decisivo, y dentro de ésta a su vez, se destacan las técnicas dirigidas a otorgar tratamiento preferencial al autotransporte público de pasajeros, en el ordenamiento, del tránsito urbano. Complementariamente, se han estudiado y aplicado técnicas para conseguir la reducción del tránsito, en especial para evitar la utilización del automóvil particular como medio de viaje al trabajo. Nos referiremos brevemente a ambos aspectos.

El tratamiento preferencial del autotransporte público,

Las ventajas relativas del autotransporte público, respecto del automóvil particular, han llevado a otorgarle prioridades en el uso de las vías urbanas: el autotransporte público permite el uso más eficiente del espacio vial —en términos de pasajeros por unidad de superficie—; disminuye la contaminación ambiental y los requerimientos energéticos —en términos de emisión de contaminantes y de consumo de combustible por pasajero transportado— y, en general, hace posible una mejor y menos costosa movilidad para los sectores de la comunidad más numerosos.

Con esta solución se logra a la vez optimizar al mismo autotransporte público. Pues el pro-

ceso de deterioro de sus servicios tiene por causa no sólo la pérdida de demanda determinada por la derivación de usuarios al automóvil, sino también la congestión consiguiente, generada por éste. La aplicación de las medidas de ordenamiento del tránsito usuales, tendientes a mejorar el fluir vehicular en general, facilitan también la circulación de los ómnibus y colectivos, si son correctas. Pero éstos no siempre se benefician en la misma medida que los automóviles, beneficio relativo que es aún menor si en vez de considerarse el número de vehículos se tiene en cuenta el número de pasajeros transportados por cada medio.

Con las medidas de trato preferencial del autotransporte público, se busca entonces, principalmente, frenar y revertir la tendencia de derivación de viajes del medio público al privado.

Precisando, cabe distinguir entre los objetivos perseguidos por esas medidas, los siguientes:

1. Reducir el uso del automóvil particular en las horas de pico.
2. Mejorar el aprovechamiento del espacio urbano actualmente destinado al transporte.
3. Mejorar la regularidad y confiabilidad de los servicios de autotransporte público de pasajeros, y disminuir sus tiempos de viaje.
4. Incrementar la capacidad ofrecida por los servicios de ómnibus y colectivos, durante los períodos de pico.
5. Reducir los costos unitarios de operación de los vehículos de autotransporte público.
6. Mejorar la accesibilidad para quienes no poseen automóvil.
7. Reducir los niveles de ruido y contaminación ambiental.

El tratamiento preferencial del autotransporte público se realiza, en general, a través de tres soluciones técnicas básicas:

- a) carriles exclusivos para ómnibus y colectivos.
- b) calles exclusivas para ómnibus y colectivos.
- c) prioridades para los ómnibus y colectivos, en las intersecciones.

Los carriles exclusivos tienen por objeto permitir a los vehículos de transporte público una marcha fluida, libre de la congestión, que ocurre en el resto de la calzada utilizada para el tránsito general. Pueden tener sentido de circulación igual o contrario al de la circulación del tránsito general. Esta solución tiene su caso extremo en la calle exclusiva, en la cual la to-

talidad del espacio vial es utilizada por los ómnibus y colectivos. Las prioridades en las intersecciones —generalmente las que cuentan con señalización luminosa— tienen por finalidad disminuir las demoras que éstas ocasionan a los colectivos, o eliminar el alargue de recorrido que surge de la prohibición de los giros hacia la izquierda en las vías con doble sentido de circulación.

Como es lógico, la aplicación de estas soluciones debe realizarse con prudencia y luego de estudios detallados, de manera tal que las prioridades recibidas por el autotransporte se traduzcan en mejoras efectivas, de los servicios que presta, permitan un mejor aprovechamiento del espacio vial, y no causen congestión, que a su vez demore a otros ómnibus ni congestión excesiva para el resto del tránsito en particular por la denominada congestión secundaria, determinada por la formación de colas excesivamente largas, que afectan a las calles transversales.

La reducción del tránsito.

Con la expresión reducción del tránsito se alude a los procedimientos que tienen por finalidad disminuir los volúmenes de tránsito respecto de los niveles que alcanzarían si no se ejerciera acción correctiva alguna. En particular se trata de reducir la utilización del automóvil privado en la realización de los viajes cotidianos hogar - trabajo, modalidad de viaje que genera los problemas de congestión en los períodos de pico y obliga a destinar grandes superficies en las áreas centrales, para el estacionamiento de los vehículos. También interesa, en algunos casos, reducir el tránsito "pasante", cualquiera sea el tipo de vehículo, a través de zonas que por su carácter deben ser protegidas de los efectos negativos de las corrientes de tránsito.

El cuadro Nº 1 resume las ventajas o beneficios potenciales de la reducción del tránsito.

Cuadro Nº 1  
Beneficios potenciales de la  
reducción del tránsito

Plazo	Beneficio
Corto	Menos congestión menos ruido Menos contaminación Menos accidentes Menor demanda de espacio para estacionamiento. Ahorros en costos de operación de vehículos.

Largo Menos inversiones en infraestructura vial  
Menores costos de mantenimiento vial  
Menor provisión de espacio para estacionamiento  
Mejor transporte público  
Menor deterioro del entorno  
Menor ruptura de la cohesión urbana  
Ahorro de recursos naturales no renovables.

Como contrapartida se debe considerar entre los costos, en el corto plazo, la posibilidad de congestión e incomodidad en los medios de transporte público, y en el largo plazo las inversiones en infraestructura y equipos de los medios públicos, necesarios para permitir a éstos satisfacer el aumento de la demanda.

Las políticas de reducción del tránsito pueden llevarse a la práctica aplicando medidas diversas, que suelen clasificarse según sean de restricción, limitación o eliminación del tránsito (Ref. 6).

La restricción del tránsito comprende los métodos tendientes a impedir el acceso de los vehículos a calles o zonas determinadas. Es una forma de regulación directa, cuya ventaja es la simplicidad y —si se aplica correctamente— la equidad. A este tipo de medidas corresponden las adoptadas por la Municipalidad de Buenos Aires, al prohibir parcialmente la circulación de automóviles particulares durante los días martes y jueves o al establecer el área peatonal en el denominado microcentro.

La limitación del tránsito abarca, según la misma clasificación, los métodos dirigidos a desalentar el uso del automóvil. Ejemplo de estos métodos son las diversas formas de fijación de precios, en relación con la hora y el lugar en que se utiliza o estaciona el vehículo; los subsidios al transporte público; la llamada "congestión planificada", basada en utilizar a la misma congestión como elemento de disuasión para el usuario del automóvil, la adopción de velocidades de diseño reducidas, etc.

Por último, la eliminación del tránsito, se refiere a los métodos que buscan la reducción del tránsito en el marco del planeamiento urbano, haciendo mínimo el número y la longitud de los viajes por medio de un adecuado ordenamiento del espacio. Es decir, no se trata ya de prohibir el uso de los vehículos, ni de desalentarlo, sino de evitar los viajes o, en todo caso, de reducir su longitud.

Las tecnologías de capacidad intermedia.

Por "tecnologías de capacidad intermedia" se designa a los modos de transporte urbano, aptos para satisfacer de demanda de transporte comprendidos entre los 6.000 y 20.000 pasajeros / hora-sentido, que constituyen una forma relativamente menos costosa y más flexible para proveer transporte público rápido.

Al respecto es interesante observar que, en nuestro medio, sólo se considera al microómnibus, en un extremo, y al ferrocarril pesado —subterráneo o a nivel— en el otro. Y se pasa por alto la gama intermedia de soluciones posibles, desde el simple ómnibus o el trolleybus hasta el ferrocarril liviano.

En el caso del ferrocarril liviano elevado o a nivel y de las distintas formas mejoradas de utilización del tranvía ("pre-metro" y "semi-metro") (1), se alcanzan capacidades relativamente grandes, merced a las propiedades de la tracción eléctrica, como puede observarse en el cuadro Nro. 2. El mismo cuadro ilustra acerca de las capacidades que pueden obtenerse mediante la utilización de ómnibus en vías exclusivas.

#### Conclusión

Hemos descrito brevemente el proceso de renovación conceptual iniciado en los últimos

años en el campo del transporte urbano. Luego comentamos, con algún detenimiento, dos manifestaciones de dicho proceso: la consideración del entorno urbano en el planeamiento del transporte y el ordenamiento del tránsito y las técnicas orientadas a mejorar el uso de la infraestructura existente, así como el uso de tecnologías de capacidad intermedia.

Aquella descripción general pretende aportar elementos de referencia, útiles para el análisis y la solución de nuestros propios problemas. Por otro lado, la consideración de los temas tratados luego de esa descripción, busca mostrar áreas de acción en las que cabe alcanzar logros importantes, con bajo costo y en plazos relativamente breves, en la tarea de "imponer disciplina al movimiento" que menciona Jouvenel, aprovechando con inteligencia las posibilidades que los instrumentos técnicos modernos ofrecen en materia de transportes urbanos.

(1) Pre-metro: se denomina así al ferrocarril liviano intermedio entre un tranvía y un ferrocarril suburbano convencional, que opera con plataformas de estaciones a nivel del piso de los coches y formaciones en tren. Semi - metro; sistema de tranvías mejorado que incluye cortos tramos en túnel en el área central.

#### Ejemplos de tecnologías de transporte urbano de capacidad intermedia.

CAPACIDAD DEL VEHICULO		VELOCIDAD		PROPULSION	CAPACIDAD MAXIMA (km/h)	CAPACIDAD DE LA LINEA (1) (pas/hora-sentido)
TIPO DE TECNOLOGIA	TIPO DE PASAJEROS	Pasajeros sentados (pas/veh)	Total (pas/veh)			
F. C. Liviano						
Tranvía articulado (8 ejes)	52-64	220-278	Eléctrica	60- 80		20.000
Tranvía convencional		16-38	80-126	Eléctrica	60-125	10.000
Omnibus en vía exclusiva						
Omnibus articulado		58-62	134-140	Diésel	75	16.100
Omnibus de 2 pisos	78	83(2)	Diésel	70		10.000
Omnibus convencional		37-52	80-91	Diésel	70- 80	10.800

Fuente: Finn, N. y Morral, J. An evaluation of intermediate - capacity transit technology. Traffic Engineering and Control, Vol. 15 N° 15, Julio de 1974.

(1) Capacidad estimada, para las condiciones medias de distancia entre estaciones correspondientes, y suponiendo intervalos mínimos entre trenes o vehículos

(2) Máximo permitido por la ley británica.

## BIBLIOGRAFIA

1. Banco Mundial. Transportes Urbanos. Documento de Política Sectorial, 1975.
2. Owen, Wilfred. Automobiles and Cities - Strategies for Developing Countries, Banco Mundial, Washington, 1973.
3. Bruton, Michael J. Introducción al Planeamiento del Transporte. Editorial Troquel, Buenos Aires, 1978.
4. Randle, P. H., Evolución Urbanística, Eudeba, 1972.
5. Buchanan, Colin, Traffic in Towns. H.M. S.O., Londres, 1963 (Edición castellana: El Tráfico en las Ciudades, Tecnos, Madrid 1973).
6. Thomson, J. M. Methods of Traffic Limitation in Urban Areas, OECD, París, 1972.

PUBLICACIONES DE LA DIRECCIÓN DE VIALIDAD  
DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Nº

1. Pavimentación de las R.N. 33 y 226. Convenio entre la D.V.B.A. y la D.N.V., 1957.
- 2 y 3. Régimen de Coparticipación Vial para las Municipalidades. Decreto ley 17.861 y decreto reglamentario 21.280, 1957; 2ª ed., 1960, agotada, 3ª ed. 1966.
4. Clasif. de mat. para subr. del H.R.B.: su correl. con el valor sop. de California e interpr. Dr. C. L. Ruiz, 1958, 2ª ed. 1960.
5. Estudio de la red prim., secund. y total de caminos de Buenos Aires. Ing. E. Humet, 1958, 2ª ed., 1964.
6. Vigas continuas con momento de inercia variable. Ing. L. J. Rozycki, 1959, agotada.
7. Mesa redonda sobre el plan vial de la provincia de Buenos Aires. 1959-1963. 1958, 2ª ed., 1961, agotada.
8. Autarquía de la D.V.B.A. Decreto ley 7.823; decreto reglamentario 17.486. Nueva ed., 1959, agotada.
9. I Concurso de Trabajos sobre Temas Viales. 1959, 2ª ed., 1962. Dimensionado de pavimentos flexibles de Texas y California y su comparación con el procedimiento del C.R.R. utilizado en la Prov. de Buenos Aires. Ing. J. M. Lockhart. Método para determinar la homogeneidad de la mezcla en la construcción de bases y sub-bases de suelo cemento. M.M. de O. R. A. Duarte. El estudio de los suelos para subrasantes. Criterio adoptado por el laboratorio de la D.V.B.A. Agrim. C. F. Marchetti.
10. Ley de caminos, cercas y tranqueras. Nueva edición, 1960.
11. Concentr. crítica de "filler", su origen y signif. en la dosif. de mezclas asfál. Dr. C. L. Ruiz, 1960, 2ª ed., 1966.
12. Características físicas de los suelos y sus relaciones. Ing. V. Carri, 1960, 2ª ed., 1966.
13. II Concurso de Trabajos sobre Temas Viales. 1960, agotada. Algo sobre la red vial de segundo orden de la provincia de Buenos Aires. Ing. J. R. Villar. Costo de los usuarios de caminos en la prov. de Buenos Aires. Ing. E. F. Weber y Agrim. C. A. Peña. Método para obtener relaciones de humedad-densidad. Sr. R. O. Tejo. Rango de suficiencia para carreteras. Ing. E. F. Weber.
14. Normas técnicas de la Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires. 2ª ed., 1961.
15. Alcantarillas tipo. Departamento de Estudios y Proyectos. 1961, 2ª ed., 1966.
16. Nota sobre el comportamiento práctico de materiales "subnormales" para bases de pav. Dr. C. L. Ruiz, 1961.
17. III Concurso de Trabajos sobre Temas Viales. 1961, agotada. Ensayo de estab. mediante el penetrómetro de cono. Ing. F. J. Lilli. Bases de tosca. Una solución y un problema. Ing. R. G. de Sousa. Hacia una reforma sustancial del régimen de adjud. de obras viales por contrato. Dr. J. A. Migoni e Ing. J. R. Villar. La influencia del agreg. de cal a las mezclas de suelo-cemento. M.M. de O. R. A. Duarte y Agrim. C. F. Marchetti. Índices de prioridad para la inversión de los fondos de conserv. en la red pavim. Ing. L. R. Luna. Predicción del tránsito vial en la R. Argentina. Ing. E. F. Weber y Agrim. J. A. Bilbao. Alcantarillas prefabr. Ings. L. R. Luna y P. García Gausi. La estabilización de suelos con cal en el Estado de Texas. Sus posibil. en la prov. de Buenos Aires. Ing. F. J. Lilli.
18. La estabilización de los suelos por medio del cemento. Ing. R. Peltier, Traduc., 1962.
19. Consideraciones sobre la constitución, ejecución, comportamiento y degradación de las capas de base, por acción del tránsito pesado y la intemperie. Ing. J. Durrieu, Traduc. 1962.
20. Introducción a la ingeniería de tránsito. Ing. W. T. Jackman. Traduc. 1962.
21. Función del Laboratorio de Ensayos de Mat. en los Dep. Viales de los EE.UU. Agrim. C. F. Marchetti, 1962.
22. Promoción Vial Municipal. Encuesta sobre organización vial en las comunas. Ing. F. E. Poggio, 1962, agotada.
23. Diseño estructural de pavimentos flexibles. Ing. F. J. Lilli, 1962.
24. Interpretación osmótica del hinchamiento de los suelos expansivos. Dr. C. L. Ruiz, 1962.
25. Previsiones para la seguridad y rapidez del tránsito. Ley 6.312. Agotada. Actualizada por Pub. Nº 59.
26. Grandes Rutas del Plan Vial 1963. 1962, agotada.
27. Problemas de la adhesividad en la técnica de los revestimientos carreteros. Ing. J. Bonitzer, 1962.
28. IV Concurso de Trabajos sobre Temas Viales, 1962. Determ. de los vacíos en las mezclas asfál. en forma directa. Agrim. P. R. Sosa y Téc. Quím. N. O. Ferrari. Investig. de las desviaciones individuales entre operadores, su comparación con un operador automático en las medidas del ensayo Marshall. Agrim. J. Ruiz. Interpr. del ensayo "Equivalente de arena". M.M. de O. R. A. Duarte y Agrim. C. F. Marchetti. Hormigón pretendado. Tentativas, recom. y aplicación. Ing. P. García Gausi. El camino de tierra y su circunstancia bonaerense. Ing. J. R. Villar. Apuntes sobre manten. preventivo de máq. viales. Sres. A. R. Cangelosi y P. S. Cuomo.
29. Segundo simposio del Equipo Vial, 1962.
30. Consid. acerca de la reunión intern. sobre diseño estruct. de pav. flex., en Ann Arbor, EE.UU. Dr. C. L. Ruiz, 1963.
31. Distribución del tránsito. Ing. R. A. Montalvo, 1963.
32. Inspección de materiales con detectores electromagnético. Ings. R. S. Blanco y J. V. Dreizen, 1963.
33. Vigas continuas con momento de inercia variables de sección a sección del mismo tramo. Ing. J. Petrucci, 1963.
34. Mesa redonda sobre banquetas. Trabajos, experiencias, investigaciones. 1962.
35. Observaciones sobre las exigencias y contralor de la compactación de las subrasantes. Dr. C. L. Ruiz, 1963, agot.
36. Puente arco laminar rígido. Ings. C. J. Luisoni y A. A. Giacobbe, 1963.
37. Catálogo de la Biblioteca Técnica René A. Fémis, 1963.
38. V Concurso de Trabajos sobre Temas Viales, 1963. Tramos experimentales de bases construidas con granito desintegrado. Ings. F. J. Lilli y R. R. Barrientos. Sugerencias extraídas del estudio y comienzo de constr. de una obra cuyo llamado a licitación fue hecho por el procedim. "Tabla de Valores de Precios Unitarios". Ing. J. M. Kenny. Estudio de la correlación entre las medidas de estabilidad de suelos finos obtenidos en los ensayos de Valor Soporte California (C.B.R.) y penetrómetro de cono. Sr. R. T. Santángelo. Agrimensura vial. Métodos en relacionam. y planim. Agrim. E. A. Rotsche. Costos unitarios de transp. sobre camiones. Ing. M. Yuffe y Agrim. N. Lamotta. Bases para un proy. de especific. sobre motoniveladoras. Ings. J. V. Dreizen y R. S. Blanco. Influencia de las caracter. del suelo en la dosific. de mezclas de suelo-cemento. Mapa tentativo de los porcentajes óptimos de cemento para la dosific. de mezclas de suelo-cemento en la Prov. de Buenos Aires. Sres. A. H. Delorenzo y O. R. Ocampos. Hacia un horizonte. Ing. E. A. Petrucci y Sr. C. Novoa. Ensayo sobre el tránsito en la ciudad de B. Blanca. Sr. J. Lis. Obras licitadas por el Sistema de Tablas. Ings. R. Meneses y H. Claudio.
39. Accesos a centros urbanos. Ing. E. A. Petrucci, 1964.

Nº

40. Program. de obras y proy. por el mét. P.E.R.T. "Critical Path Method". Ing. J. M. M. Corvalán, 1964, agotada.
41. Construcción de caminos por el sistema de peaje. Ing. J. D. Luxardo, 1964, agotada.
42. Tipos y causas de fallas en los pavimentos de carreteras. Ing. F. N. Hveem. Traduc., 1964.
43. Problemas de diseño y comport. de pavim. en la Prov. de Buenos Aires. Ings. J. M. Lockhart y F. J. Lilli, 1964.
44. Alcantarillas prefabricadas para obras de arte menores. Ings. L. R. Luna y P. García Gausi, 1964.
45. VI Concurso de Trabajos sobre Temas Viales, 1964. Análisis crítico del Régimen de Coparticip. Vial Munic. de la Prov. de Buenos Aires. In g. J. R. Villar. Las soluciones para la reconstr. de los pavim. de hormigón y el problema de las cargas de la estruc. vial. Ing. L. A. Cardozo. El uso del amianto como "filler" en las mezclas asfált. de tipo superior. Téc. Quím. N. O. Ferrari. La Contrib. de Mejoras en la Ley de Vialidad de la Prov. de Buenos Aires. Agrim. Juan A. Urrutia. Estudio sobre volúmenes de tráns. en caminos de la red vial de la Prov. de Buenos Aires. Agrims. J. A. Bilbao y E. Bandel. Hormigón pretensado. Algunas secc. típicas de hormigón pretensado. Ing. P. García Gausi. La red troncal vial de la Prov. de Buenos Aires. Agrim. C. D. Craig.
46. Presentación y comen. sobre los Diagramas Shell 1963 para el diseño de pavim. flexibles. Dr. C. L. Ruiz, 1964
47. Hormigón pretensado. Tentativa, recomendaciones y aplicación. Ing. P. García Gausi, 1964.
48. Criterio de calidad y bases para la adq. de cales destinadas a la corrección y estabiliz. de los suelos. Ing. F. J. Lilli, 1965.
49. Sobre el cálculo de espesores para refuerzo de pavimentos. Dr. C. L. Ruiz, 1965.
50. Apuntes sobre mantenimiento preventivo de máquinas viales. Sres. A. R. Cangelosi y P. S. Cuomo, 1965.
51. La utilización de arenas con ligantes bituminosos. Ing. V. Lelú. Traduc., 1965.
52. Algunas normas para la selección del tipo de intersección a diferente nivel. Ing. J. M. M. Corvalán, 1965.
53. II Congreso Vial Municipal: 153 ponencias, 28 monografías, 14 peticiones, discusiones, etc. 1965.
54. Canalización de intersecciones a nivel. Ing. J. M. Corvalán, 1965.
55. Interpret. de las fallas de las carp. asfált. por resiliencia. Influencia de la fase gaseosa en el comport. bajo carga de los materiales compresibles. Dr. C. L. Ruiz, 1965.
56. VII Concurso de Trabajos sobre Temas Viales. Estudio de velocidad en caminos de la prov. de Buenos Aires. Ing. M. Leiderman y Agrim. I. A. Bilbao. Estudio sobre limitación de veloc. en la ruta N° 78. Téc. J. Lis. Hormigón preten. Suger. y alcances. Ing. P. García Gausi. Agrimensura vial. Taquimetría y triangulación. Agrim. E. A. Rotsche. Sobre mejoram. y consolid. de caminos de tierra. Ing. L. A. Cardozo. Igualdad de dos métodos de análisis económico. Alumnos Escuela de Ingen. de Caminos. 5ª prom. La expropiación. Sr. O. D. García.
57. Interpret. ensayo Marshall. Relac. estabil.-fluencia. Aplicación a las mezcl. asfálticas no convenc. y al criterio de calidad. Dr. C. L. Ruiz, 1966.
58. Ley General de Expropiaciones N° 5708. 1966. Agotada. Actualizada por Public. N° 73.
59. Ley N° 6312. Previsiones para la seguridad y rapidez del tránsito en la provincia de Buenos Aires, 1966.
60. Tendencias actuales en la construcción de puentes. Ing. A. A. Giacobbe, 1966.
61. Acerca del cálculo de los pilotes y paredes empotr.- en el suelo, según el Prof. Snitko. Dr. Ing. Ch. Cristow, 1968.
62. La disminución del fondo de caminos. Dr. J. A. Migoni, 1966.
63. Sistemas de transporte urbano y normas para su funcionamiento. Ing. A. García Baldizzone, 1966.
64. Cuarto Simposio del Equipo Vial. Cinco artículos sobre el tema, 1966.
65. Autopistas. Soluciones para sus intersecciones. Ing. J. M. M. Corvalán, 1966.
66. VIII Concurso de Trabajos sobre Temas Viales, 1966. Hacia una posible incorp. de ensayos y métodos modernos de diseño en los laborat. de obras. Ing. C. Francesio. Algunas soluciones a los probl. que plantea la determin. de la densidad de equil. en base al método de la razón de compact. Proyecto de la norma. Ing. R. T. Santángelo. Iluminación en intersec. Ing. H. Claudio. Los fenóm. hipnóticos como causa de accid. de tránsito. Dr. I. M. Glizer. Determin. de la resist. al deslizam. en los caminos paviment. de la red provin. Agrim. J. Yáñez. Hormigón pretensado. Deformac. e interpret. Ing. P. García Gausi.
67. Tránsito. Considerac., estudio y análisis técnico del reordenam. de la ciudad de B. Blanca. Téc. J. Lis, 1967.
68. Conservación de caminos en EE.UU. y Canadá. Ing. L. R. Luna, 1967.
69. Diagramas. Líneas de infl. y momentos flect. en vigas continuas y estruct. aportic. Dr. W. Valentin, 1967.
70. Equipamiento vial de las comunas, 1967.
71. La estabil. de suelos con cal en Texas. Sus posibil. en la Prov. de Buenos Aires. Ing. F. J. Lilli, 1970.
72. Consorcios camineros. Decreto 4876/967, 1967.
73. Ley General de Expropiaciones N° 5708/952 y sus modificaciones, 1967.
74. Vigas continuas y estructuras aporticadas. Ejemplos analítico-numéricos de cálculo. Ing. L. Rozycki, 1968.
75. Soluc. a los probl. que plantea la determin. de la densidad de equil., en base al mét. de la razón de compact. Ing. R. T. Santángelo, 1967.
76. IX Concurso de Trabajos sobre Temas Viales, 1967. Análisis del proy. de mezclas para bases granulares cementadas. Fundam. para fijar un crit. de calidad. Ings. N. Villabona de Suárez y R. T. Santángelo. Neces. de recursos constantes para finan. la obra vial en la prov. de Buenos Aires. Cont. J. R. Fredes y Sr. H. E. Toffoletti. Patología vial. Dr. I. M. Glizer. Hormigón preten. Razón e interpret. de las experien. de orientación para medir las deform. sobre probetas. Ing. P. García Gausi.
77. Vigas empotr. en ambos extremos y viga continua de 5 tram. con mom. de inercia variab. Ing. L. J. Rozycki, 1968.
78. Recubrimiento de hormigón. Ing. M. E. Aubert, 1968.
79. Métodos y normas de diseño de plazas de peaje. Ing. E. Ogueta, 1968.
80. Predicciones de tránsito para obras viales financiadas por el sistema de peaje. Ing. E. Ogueta, 1968.
81. Organización y administración de entes de peaje. Ing. E. Ogueta, 1968.
82. Tablas de funciones hiperbólicas del 0,001 al 10.000. Dep. Estudios y Proyectos, 1968.
83. Abacos de flex. simple, mét. de rotura, para secc. circul. con armad. simétr. Ing. H. M. Somenson y Sr. Raúl O. Boada, 1969.
84. X Concurso de Trabajos sobre Temas viales, 1968. El transp. de suelos en la ejec. de la obra básica. Ing. C. Francesio. Un análisis de los accid. de tránsito. Agrims. E. Bandel y J. Yáñez. La clotoide. Ing. E. A. Petrucci. Las técnicas del hormigón preten. en las obras del futuro. Ing. P. García Gausi. Censo de origen y destino de tránsito de B. Blanca. Agrim. C. A. Lavoarito Prefabric. parcial en secc. mixtas de hormigón precompr. y armado para la construc. de alcantarillas y puentes menores. Ings. H. M. Somenson y E. M. Sánchez y Sr. R. O. Boada.
85. Ensayo dinámico de pavimentos mediante propogación de ondas. Ing. Martín Bruck, 1969.
86. Influen. de los voladizos en los mom. flect. de las placas de puentes. Ings. L. Rozycki y H. M. Somenson, 1969.
87. Régimen legal, económico y financiero de los contratos administrativos en Francia. Dr. H. Dolgopol, 1969.

Nº

88. De la Contribución de Mejoras, 1969.
89. XI Concurso de Trabajos sobre Temas Viales, 1969. Rendimiento de equipos viales. Arq. L. A. Magram.
90. La comput. en apoyo técn. Diseño y cómp. del camino. Ings. J. C. Gonzalo y S. Mitidieri, Agrim. N. Chisari y Sr. R. De La Portilla, 1970.
91. Normas a observar en el tránsito. Sr. F. Holoubeck, 1970.
92. Educación vial para docentes. Comité de Seguridad en el Tránsito, 1970.
93. Ensayos estáticos y dinámicos de un puente pretensado. Ings. A. Huber, C. Torregiani y H. Cervera, 1970.
94. XII Concurso de Trabajos sobre Temas Viales, 1970. La escoria de altos hornos en el diseño de un pavim. rígido. Ing. C. Francesio. Aspectos económ. del transp. Ing. J. C. Gonzalo. La computadora en apoyo técnico. Diseño y cómputo del camino. Ings. J. C. Gonzalo y S. Mitidieri, Agrim. N. Chisari y Sr. R. De La Portilla, 1970.
95. VI Simposio del Equipo Vial. 1971. Equipos necesarios para estudios de tránsito. Agrim. C. M. Morelli. Análisis de tensiones en el diseño estructural de la maquinaria vial. Ing. H. D. Basso. Evaluación de cargadores frontales montados sobre neumáticos. Dr. E. Wehrill. Algunas consid. sobre preparación de especific. técnicas para licitac. de equipos viales para organismos del Estado nacional. Ing. L. Farberoff. La utiliz. de turbinas de gas como plantas de poder en la maquinaria vial. Ings. O. Frattini y V. R. Bertuccio. Técnicas y equipos actuales para el aserrado de juntas en los pavim. de hormigón. Ings. A. S. C. Fava y J. Zuker.
96. Análisis teórico de la composición de las intersecciones a distinto nivel. Traducción, 1972.
97. XIII Concurso de Trabajos sobre Temas Viales, 1971. La fisuración refleja en las capas asfálticas. Ing. C. Francesio. Ensayo de un sistema para el diseño, cálculo planim. y cómputo de superf. de una rotonda circular con apoyo de la comput. electrónica. Agrim. O. H. Grandi.
98. Concurso de Dibujos sobre Educación Vial. 1971.
99. XIV Concurso de Trabajos sobre Temas Viales. 1972. Evaluación econ. de dos proyec. alternat. Agrim. E. Bandel y J. Yáñez. Una metodol. para el dimens. de apoyos de neopreno en puentes. Ing. R. Igolnikow. Censo de cargas en tránsito. Sr. J. Lis. La sistematiz. electrónica de datos en el control de la gestión de la obra vial. Agrim. A. Magram, Sr. R. Rodríguez y Sra. O. E. Colombo. Nuevos aspectos en materia de derecho administr. disciplinario con motivo de la vigencia de la ley 7575. Dr. O. H. Suriani.
100. Ley de autarquía de la D.V.B.A., Nº 7943/972 y su Reglamentación Nº 922/73. 1973.
101. Estructura orgánico-funcional de la Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires, 1973.
104. Régimen de Coparticipación Vial para las Municipalidades. Decreto-Ley 8071 y su Reglamentación, Decr. 5048.
105. Seminario sobre medios y objetivos de la obra vial. Julio 1977.
106. Plan Vial 1977-979, junio 1977.
107. Actividad Vial (lapso abril/977 - abril/979).
108. La infraestructura vial y el proceso económico, Ing. R. M. Agüero Olmos, octubre 1979.

**OTRAS EDICIONES**

- Plan vial de la provincia de Buenos Aires. Años 1959-1963. Tomos I y II. Síntesis, memoria, etc. 1ª, 2ª, 3ª ed.
- Primer Simposio de Banquinas, 1959.
- Segundo Simposio de Banquinas, 1960.
- Normas Técnicas de la Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires, 1961.
- Primer Simposio del Equipo Vial, 1960, agotado.
- Cálculo gráfico de cotas medias de base de terraplén y préstamos. Ing. M. A. Fornari, 1936.
- Planilla para cálculo de movimiento de tierra, 1936.
- Trazado de curvas espirales. Ing. M. A. Fornari, 1936.
- La Zona Escuela de la Dirección de Puentes y Caminos de la Provincia, en Mercedes. Ing. L. O. Laura, 1934.
- Día del Camino, 1960.
- Boletín Bibliográfico, mensual, números 1 al 202.
- Revista "Vialidad", trimestral, números 1 al 81.

