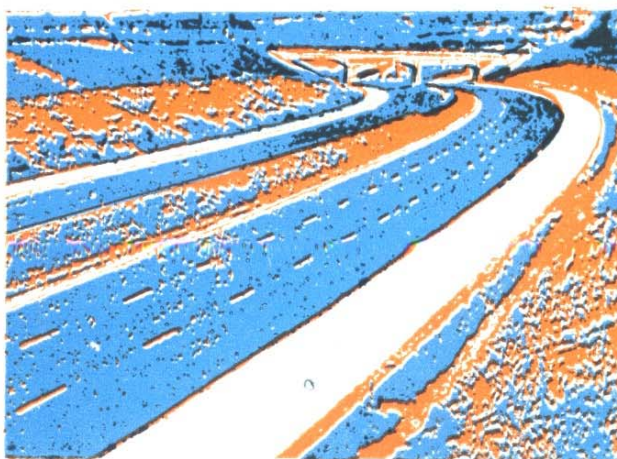
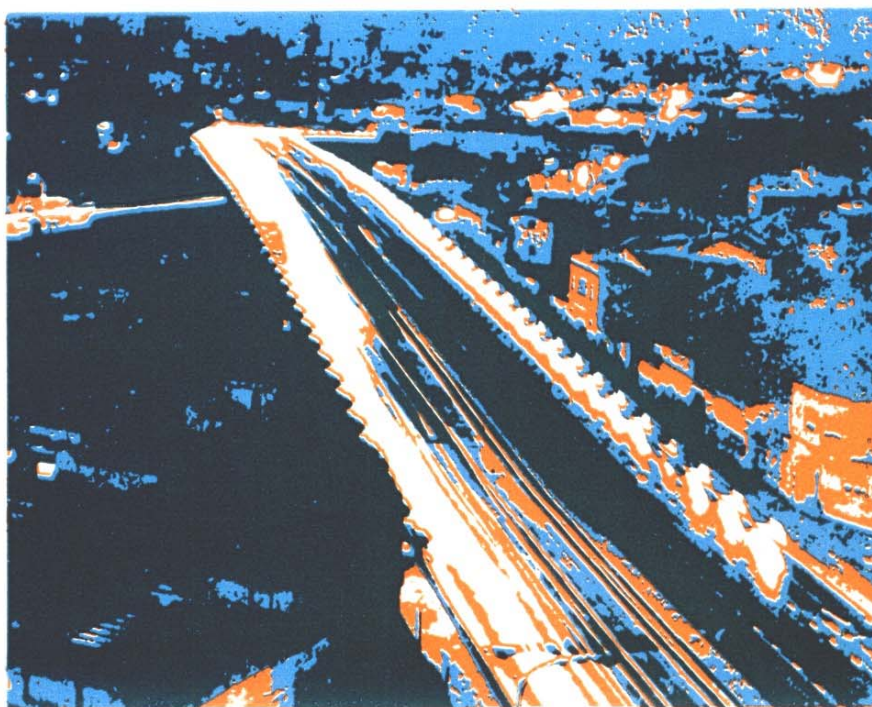
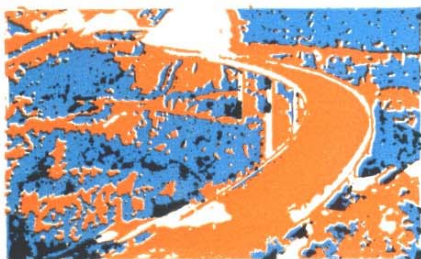
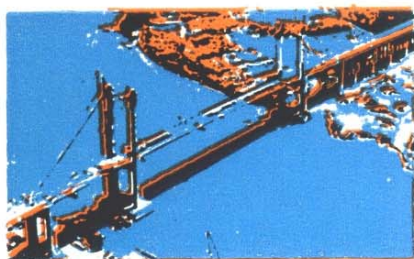


CARRETERAS

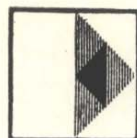
ASOCIACION ARGENTINA DE CARRETERAS
AÑO XXVIII/N° 106/ENERO - MARZO DE 1983



EMACURE
EMAPI R.L.C.
EMAPI 3G
ADITIVO EMAPI 5H
EMAPI 55
EMAPI RAPID-SET
EMAPIR
EMAPI ESPUMIGENO
EMAPI PLAST-RETARD
ADITIVO EMAPI DISPERSANTE
EMAPI PRETEN-PLAST
EMAPI DESMOLD MADERA
EMAPI DESMOLD METAL
EMAPI - HORMI - MIXER
BITUPOXI E 100

productos para la tecnología del hormigón

**membranas de curado -
plastificantes -
aceleradores y
retardadores de fragüe -
desmoldantes**



EMAPI

S. A. I. C. F. e I.

CALLAO 1016 - P. 8º "A" - TEL. 41-0613 Y 0622 - Buenos Aires
CALLE 137 Nº 1269 - TEL. 51-4446 Y 51-5248 - La Plata 1900
AV. RICCHIERI 400 - TEL. 3-5023 Y 39-5137 - Rosario 2000

30 años de química creativa
al servicio de la construcción

3M

MATERIAL REFLECTIVO

PARA

SEÑALIZACION VERTICAL

"SCOTCHLITE"



SOCIEDAD ANÓNIMA COMPAÑÍA ARGENTINA DE SEGUROS

Paseo Colón 823 — Buenos Aires

Tel. 362-9625—5388

30-1138—8464—2708



La ruta de máxima seguridad.

AL SERVICIO DE TODAS LAS
EMPRESAS CONSTRUCTORAS
DEL PAÍS

Revista técnica trimestral editada por la ASOCIACION ARGENTINA DE CARRETERAS (sin valor comercial) — Adherida a la Asociación de la Prensa Técnica Argentina — Registro de la Propiedad Intelectual N° 148.621 — Concesión Postal del Correo Argentino N° 5.942 — (Franqueo Pagado) Interés general, concesión N° 5.426 — Dirección, Redacción y Administración: Paseo Colón 823, p. 7°, (1063) Buenos Aires, Argentina — Teléfono: 30 - 0889.

DIRECTOR: Ing. MARCELO J. ALVAREZ — SECRETARIO DE REDACCION: Sr. JOSE B. LUINI.

REDACTORES: Sres. MARCELO C. ALVAREZ y LUIS H. SCARNATI.

EDITORIAL

La Autopista La Plata - Buenos Aires

La firma del contrato definitivo para la construcción, explotación y mantenimiento de las Autopistas La Plata - Buenos Aires, Ribereña de la Capital Federal y nuevo puente sobre el Riachuelo, realizada el 1° de febrero de este año entre las Direcciones de Vialidad Nacional, Vialidad de la Provincia de Buenos Aires y el consorcio argentino - español Coviare, pone punto final a un dilatado trámite.

Licitada la ejecución de estas obras por el régimen de la Ley Nacional N° 17.520 y aprobada por Decreto del PEN N° 497 del 20/3/81, abarca un plazo de concesión de 18 años y 6 meses, casi igual al lapso que demandó la gestión para iniciarlas.

En efecto, si bien históricamente corresponde situar a principios del corriente siglo las primeras iniciativas para construir una gran avenida de enlace entre La Plata y Buenos Aires, con el proyecto del camino General Belgrano realizado por la Dirección de Ingenieros de la Provincia de Buenos Aires —compuesto de dos calzadas de 6 metros cada una separadas por un ferrocarril eléctrico de las cuales solo alcanzó a construirse una de ellas en 1916— siguiendo luego el estudio encarado por Vialidad Nacional bajo la dirección del ingeniero Pascual Palazzo en 1956, consistente en una autovía con espacios reservados para ciudades satélites, cuyo trazado se ubicó al Oeste de las vías del F.C.N.G. Roca, el verdadero principio de la gestión que no sabría de renunciamentos arranca a mediados de Junio de 1964 con los primeros estudios de la Dirección Provincial de Vialidad de Buenos Aires al cual siguen una serie de hechos que jalonan la accidentada cronología del trámite, de los cuales rescatamos solamente los más significativos.

- 1965 Se aprueba el trazado definitivo de la autopista La Plata - Buenos Aires. Se encomienda a la Dirección Provincial de Vialidad el proyecto correspondiente y se inician tratativas con Vialidad Nacional para la utilización de un tramo del Acceso Sudeste a la Capital Federal.
- 1966 Concurso del proyecto del nuevo puente sobre el Riachuelo aguas abajo del puente N. Avellaneda adjudicándose la tarea a Dikeroff y Widman - Acero Sigma, quienes entregan el proyecto en 1969.
- 1968
- 1972 Habiéndose acordado que Vialidad Nacional tomaría a su cargo la licitación de las obras por el régimen de concesión de obra pública (Ley 17.520) se lleva a cabo el 30/10/72, sin llegar posteriormente a ratificarse la adjudicación. El nuevo puente en el Riachuelo que se licitó por separado queda también suspendido.
- 1973
- 1978 Preselección de empresas para la licitación internacional de las autopistas y el puente, bajo el régimen de la Ley 17.520. Licitación entre ocho consorcios seleccionados. Actúan conjuntamente ambas Vialidades.
- 1979
- 1980 Adjudicación de las obras por parte del comitente
- 1981 (Vialidad Nacional y Vialidad de la Provincia de Buenos Aires al consorcio Coviare y otorgamiento de la concesión mediante Decreto 497 del PEN.

SUMARIO

	Pág.
EDITORIAL: LA AUTOPISTA LA PLATA-BUENOS AIRES	3
XXX° ANIVERSARIO DE LA ASOCIACION ARGENTINA DE CARRETERAS	4
APLICACION VIAL DEL IMPUESTO A LOS COMBUSTIBLES.	
Por el Cont. Armando Stolkner	6
ESTUDIO DE SEGURIDAD DE TRANSITO	15
METODOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA SEGUNDA ETAPA DEL PROGRAMA DE INVESTIGACION SOBRE COMPACTACION A NIVEL NACIONAL.	
Por el grupo de trabajo orientado por el Ing. Roberto T. Santángelo	19
INFORMACIONES DE VIALIDAD NACIONAL 22 y	23
CICLO DE MANTENIMIENTO Y REHABILITACION DE PUENTES.	
Coordinador: Ing. Roberto A. Maglie	24
CONCURSO ANUAL TRABAJOS TECNICOS	32
DOCTOR CELESTINO L. RUIZ	32
SEGUNDO CONGRESO LATINOAMERICANO DEL ASFALTO	32
CIMENTACION DE CARRETERA EN SUELOS BLANDOS CON EL EMPLEO DE GEOTEXTILES.	
Por el Ing. Alfonso Olivera Bustamante	33
VIALIDAD AMERICANA - ACTUALIDAD INFORMATIVA	41
SEGURIDAD VIAL	44

1983 Firma del contrato definitivo después de haberse cumplido las condiciones preestablecidas en el decreto de adjudicación.

Las obras que pronto habrán de comenzar se insertan dentro de un esquema general de transporte entre las ciudades de Santa Fe, Rosario, Buenos Aires y La Plata, además de una larga cadena de pueblos y ciudades menores, cubriendo un sector de fundamental importancia para los requerimientos socio-económicos del país. Cuenta con un enorme potencial industrial, los principales puertos que sirven a un vasto segmento agropecuario aledaño y el asentamiento poblacional más numeroso.

La ubicación periférica de las obras reduce las interferencias con los transportes locales facilitando el movimiento comercial y turístico de grandes volúmenes de tránsito, con la consiguiente disminución de los costos de operación que se originan en las atiborradas calles y avenidas del sector.

La Asociación Argentina de Carreteras, que viene bregando permanentemente por el desarrollo caminero del país, en este caso especial de la ejecución de una obra de alta tecnología que será realizada con materiales y empresas argentinas en su mayor parte, congratula a las autoridades de las Direcciones de Vialidad Nacional y Vialidad de la Provincia de Buenos Aires el haber concretado una de las obras de mayor relevancia en un momento en que la crítica situación socio económica está reclamando medidas positivas para rehabilitar la deprimida condición de la industria vial argentina.

EL DIRECTOR

XXXº Aniversario de la Asociación Argentina de Carreteras

Como acto final de la celebración de su 30º Aniversario la Asociación Argentina de Carreteras el 15 de diciembre último, en oportunidad de realizar su Consejo Directivo el almuerzo de fin de año, hizo entrega de pergaminos recordatorios a los siguientes organismos fundadores de nuestra entidad: Automóvil Club Argentino, Asociación Fabricantes Cemento Portland, Cámara Argentina de la Construcción, Comisión Permanente del Asfalto, Dirección Nacional de Vialidad, Instituto Cemento Portland Argentino, Touring Club Argentino y Yacimientos Petrolíferos Fiscales, asistiendo en representación de estas Instituciones el

Dr. Juan M. Sandberg Haedo, el Dr. Bernardo Miretzky, los Ingros. Antonio R. Lanusse, Marcelo J. Alvarez, Julio C. Caballero (h) y Carlos E. Duvoy, el Dr. Mario A. Ponisio y el Ing. Mario A. Soifer, respectivamente.

Además se entregaron medallas recordatorias a los siguientes profesionales fundadores: Ing. Néstor C. Alesso, Ing. José M. Courreges, Ing. Hipólito Fernández García, Dr. Alfredo Pinilla e Ing. Rodolfo E. Rosauer.

En la oportunidad usaron de la palabra el Presidente de la Asociación, Ing. Néstor C. Alesso y el Administrador General de Vialidad Nacional, Ing. Julio C. Caballero (h).

DEL INGENIERO ALESSO

Este almuerzo íntimo de clausura del año viene acompañado de un acto que nos quedó pendiente de los programados por el treinta aniversario de nuestra fundación.

Pero antes, permítanme volver atrás recordando las palabras que pronunciara en ocasión del Día del Camino. Expresé con respecto al nacimiento de Carreteras; que a raíz de una iniciativa aprobada en las Jornadas Viales realizada en la ciudad de Córdoba por la Cámara Argentina de la Construcción, el señor Presidente de la misma, en ese entonces el Ingº César Manuel Polledo invitó a reparticiones nacionales, instituciones privadas, organismos comerciales y profesionales vinculados a la obra vial para crear una institución en el país en igual forma que las existentes en otros estados, con los siguientes fines:

— Activar y extender la conciencia caminera nacional, mediante la divulgación de los beneficios que se obtienen con el perfeccionamiento de las carreteras del país;

— Colaborar con las autoridades del país para la preparación y coordinación de los planes relacionados con el proyecto, construcción y conservación de carreteras y cooperar con los distintos organismos, públicos o privados, interesados en el es-



El Presidente de la Asociación inicia el acto. Sentados los Ingros. José M. Raggio, Julio C. Caballero (h) y Antonio R. Lanusse.

tudio de los problemas viales, a cuyo fin podrá adherirse o afiliarse a instituciones nacionales y/o internacionales;

— Colaborar con los organismos oficiales para la adecuada conservación de las carreteras y propender en la mejor forma posible a la educación vial, tendiente a la correcta utilización y cuidado de las mismas, evitando su destrucción.

— Estudiar por sí, compilar, coordinar y difundir la información técnica, económica y educacional que se estime útil para lograr los fines propuestos, cooperando en la realización de congresos nacionales e internacionales de carreteras e intervenir en los mismos.

El día 21 de julio de 1952 se realizó una asamblea para dar forma a esa iniciativa, a la que concurrieron

instituciones y técnicos que hoy queremos homenajear, constituyéndose la Comisión Organizadora con la presidencia del Ing° Luis De Carli.

Valgan estas palabras como emocionado agradecimiento a la acción de ambos ingenieros por la labor y empeño puestos en pro de la iniciativa convertida, gracias a ellos, en la realidad que todos conocemos.

No seríamos justos si en este trigésimo aniversario, no recordáramos a nuestros sucesivos presidentes: Don Roberto Gorostiaga, Don Edgardo Rambelli y Don Pedro Petriz, que en determinados momentos tomaron la dirección de nuestra casa dedicándole todo su entusiasmo y dinamismo.

El Consejo Ejecutivo resolvió hacer entrega de pergaminos recordatorios de la fecha a las entidades fundadoras que son las siguientes:

Dirección Nacional de Vialidad

Yacimientos Petrolíferos Fiscales

Cámara Argentina de la Construcción

Comisión Permanente del Asfalto

Instituto del Cemento Portland Argentino

Automóvil Club Argentino

Asociación Fabricantes de Cemento Portland

Touring Club Argentino

Revista Caminos

y medallas de plata a los socios fundadores señores:

Ing. Néstor C. Alesso

Ing. Hipólito Fernández García

Ing. José M. Courreges

Ing. Rodolfo E. Rosauer

Dr. Alfredo Pinilla

A pesar de tener preparados todos los distintivos para la fecha exacta de nuestra conmemoración existió para la entrega un inconveniente que fue el hecho de estar el país inmerso en el conflicto de las Islas Malvinas, lo que hacía la época inapropiada para ningún tipo de festejo, resolviendo postergarse la entrega para realizarla en ocasión de los actos del 5 de octubre. En ese momento se consideró más oportuno y a efectos de no interferir la programación de las



El Administrador General de Vialidad Nacional agradece la distinción en nombre de esa Repartición.

reuniones del Día del Camino efectuar una nueva postergación para cumplir con este justiciero homenaje, relegándolo para hacer una reunión de despedida del año, del Consejo Directivo con la presencia de los delegados de las entidades y socios fundadores, prestigiada con la presencia del señor Administrador de Vialidad Nacional, a quien agradecemos su presencia.

Al terminar un nuevo año de actividades estamos ocupados con el trabajo de la *Comisión para el Estudio de las Bases de Reactivación de la Vialidad Argentina que preside el Ingeniero José María Raggio* y seguiremos este año nuestra campaña para la obtención de fondos específicos para nuestra red vial y la autarquía de las Direcciones de Vialidad.

Hago llegar, en nombre propio y de la Asociación Argentina de Carreteras, un deseo que el próximo año sea de prosperidad para las instituciones que representais y en forma personal, un apretado abrazo y gran deseo de salud y prosperidad a todos ustedes.

PALABRAS DEL ING. CABALLERO

El Ing. Caballero en una breve improvisación, agradeció a la Asocia-

ción la invitación y la distinción de que era objeto Vialidad Nacional, haciendo un parangón entre ese aniversario y el cincuentenario de esa Repartición, celebrado recientemente.

Posteriormente se refirió a la sabia Ley 11.658 que destinó a partir de 1932 fondos específicos para la obra vial, expresando sus deseos de continuar trabajando en conjunto para bien de la vialidad argentina.

NUEVO DIRECTOR DE LA ESCUELA INGENIERIA DE CAMINOS

A partir del 5 de abril ocupa el cargo de Director del Curso para Graduados de la Escuela Ingeniería de Caminos de la Facultad de Ingeniería, el Ingeniero Enrique L. Azzaro.

El mencionado profesional de destacada trayectoria vial, integrante del Consejo Directivo de nuestra Asociación, reemplaza al Ing. Raúl A. Colombo, quien después de desempeñarse en ese cargo varios años, se acoge a los beneficios de la jubilación.

Aplicación vial del impuesto a los combustibles

Por el Cont. ARMANDO STOLKINER *

1. PREAMBULO

Con motivo que recientemente se ha cumplido el cincuentenario de la creación de la Dirección Nacional de Vialidad, producida a través de la sanción de la Ley 11.658, resulta oportuno efectuar un análisis histórico del régimen de financiación de obras viales, especialmente en cuanto a la significación que ha tenido el impuesto a los combustibles, durante ese lapso, sobre la posibilidad de desarrollo de la obra caminera.

En tal orden, se advierte que desde la sanción de la Ley 11.658, en la cual el impuesto a los combustibles tuvo una afectación total y específica a la actividad vial, se han producido una serie de discontinuidades, generadas en una primer instancia por el mantenimiento en términos nominales del gravamen, sin adecuación al real costo de construcción, y luego por las sucesivas modificaciones de las normas legales, que ocasionaron la erosión de la participación del sector vial sobre el gravamen, y la coparticipación de otros sectores.

En no pocas oportunidades, la falta de basamentos de la política de financiación, dificultó, sino impidió, la formulación de planes de obras y el cumplimiento de aquellos.

También se ha producido en oportunidades incrementos significativos en el costo de la obra vial, fundamentalmente desde 1975, a raíz de la fuerte incidencia que comenzó a tener desde entonces la carga impositiva y financiera.

En no pocas oportunidades, ambiciosas adquisiciones de equipos viales por parte de empresas contratistas, no han tenido aplicación adecuada, ante el incumplimiento de planes de obras anunciados.

Ya este autor, en el trabajo titulado "Fondos Viales Provenientes de Impuestos Nacionales", presentado

al VII Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito - Mendoza 1972, expresó lo siguiente: "Es evidente que el país necesita, en concordancia con el desarrollo de su economía, una mayor inversión en obras viales, tanto en redes urbanas troncales como en rurales o secundarias, lo cual se financiaría con la totalidad de los impuestos que abonan los usuarios de caminos..."

En el trabajo "Estudio sobre Percepción y Distribución de Fondos Viales", Consejo Vial Federal - año 1979, se dijo: "Un objetivo siempre perseguido es lograr, por medio de una planificación coherente y ordenada, la mayor eficiencia de la actividad sectorial, de forma que su gestión de respuestas en tiempo y forma a las crecientes necesidades del país cualquiera sea la jurisdicción demandante, la Nación, las provincias o los municipios. El objetivo sólo puede alcanzarse si se logra una asignación de recursos genuinos, de carácter específico, para que los organismos viales autárquicos puedan contar con fondos suficientes permanentes y de flujo continuo que faciliten la elaboración y ejecución de planes sin interrupciones temporales..."

Considero conveniente transcribir en esta ocasión lo manifestado por el ilustre ex presidente del Consejo Vial Federal, Ing° Hugo Roberto Scarro, en la Asamblea Plenaria celebrada en la ciudad de Esquel en el año 1981: "Con respecto a este tema de Percepción y Distribución de Fondos, y a fuerza de parecer un poco reiterativo, permítanme señores que les diga que este tema es de fundamental importancia por la significación que tendrá para la Vialidad Argentina cuando pueda contarse con los recursos genuinos que permitan planificar la labor sin sobresaltos por hechos imprevistos..."

Para analizar la importancia del transporte automotor, se vuelcan los siguientes datos que surgen del plan Nacional del Transporte.

Para el año 1979 el tráfico de cargas, en toneladas kilómetros se distribuyó de la siguiente forma:

Automotor	52 %
Marítimo	19 %
Conductos	18 %
Ferroviario	11 %
Total	100 %

Entre los años 1965 y 1979 se incrementó la participación de los medios automotor y por conductos, disminuyendo los restantes.

En cuanto al tráfico de pasajeros, en el año 1979, la proporción fue la siguiente:

Automotor	88 %
Ferrocarril	7 %
Aéreo	5 %
Total	100 %

También en el período señalado se incrementó la relación del transporte automotor y del aéreo.

El presente trabajo, sólo tendrá por objeto analizar la evolución del impuesto a los combustibles como medio de financiación de obras viales nacionales y provinciales, siendo que este recurso ha sido tradicionalmente el de mayor trascendencia para el sector, como así también el que mayores discontinuidades ha sufrido desde el año 1932.

Un segundo objetivo, es analizar a través de un examen retrospectivo, la adopción de soluciones adecuadas a las reales necesidades del país, y especialmente para la actividad vial, para lo cual se entiende que este trabajo bajo ningún aspecto agota el tema, sino que solamente brinda una opinión más al debate.

2. FUNDAMENTOS CONSTITUCIONALES Y ECONOMICOS DEL IMPUESTO A LOS COMBUSTIBLES

De acuerdo a las normas constitucionales argentinas, los impuestos internos a los combustibles se carac-

* De la Dirección Nacional de Vialidad. Trabajo presentado a título personal.

terizan porque sobre ellos poseen facultades concurrentes, tanto la Nación como las Provincias.

En principio, la facultad concurrente de Nación y Provincias sobre similares hechos imponible y bases de imposición pueden presentar serios problemas de aplicación, que en no pocas oportunidades ha dado lugar a conflictos de poderes y a problemas de doble imposición, nocivos en general para la actividad del país.

Por ello, los impuestos a los combustibles, se perciben a través de sistemas de participación, instituidos a través de "leyes convenio", que deben contar con la adhesión expresa de cada una de las provincias.

Dino Jarach ha señalado que los sistemas de coparticipación, evitan la superposición de administraciones tributarias, facilita la unificación de la política fiscal en cuanto a la aprehensión de la capacidad contributiva individual y en lo referido a la redistribución de ingresos, posibilita políticas de estabilidad y desarrollo.

Es de señalar las graves complicaciones técnicas que pueden sobrevenir a la fijación de impuestos nacionales y provinciales independientes sobre los combustibles, comenzando por los distintos precios de venta que de ellos surgiría, la situación anárquica resultante y las graves complicaciones técnicas en la administración tributaria.

Precisamente, una característica fundamental de dichas leyes convenio es que aceptados sus términos por cada una de las jurisdicciones las mismas se obligan a no establecer tributos análogos.

Es rica la experiencia de nuestro país en normas de este tipo, y precisamente entre ellas se encuentra el propio Decreto Ley 505/58.

Los artículos 29 y 30 de dicho Decreto Ley establecen las condiciones que deben cumplir las provincias para acogerse a los beneficios establecidos en ese Decreto Ley, fijando un plazo de dos años, sirviendo la adhesión de convenio con la Nación. Precisamente, entre las limitaciones impuestas figuraba la imposición de gravámenes a la nafta y gas oil, como máximo, del 15 % de su precio de venta al público.

Lo expuesto anteriormente, se refiere en cuanto a las normas constitucionales que permiten gravar a los combustibles.

En cuanto a la fundamentación del impuesto a los combustibles, se basa primordialmente en el "Principio del Beneficio", que consiste que la equidad tributaria se produce al existir equivalencia entre los tributos y los beneficios recibidos.

El principio del beneficio exige conocer la divisibilidad de los bienes y servicios que provee el Estado, lo que en pocos casos es factible.

Luigi Einaudi, en su tratado "Principios de Hacienda Pública", pág. 91 dice: "Pero todo cuanto ya hemos dicho a propósito de la indivisibilidad técnica, económica y política de los servicios a que se provee con los impuestos basta para aclarar que, en este campo, es absurdo buscar una equivalencia entre el impuesto pagado por cada contribuyente y el beneficio recibido individualmente por estos, en virtud de los servicios públicos".

Pero precisamente, cuando los beneficios recibidos por el conjunto de usuarios de un servicio pueden calcularse razonablemente y el patrón de distribución resulta aceptable se justifica la aplicación del principio del beneficio. Justamente la aplicación universal se da en este caso en la financiación de caminos, donde el beneficio global de los usuarios es mensurable y los usuarios abonan por el uso de tales vías, contribuyendo a su construcción, mejoramiento y conservación, enmarcándose en principios de equidad tributaria. Ver John F. Due "Análisis Económico de los Impuestos".

Su justificación también reside en las posibilidades sumamente limitadas de financiar caminos a través de sistemas de peaje con exclusividad. Einaudi, en su obra citada, Pág. 74, dice "...Con esos derechos (peaje), el Estado podría hacer frente al mantenimiento de caminos y puentes, reembolsándose del costo de explotación y de la amortización del capital de instalación. Pero el sistema sería sumamente antieconómico. El pago de peaje o del portazgo sería demasiado molesto, aun siendo el servicio divisible. Sería preciso mantener funcionarios encargados del control para recaudar sumas a veces insuficientes a compensar el costo de la recaudación. Por esto los gastos de entretenimiento, interés y amortización de tales construcciones se hace que graven a los contribuyentes en general por medio de impuestos..."

Aun así, el sistema de peaje tampoco permitiría la distribución del costo del camino entre los usuarios, según su real uso. Por ejemplo en la Autopista del Buen Aire, que actualmente percibe un peaje de \$ 35.000 por vehículo liviano, tal derecho es igual para usuarios que hacen todo su recorrido (22,590 kilómetros), como para los que utilizan parcialmente la misma (por ejemplo desde Acceso Norte hasta Ruta Nacional N° 8, o sea 10,150 kilómetros). En el primer caso el peaje incidiría en \$ 1.549 por kilómetro, y en el segundo en \$ 3.449 por kilómetro. Por otro lado, abona lo mismo un vehículo chico que uno grande.

En síntesis sería inimaginable el sistema administrativo, de cobranza y de control que debería implementarse para que cada usuario pague exactamente lo que consume, y aun así, posiblemente el resultado sería altamente objetable, según lo que se analizará más adelante.

El principio del beneficio, utilizado como medio de financiar la actividad vial, sólo puede entenderse como el financiamiento de los usuarios del camino en general a la construcción y mantenimiento de rutas y puentes, lo cual se lleva a cabo a través de cargas sobre la posesión, adquisición y uso de vehículos. Ahora bien, la distribución de las cargas entre los distintos usuarios de caminos, no puede basarse exclusivamente en el criterio que cada usuario o tipo de usuarios debe aportar según el real uso que efectúan cada uno de las rutas camineras.

La aplicación lisa y llana del principio del gasto es motivo de diversas observaciones; tal como que es inequitativo, no considerar el efecto de trasladabilidad de los tributos y las consecuencias sobre la economía general, no respeta el principio de capacidad contributiva, afecta políticas de desarrollo y por último es inaplicable.

Han existido diversos trabajos elaborados desde el año 1970, que han sostenido que la distribución entre los usuarios debe fundarse en el principio que "El aporte de cada usuario debe basarse según el real costo o destrucción que cada uno ocasiona".

Ninguno de dichos trabajos ha avanzado más allá de la concepción teórica, y ello se ha debido a diversos factores que aconsejaron no llevarlos a aplicar, sin pretender abar-

car todas las circunstancias que aconsejaron su no aplicación, cabe señalar las siguientes:

Con razón manifestaron esos trabajos que los usuarios de caminos llanos, en zonas altamente pobladas, financian a aquellos de zonas de menor desarrollo, en cuyos casos los caminos son en gran medida ondulados o montañosos.

Obviamente, un camino con un tránsito medio diario de 30.000 vehículos necesitaría un aporte menor por cada usuario que otro en cuyo tránsito es de 100 vehículos por día; con el agravante, que este último, por las condiciones topográficas puede ser de una complejidad y costo mayor.

Pero ello traería como consecuencia, la total imposibilidad de financiar rutas en zonas de desarrollo, de poco tránsito, o en provincias con menor riqueza, pues los usuarios de estas rutas estarían obligados a financiar esas vías de comunicación con aportes prohibitivos y antieconómicos.

Se dice que los usuarios en ciudades financian a aquellos que hacen utilización de caminos rurales. En primer término, anticipo la opinión que ello nunca se ha demostrado debidamente, por ejemplo, en los estudios analizados no se ha considerado que precisamente las rutas de acceso a grandes ciudades (autopistas y rutas de diseño superior) son las de más elevado costo. Pero aun aceptando que existiera tal subvención no resulta objetable esa circunstancia, por lo siguiente: todos los usuarios de ciudades son también potencialmente de rutas rurales, estas vías de comunicación sirven en gran medida para el abastecimiento y traslado de producción desde y hacia centros poblados e inspirado en sanos principios federalistas no resulta desaconsejable tender a evitar una mayor centralización en ciudades.

No quiero omitir de considerar el viejo tema que "los automóviles financian a los automotores pesados".

Los trabajos que han incursionado en el tema han considerado que toda la recaudación del sector automotor se destina a fines viales, y así se parte de situaciones irreales, que dan resultados distorsionados.

Así por ejemplo, el transporte automotor generó en 1979 ingresos tributarios por \$ 2.869.231 millones, equivalente a u\$s 2.170 millones, los

cuales superan en 5,6 % a los gastos totales nacionales, provinciales y municipales para la provisión, conservación y administración de la infraestructura caminera vial (\$ 2.717.386 millones, equivalentes a u\$s 2.056 millones de 1979).

Pero lo que sucede es que la recaudación proveniente de automotores fundamentalmente ha sido destinada en ese ejercicio, a otros sectores distintos de la actividad vial, siendo financiada la diferencia a través de recursos no genuinos (p. ej. empréstitos).

Entonces, las transferencias del sector automotriz a los camiones es más aparente que real, pues en verdad, los fondos que producen los usuarios de caminos son destinados sólo en alguna medida a financiar los costos de inversión.

En conclusión, ni el aporte de automóviles ni el de camiones *que se destinan al subsector vial* cubren las necesidades ni los costos del mismo.

Para el caso supletorio que se considerara que tal transferencia del sector automotriz al camionero existiera, tampoco sería objetable, pues con ello se tendería a evitar situaciones altamente inflacionarias, recesivas para la economía y con efectos colaterales sobre la actividad toda.

Valga recordar al respecto el "Estudio de Elasticidad de Demanda de Autotransporte", Dirección Provincial de Vialidad de la Provincia de Córdoba 1976. En el mismo se establece que es distinto el comportamiento de la demanda según el tipo de vehículos y motivos del viaje.

Tomando un incremento en el precio de los combustibles mayor en un 10 % que el costo de vida, para automóviles y viajes ocasionados por motivos de servicios y recreación, se produce una retracción en la demanda que oscila entre un 8 y un 12 %, mientras que en los viajes comerciales, la variación de la demanda tiende a cero.

Ello se debe a que el usuario de vehículos livianos tiene poca posibilidad o nula de trasladar el mayor costo del insumo, mientras que el transportista posee facilidades en trasladar los mayores costos al flete y consecuentemente a los bienes y servicios, con evidente efecto en los índices inflacionarios y/o retracción de la demanda.

Lo anteriormente expuesto, indica que el criterio de intentar distribuir la carga impositiva entre los usuarios, según el real gasto que cada uno ocasiona se aleja del principio de capacidad de pago, el más aceptado en la distribución de la carga pública, que se define en función del bienestar económico general del contribuyente.

Por otro lado, el sistema resulta inaplicable. De los trabajos analizados desde 1970, que se basaron en el criterio del gasto, ninguno de ellos ha encontrado la fórmula para distribuir entre los usuarios el real uso de caminos. En definitiva todos ellos arribaron a fórmulas simplificadas, que se alejan del principio general anunciado filosóficamente, porque no consideraron que la aplicación del beneficio hasta las últimas instancias requiere la total divisibilidad de cargas, tributos y necesidades, en algunos casos se ha sugerido un aumento vertiginoso del precio del gas oil, sobrepasando al de las naftas, lo que hubiera afectado a la economía toda, de haberse aplicado en la realidad.

Por lo expuesto anteriormente, el principio del beneficio, aplicado a la financiación vial, sólo puede entenderse en el criterio que la totalidad de usuarios del camino, sean los que financien la actividad en su conjunto. La distribución entre tipo de usuarios no se producirá solamente a través del principio del gasto, sino que se considerarán especialmente la capacidad contributiva, objetivos de crecimiento económico, de integración, de defensa nacional, de trasladabilidad de las cargas, de equidad, de economía de recaudación y de legalidad, sin olvidar sanos principios federalistas.

3. ANTECEDENTES LEGISLATIVOS HASTA EL AÑO 1967

Un análisis resumido de la evolución de la legislación en materia de Impuestos a los Combustibles hasta la sanción de la Ley 17.597, que rige actualmente con las sucesivas modificaciones, permitirá poseer una visión más amplia de la situación actual.

Como antecedente a la Ley 11.658, cabe mencionar la sanción de la ley 5315 (Ley Mitre), que por primera vez fija recursos específicos para la

actividad vial (año 1907), si bien tendía a la complementación de la red ferroviaria a través de caminos de acceso a las estaciones.

En realidad, la creciente demanda automotriz que ya se produjo hacia el final de la década de 1920 produjo el destino de fondos presupuestarios para atender necesidades viales, cabiendo destacar la convención suscripta con las empresas petroleras de un sobreprecio de 0,02 pesos moneda nacional por litro, para ser afectado a la actividad vial.

Por fin, el cinco de octubre de 1932, se dicta la Ley 11.658, que fundamentalmente crea la Dirección Nacional de Vialidad y establece fondos nacionales y provinciales de caminos, a través de regímenes de participación.

En lo referente al impuesto a los combustibles, destina los mismos con exclusividad a la actividad vial, en los siguientes montos:

- a) Un impuesto de 0,05 pesos m/n. por litro de nafta, destinado al Fondo Nacional de Vialidad.
- b) Un impuesto de 0,02 pesos m/n. por litro de nafta, destinado al Fondo Provincial de Vialidad.

El criterio de crear un impuesto de orden nacional coparticipable y otro provincial, de uso específico de cada provincia, es respetuoso del criterio federalista y reafirmaba el derecho concurrente de Nación y Provincias sobre el gravamen.

Con diversas variantes, este criterio subsiste hasta la actualidad.

La fijación del impuesto en términos corrientes, y el relativo proceso inflacionario posterior, produjeron la erosión parcial del monto real recaudado. Este proceso se hizo más notable a partir del año 1942.

Los sucesivos aumentos dispuestos por diferentes leyes, no alcanzaron a neutralizar el aumento en el costo de las obras.

A partir del año 1945, comenzó a participar el Fondo Nacional de Energía en los gravámenes sobre combustibles, terminando a partir de entonces el criterio de la afectación total de estos recursos a la actividad caminera.

La situación persistió sin mayores variantes, en cuanto al Fondo de los Combustibles hasta el año 1957, estando obligados los organismos viales a utilizar otros aportes para mantener la continuidad de las obras,

con redundancia directa en los planes de inversiones.

Con la sanción del Decreto 505/58, se vuelven a los principios básicos que dieron lugar a la sanción de la Ley 11.658.

En materia de impuesto a los combustibles establece lo siguiente:

- a) Impuesto interno a las naftas y gas oil del 35 % del precio de venta, por litro, al público, con destino al Fondo Nacional de Vialidad.
- b) Impuesto interno a otros combustibles de \$ 0,0115 m/n. por litro, con destino al Fondo Nacional de Vialidad.
- c) Impuesto a las naftas y gas oil del 15 % como máximo del precio de venta al público, con destino a los Fondos Provinciales de Vialidad.
- d) Impuesto interno a otros combustibles de hasta 60 % del fijado en b), con destino a los Fondos Provinciales de Vialidad.

La continuidad en el accionar, se vio interrumpida rápidamente. Por Decreto 10.670 del año 1961, se interpretó como "precio de venta al público de naftas y gas oil", al "valor de retención", es decir la proporción del precio destinada a empresas productoras y distribuidoras.

Es decir, que si bien técnicamente la cuestión era opinable, pues anteriormente el impuesto gravaba al precio total, o sea también al mismo impuesto implícito, lo cierto es que este Decreto generó un sensible decremento en la destinación final del producido del gravamen.

Lo dispuesto por el Decreto 10.670/61, fue observado por varias provincias, entre otras, Buenos Aires, Córdoba, La Rioja y Santa Fe, por entender que ello se apartaba del Decreto Ley 505/58, ya entonces Ley Convención aprobada por cada una de las provincias.

Fue en el año 1963, cuando por Decretos Leyes 1223/63 y 1514/63 se comienza a dar participación a Rentas Generales de la Nación sobre el Impuesto a los Combustibles, entonces de un peso moneda nacional por litro.

Como antecedente más reciente de la Ley 17.597, cabe mencionar la Ley 16.657, dictada con fecha 30 de diciembre de 1974.

La misma intenta dar finalización a los conflictos presentados hasta entonces, a raíz de la observación de diversas provincias al régimen establecido en el Decreto Ley 10.670/61, e institucionaliza la participación de Rentas Generales de la Nación, estableciendo que el gravamen a los combustibles se distribuiría de la siguiente forma:

- 33 % para el Fondo Nacional de Vialidad.
- 14,5 % para los Fondos Provinciales de Vialidad.
- 35 % para el Fondo Nacional de la Energía.
- 17,5 % para Rentas Generales.

Esta norma y los decretos sucesivos dictados posteriormente, no llegaron a influir positivamente en la recaudación de los organismos viales, que siguieron constreñidos hasta 1967, limitando la posibilidad de ejecución de obras.

SITUACION SEGUN DECRETO LEY 505/58

PRECIO DE VENTA	
VALOR DE RETENCION	IMPUESTO

PORCENTAJE S/PRECIO

SITUACION DESPUES DECRETO LEY 10.670/61

PRECIO DE VENTA	
VALOR DE RETENCION	IMPUESTO

PORCENTAJE P/VALOR DE RETENCION SOLAMENTE

4. FONDO DE LOS COMBUSTIBLES

Con la sanción de la Ley 17.597, del 28 de diciembre de 1967, se introducen modificaciones de importancia al régimen del impuesto a los combustibles que regía hasta entonces, y representa la normativa básica actualmente vigente.

Por la mencionada Ley se crea el Fondo de los Combustibles, integrado por ingresos calculados como porcentajes de los valores de retención que se fijan para cada combustible. Los porcentajes de los valores de retención que constituyen el Fondo de los Combustibles son los siguientes para cada producto:

Nafta común	50 %
Nafta especial	50 %
Kerosene	10 %
Gas oil	30 %
Diesel oil	10 %
Fuel oil	10 %

Además, estará integrado por los gravámenes de los productos que no tengan precio oficial de venta, caso de solventes y aguarrás.

Se establece que el impuesto a los combustibles, será la diferencia entre el precio oficial de venta y el valor de retención. El valor de retención será fijado de forma tal que permita a las empresas públicas y privadas vinculadas con la actividad petrolera cubrir sus costos y obtener una utilidad razonable.

Se fijan límites para los precios de venta de los combustibles, que no podrán exceder de dos veces el de la retención fijada para los productos de origen nacional, ni ser inferiores a ésta.

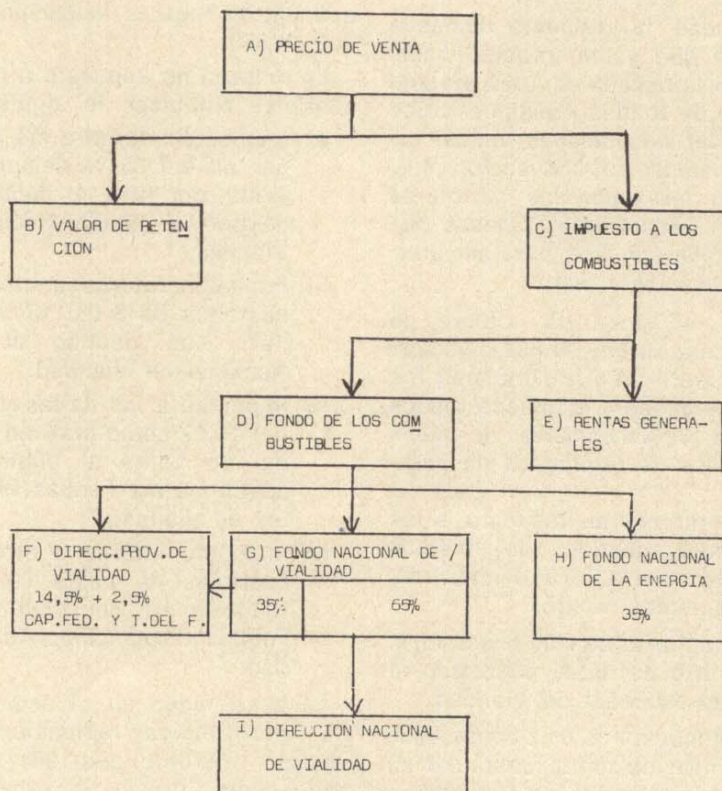
Se establece que el Fondo de los Combustibles provendrá en primer término del impuesto a los combustibles y que de no ser los ingresos suficientes, la diferencia la aportará Rentas Generales de la Nación.

Se fija que si el impuesto es mayor al Fondo de los Combustibles, la diferencia ingresará a Rentas Generales de la Nación.

Se establece que el Fondo de los Combustibles se distribuirá de la siguiente forma:

- 48 % para el Fondo Nacional de Vialidad.
- 14,5 % para los fondos provinciales de caminos. La parte de Capital Federal y Tierra del

LEY 17597



Fuego se destinará al Fondo Nacional de Vialidad. Por ser un recurso eminentemente provincial, esta participación se efectúa en base al consumo real de combustibles en cada jurisdicción.

- 2,5 % se crea un fondo provisorio para cubrir las diferencias resultantes de la aplicación del Decreto 10.670/61, compensando a las provincias por los perjuicios que han tenido por la no aplicación del Decreto Ley 505/58, hasta que se sancionó la Ley 16.657. Estando en la actualidad compensadas las diferencias, el mismo incrementa el porcentaje de b) que se eleva al 17 %.
- 35 % para el Fondo Nacional de la Energía.

Por último se establece un régimen de adhesión provincial, al constituir la presente una Ley Convenio. La misma tuvo adhesión de todas las jurisdicciones.

Aun admitiendo la razonabilidad de la participación del Sector Energético en la recaudación, los lineamientos de la Ley 17-597 aseguraban

la participación del sector vial en la recaudación del impuesto a los combustibles. Sabiamente, dicha ley establecía los siguientes preceptos y limitaciones:

- 1) Fijaba la participación como función del valor de retención del producto. Con ello, además de significar un avance sobre el Decreto Ley 505/58, al no poder criticársele la gravabilidad de impuesto sobre impuesto, se establecía un ajuste automático del monto recaudado, en razón que forzosamente debían actualizarse periódicamente los ingresos de las empresas petroleras.
- 2) Ello se complementaba con la determinación taxativa que el valor de retención debía cubrir el costo más las utilidades de las empresas petroleras.
- 3) El precio de venta de los combustibles no podían exceder del doble del valor de retención. Con ello se limitaba la posibilidad de aumentar el gravamen sin variar el valor de retención, lo que entraría en perjuicio de las empresas petroleras y de los

sectores viales y energéticos, en beneficio de Rentas Generales de la Nación, que entonces podría ver aumentado su participación.

- 4) De acuerdo a lo que surge del trabajo "Fondos Viales provenientes de Impuestos Provinciales", año 1972, del autor, surgía lo siguiente: "La necesidad de proporcionar a los entes viales una mayor proporción del producido de este gravamen, como así también de asegurarles mayores recursos permanentes, fue reconocido por el Gobierno Nacional al crear el Fondo Nacional de Combustibles mediante Ley 17.597 del 28 de diciembre de 1967.

El considerando número 6 de dicho cuerpo legal dice: "Si bien se considera que sería conveniente destinar un porcentaje mayor de los recursos impositivos al fondo vial ya que los impuestos mayores recaen sobre aquellos combustibles que los automotores consumen, los compromisos actuales impiden en el primer año de vigencia de la ley proceder en tal sentido".

El apartado 7 establece: Se ha previsto la posibilidad de que mediante la fijación del precio de venta final de los combustibles, Rentas Generales participe en posibles excedentes por sobre el "Fondo de los Combustibles" o que cubra con recursos propios eventuales defectos. Aun cuando para 1968 el cálculo de Recursos del Presupuesto General de la Nación prevé una participación de los gravámenes sobre los combustibles al Tesoro Nacional, la misma Ley de Presupuesto destina un monto equivalente como aporte a la Dirección Nacional de Vialidad. Sin embargo, en el futuro debe tenderse a asegurar mayores recursos permanentes a los entes viales".

- 5) Se establece un régimen de compensación con Rentas Generales de la Nación, que permita cubrir faltantes de recaudación por demoras en los pagos, sin menoscabar la marcha de los planes de obra.
- 6) Por último el carácter de Ley

Convenio, le aseguraba a la misma caracteres de seguridad para todos los entes involucrados, o por lo menos la necesidad de conformidad de las provincias para proceder a su modificación.

Cabe señalar que la Ley 17.597, fue complementada en el año 1969 con el dictado de la Ley 18.201, que creaba un impuesto a las naftas de \$ 0,07 por litro, destinado con exclusividad a la Dirección Nacional de Vialidad. Esta norma tuvo importancia fundamental, si se considera que al dictarla, el gravamen significaba más del 20 % del precio de venta al público, totalmente afectado a la actividad vial.

La conjunción de ambas normas le permitió a los organismos viales nacionales y provinciales la realización de obras significativas en regiones antes postergadas, pero esta situación sólo tuvo continuidad en los primeros años de vigencia del sistema, el cual fue modificado sucesivamente.

5. EVOLUCION POSTERIOR

Es indiscutible la inquietud de distintos sectores viales, que proclaman continuamente la necesidad de volver a los sanos principios que inspiraron la Ley 11.658 y el Decreto Ley 505/58.

No obstante, y a través de un objetivo análisis, se advierte que la actividad vial alcanzaría altos grados de eficiencia, solamente con retornar al sistema instituido en la Ley 17.597, que constituye la normativa básica vigente en la actualidad.

Es decir, que la Ley 17.597, conjuntamente con el criterio que fundamentó la Ley 18.201, permitiría alcanzar altos niveles de inversión de la actividad vial, acordes a las necesidades del país, financiada íntegramente con recursos genuinos.

A efectos de lograr una mayor coherencia en la exposición, preferiré en este capítulo no efectuar un relato cronológico, de la legislación posterior a 1969, y en cambio relacionar cada norma con el cumplimiento de los principios fijados en la propia ley 17.597.

Con relación a cada uno de los preceptos y limitaciones que fijaba la Ley 17.597, enunciados en el capítulo anterior en los puntos 1 a 6, cabe comentar lo siguiente:

1) y 2) Como se expuso anteriormente, el Fondo de los Combustibles se correlacionaba con el valor de retención, debiendo éste cubrir el costo más utilidades de las empresas petroleras; con lo cual, se aseguraba un ajuste automático de la recaudación de los sectores viales, al coparticipar éstos del Fondo de los Combustibles.

Es decir, que el sistema funcionaría siempre que los valores de retención, se ajusten a los costos más utilidades de las empresas productoras; pero en la medida que no sea así, aparte del deterioro que directamente sufre la empresa petrolera, el mismo se traslada por lógica consecuencia a los sectores viales.

Para entender perfectamente la cuestión, debe analizarse en profundidad que es un precio político. Einaudi, en "Principios de Hacienda Pública" dice: "El precio político se puede definir como la compensación, inferior al costo total, pagada por el contribuyente, por un servicio especial y divisible, que se le presta a su demanda, pero satisfaciendo simultáneamente una necesidad indivisible de todos los ciudadanos".

En realidad el precio político implica que el costo del producto es abonado sólo parcialmente por el usuario, siendo el resto atendido por la comunidad toda, al satisfacer una necesidad indivisible de todos los ciudadanos.

La primera observación es que resulta dudoso que el precio de los combustibles reviste carácter de satisfacer necesidades indivisibles de toda la comunidad, pero aunque así se interpretara, se presenta otra circunstancia en especial, y es que la diferencia entre el precio y el costo durante los últimos años no ha sido cubierto por la comunidad sino que en gran medida dicha cobertura se ha producido por Yacimientos Petrolíferos Fiscales, a través de recursos no considerados genuinos, vg. endeudamiento.

O sea, que el régimen de bajos precios en relación a los costos, situación que levemente se está recuperando en la actualidad, ocasiona que no sea posible analizar el resultado económico a través de los estados contables de la empresa petrolera estatal.

Hasta en cierto sentido Yacimientos Petrolíferos Fiscales no ha tenido determinadas facilidades que sí

han usufructuado las empresas privadas. Así es, que por ejemplo, Yacimientos Petrolíferos Fiscales no ha tenido acceso al régimen de seguros de cambio, lo que la ha dejado sin cobertura cambiaría ante las sucesivas devaluaciones producidas durante los dos últimos años.

Y la importancia de la producción de petróleo en nuestro país, ha sido ponderada en sus justos términos, al transcurrir las crisis energéticas producidas en los años 1973 y 1979. Esta circunstancia debe ser considerada especialmente si se considera lo publicado por el Diario Washington Post en octubre de 1982, previendo que antes del fin de la década se prevé otra crisis petrolera, partiendo de la base que dentro de un período de tres años se acabarán los excedentes petroleros mundiales.

El incremento de la deuda externa de Y.P.F., que hacia fines de marzo de 1982 alcanzó a 5.128 millones de dólares, no le impide a la empresa petrolera estatal encarar objetivos fundamentales, tales como las licitaciones para la reconversión de las destilerías de Luján de Cuyo y La Plata, que permitirá a partir de 1986 el procesamiento de unas 4.000 toneladas anuales de fuel oil y otros residuos pesados que el país no necesita, que permitirá obtener 3.000 metros cúbicos anuales de productos intermedios y livianos, con un ahorro de divisas de aproximadamente 1000 millones de dólares anuales. Además se prevé la perforación en los últimos meses de 1982 de 65 pozos nuevos.

En razón a los precios que se fijan para los combustibles, la eficiencia o no de la empresa debería evaluarse por otros factores distintos a los cuadros económicos.

Pero sí lo que resulta elocuente, y en relación al presente trabajo, es que la tarifa fijada, que no cubre "costos más una razonable utilidad", tiene correlación directa con el monto de los fondos de los combustibles. Y ello es porque en la medida que no se mantenga actualizado el precio de los distintos valores de retención, el Fondo de los Combustibles también se percibirá disminuido en relación a los valores reales establecidos en el artículo 3º in fine de la Ley 17.597.

Por los montos que Yacimientos Petrolíferos Fiscales debió recurrir al crédito para cubrir déficits operativos, en la misma medida se han visto reducidas las participaciones hacia los organismos viales.

3) Otro de los preceptos que contenía la Ley 17.597, era que el precio de venta de los combustibles no podía exceder del doble del valor de retención, con lo que se limitaba la posibilidad de aumentar el gravamen sin variar el valor de retención, en perjuicio de las empresas productoras y de los organismos viales y energéticos, en beneficio de Rentas Generales de la Nación. Esta cláusula surgía del artículo 2º de la Ley 17.597.

No obstante, esta norma sólo tuvo vigencia hasta el año 1975, en el que por Ley de Presupuesto N° 20.954, se modificó el artículo 2º de la Ley 17.597 por el siguiente: "El Poder Ejecutivo Nacional queda facultado para fijar precios oficiales de venta de los combustibles los que no podrá exceder el importe resultante de la sumatoria de los valores de retención fijados para cada uno de los subproductos de origen nacional, ni ser inferiores a tres cuartas partes (75 %) del valor de retención correspondiente a cada uno de los mismos".

Desde esa oportunidad, Rentas Generales, a través de la aplicación de esta última norma, se ha visto posibilitada de aumentar los precios de venta sin incrementar los valores de retención, excediendo los márgenes fijados en la Ley convenio N° 17.597. Esta situación aconteció fundamentalmente con las motonaftas común y especial.

Con esto, es posible aumentar la participación de Rentas Generales de la Nación, al variarse el sistema armónico establecido en la Ley 17.597.

La cuestión también puede ser analizada desde otros ángulos, si se considera que de acuerdo a estudios realizados por el Consejo Vial Federal, la Ley 20.954 no ha merecido la adhesión de todas las Provincias.

4) Los preceptos establecidos taxativamente en los considerandos 6 y 7 de la Ley 17.597 (destinación de un porcentaje mayor al fondo vial,

participación sólo ocasional de Rentas Generales de la Nación en los gravámenes a los combustibles y aseguramiento de mayores recursos permanentes a los entes viales), no han podido ser cumplidos hasta la fecha. Por el contrario, el cuadro que se incluye a continuación indica que se ha caminado en sentido inverso, apenas se advierte que los organismos viales han reducido su participación sobre el gravamen, desde el año 1970 a 1981, del 64 al 23 %, mientras que Rentas Generales de la Nación (incluido Ferrocarriles Argentinos) subió su participación del 16 al 65 %.

A su vez, el Impuesto de Emergencia a las Naftas, originalmente un 20 % del precio de venta, al no representar una suma actualizable, fue perdiendo rápidamente significación, hasta que finalmente en el año 1973 fue integrado al Fondo Nacional de Infraestructura del Transporte, desapareciendo como recurso específico.

5) El artículo 7º de la Ley 17.597 establece que en caso que lo recaudado fuera insuficiente para cubrir ingresos previstos en el artículo 6º para el conjunto de los combustibles, el Banco de la Nación Argentina acreditará mensualmente al Fondo de los Combustibles la diferencia respectiva, debitándola a la Tesorería General de la Nación.

Esta norma tiene un hondo significado, pues asegura el ingreso a los organismos viales y energéticos, a fin de permitir la continuidad del flujo de recursos, independizándolos del ingreso tributario a que están obligadas las empresas productoras.

En su momento, ello ha permitido cubrir importes del Fondo de los Combustibles no ingresados oportunamente por Yacimientos Petrolíferos Fiscales, aunque valga señalar que no siempre ha acontecido en tiempo oportuno ante las posibilidades financieras de la Tesorería General de la Nación.

No obstante, es de destacar que durante los últimos años Yacimientos Petrolíferos Fiscales ha cumplido con el ingreso en tiempo oportuno del Impuesto a los Combustibles, por lo que no se han resentido por

RECAUDACION Y DISTRIBUCION DEL IMPUESTO A LOS COMBUSTIBLES A VALORES CORRIENTES
— en millones de pesos —

Período	Rentas Grales.		FFCC-FNPT (Saldo de FONIT)		D.N.V. *		D.P.V.		D.N.E.		TOTAL	%
	Importe:	%	Importe:	%	Importe:	%	Importe:	%	Importe:	%		
1970	226,4	16			650,7	46	249,3	18	278,0	20	1.404,4	100
1971	969,4	44			653,7	30	270,8	12	302,6	14	2.196,5	100
1972	1.633,6	48	17,7	1	862,2	25	416,9	12	464,6	14	3.395,0	100
1973	2.017,0	35	476,6	8	1.544,0	27	835,2	14	946,1	16	5.818,9	100
1974	5.106,9	42	985,8	8	2.702,9	22	1.646,7	13	1.855,4	15	12.297,7	100
1975	11.044,8	43	1.405,2	6	5.371,1	21	3.610,9	14	4.075,6	16	25.507,6	100
1976	68.673,0	49	6.242,0	4	26.622,0	19	18.819,6	13	21.107,5	15	141.464,1	100
1977	210.514,0	56	13.858,0	4	59.837,0	16	42.460,0	11	47.626,0	13	374.295,0	100
1978	450.190,0	40	96.106,0	9	248.702,0	22	153.951,0	14	172.226,0	15	1.121.175,0	100
1979	616.676,0	31	217.409,0	11	532.314,0	26	291.854,0	15	331.307,0	17	1.989.560,0	100
1980	1.818.516,5	38	723.100,9	15	822.718,7	17	648.239,8	14	741.629,2	16	4.754.205,1	100
1981	6.868.581,0	57	1.021.497,0	8	1.556.327,0	13	1.256.039,0	10	1.426.755,0	12	12.129.199,0	100

* INCLUYE F.O.N.I.T.

demoras los aportes del Fondo de los Combustibles.

6) Por último, cabe analizar las características de la Ley Convenio del régimen del Fondo de los Combustibles, lo que además de los aspectos constitucionales y técnicos que surgen en los capítulos anteriores, le otorgan al sistema ciertos caracteres de seguridad y continuidad.

En determinadas oportunidades tal continuidad pudo haberse afectado, por ejemplo mediante la sanción de la Ley N° 20.954, mencionada anteriormente en el punto 3; pero es importante comentar en este aspecto la sanción de las Leyes 20.073 y 20.336 de creación del Fondo Nacional de Infraestructura del Transporte.

Mediante la conjunción de estas dos últimas leyes se ha destinado a integrar este fondo el 20 % del montototal de los recursos del Fondo de los Combustibles, que se atienden con el remanente de los recursos derivados de la diferencia entre los Impuestos a los Combustibles y el Fondo de los Combustibles, más el Impuesto de Emergencia a las Naftas.

Estas leyes, que no tienen el carácter de "convenio", tuvieron como finalidad atender erogaciones de distintas obras vinculadas al transpor-

te, en base a planes o programas que surjan como prioritarios en cada ejercicio, es decir que su distribución no está preestablecida y se fija en cada ejercicio.

La distribución porcentual del Fondo Nacional de Infraestructura del Transporte (FONIT) desde 1972, ha sido la siguiente:

DISTRIBUCION PORCENTUAL DEL FONDO NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE (FONIT)

Años	Vialidad Nacional		Ferrocariles Argentinos		Plan de transporte	Ministerio de Obras y Serv. Públicos
1972	50	%	50	%		
1973	50	%	50	%		
1974	50	%	50	%		
1975	50	%	50	%		
1976	50	%	50	%		
1977	50	%	50	%		
1978	46	%	52	%	2	%
1979	49	%	49	%	2	%
1980	10	%	88	%	2	%
1981	15,7	%	82,3	%	2	%
1982	20,0	%	77,9	%	1,6	%
						0,5 %

Como se advierte, ello permite la participación de Ferrocarriles Argentinos en la recaudación del Impuesto a los Combustibles, porcentual que a través del tiempo ha sido creciente, y que arroja que al año 1981, el ente ferroviario absorbía un 8 % de la recaudación total del gravamen.

6. SITUACION DEL EJERCICIO 1982 Y PERSPECTIVAS PARA 1983

Producto de las necesidades financieras de la Tesorería General de la Nación, en la parte final del primer semestre de 1982, se fijó un incremento en los gravámenes a las motonaftas sin el concomitante aumento de los valores de retención. Ello llevó a que en el mes de mayo de 1982, la participación de Rentas Generales de la Nación y Ferrocarriles Argentinos sobre el total, alcanzara al 72 %, representando un pico histórico.

A través de los meses, esta situación se ha ido revirtiendo paulatinamente, al registrarse incrementos en los valores de retención mayores que los gravámenes, llegando actualmente a un estado de cosas similar al registrado en 1981.

Considerando los valores de retención y gravámenes fijados al 30 de noviembre de 1982, la recaudación esperada para 1983 sería la siguiente:

Sector:	Importe en billones de pesos	%
Rentas Generales	41,7	59,98
Ferrocarriles Argentinos y FNPT	4,0	5,68
Dirección Nacional de Vialidad	8,7	12,48
Direcciones Provinciales de Vialidad	7,2	10,34
Fondo Nacional de la Energía	8,0	11,52
Total Gravámenes	69,6	100,00

No se consideran las exenciones y subvenciones, y se estima la Coparticipación del FONIT similar a la del año 1982.

7. CONCLUSIONES

Las conclusiones sintéticas que pueden extraerse del presente trabajo, que bajo ningún aspecto pretende agotar el tema, son las siguientes:

- 1- Los impuestos a los Combustibles constituyen facultades concurrentes de Nación y Provincias, por lo cual los mismos se perciben a través de "leyes convenio", que implementan sistemas de participación.
- 2- Doctrinariamente, los Impuestos a los Combustibles se apoyan en el "principio del beneficio", a través del cual se logra la equivalencia entre los tributos percibidos y los beneficios recibidos. Por este principio debe entenderse que la totalidad de los usuarios del camino, globalmente, financian la actividad vial en su conjunto.

Que lo expuesto anteriormente, no significa que la distribución entre los tipos de usuarios se producirá a través del principio del gasto, sino que deben priorizar otros principios que se enun-

cian en la parte final del capítulo 2.

- 3- Que desde la sanción de la Ley 11.658, mediante la cual el Impuesto a los Combustibles tuvo una afectación total y específica a la actividad vial, se han producido discontinuidades en la política de afectación del gravamen, que se refleja en las sucesivas modificaciones legales, cuyo detalle se analiza en el trabajo; lo que ocasionó consecutivamente la menor participación del sector vial, en beneficio de otros organismos o sectores que se fueron incorporando a su distribución.
- 4- El régimen establecido en la Ley 17.597, que básicamente es el que rige en la actualidad en su momento complementado con la Ley 18.201 (Impuesto de Emergencia a las Naftas), refleja adecuadamente las necesidades del sector vial, a través de aportes de usuarios de caminos y apoyado en sanos principios federalistas.
- 5- No obstante, el incumplimiento de los preceptos fijados en la propia

Ley N° 17.597 y las sucesivas modificaciones que se han introducido a las normas legales, ha llevado a la situación que en la actualidad, sólo el 24 % de la recaudación total del Impuesto a los Combustibles se destine al sector vial, teniendo afectación el 76 % restante a otras finalidades.

- 6- Ha conllevado a ello, la falta de correlación entre los valores de retención con los costos de las empresas petroleras, el incremento de los impuestos sin la consecuente elevación de los valores de retención (permitido desde la sanción de la Ley 20.954), el incumplimiento de los claros preceptos fijados en los considerandos de la Ley 17.597 y la afectación de fondos hacia otros sectores, como Ferrocarriles Argentinos.

- 7- Atendiendo a las necesidades del sector vial, y al estado actual de la red caminera, donde se calcula que más de un 50 por ciento de la red troncal necesita urgente reparación, sería deseable retornar paulatinamente a los principios fijados en la Ley 17.597, Ley Convenio vigente, de forma tal que la actividad del sector pueda ser satisfecha íntegramente a través de aportes que realicen los propios usuarios de caminos.

Lo expuesto últimamente es coherente con lo expresado en la Reunión de Gobernadores celebrada en Santa Fe en junio de 1981, donde los mandatarios provinciales señalaron que "es urgente proveer de fondos suficientes y de flujo continuo que permitan una programación de obras tendientes a: 1º) recuperar y preservar la red vial, a través de un plan de renovaciones y de mantenimiento regular; 2º) asegurar el desarrollo armónico del país y la integración de sus distintas regiones".

Estudio de Seguridad de Tránsito

Continuando con la publicación que iniciamos en el número anterior de los principales capítulos del trabajo "Estudio de Seguridad de Tránsito", encomendado por la Dirección Nacional de Vialidad a las firmas Cadia - Coara - Leiderman Consultoras, a continuación transcribimos el referente a "SUPERFICIE DE RODAMIENTO: RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO".

Reiteramos a Vialidad Nacional el agradecimiento por la autorización conferida para su publicación en esta revista

1ª PARTE

Sección 1.1. Introducción

Sección 1.2. Métodos de medición

- 1.2.1. Procedimiento de rueda frenada
- 1.2.2. Equipos de ensayos portátiles
- 1.2.3. Instrumentos de laboratorio
- 1.2.4. Distancia por vía indirecta
- 1.2.5. Equipos de ruedas en ángulo
- 1.2.6. Medición de fricción máxima
- 1.2.7. Selección de equipo de medición

Sección 1.3. Factores que influyen en el resbalamiento

- 1.3.1. Generalidades
- 1.3.2. Propiedades del neumático
- 1.3.3. Propiedades del pavimento
 - 1.3.3.1. Textura
 - 1.3.3.2. Porosidad
 - 1.3.3.3. Impermeabilidad superficial

1.1. INTRODUCCION

Tal como se ha expuesto en el capítulo II, el coeficiente de fricción longitudinal entre neumático y pavimento por un lado y la pendiente por otro, configuran elementos de la mayor importancia en la determinación de la distancia de frenado, conjuntamente con la velocidad de marcha del vehículo.

En lo que hace a la pendiente, el mayor o menor valor de diseño, surge de un compromiso técnico-económico. Sólo podría justificarse alguna modificación incluyendo en la etapa de factibilidad, beneficios por reducción de accidentes en tramos pendientes menores.

La velocidad directriz será, como sabemos, una función de la topografía y del tránsito y todas las características geométricas generales del camino dependerán de la misma. Si bien siempre que se evoluciona hacia características geométricas superiores se contribuye a la disminución de accidentes, existe la necesidad de relacionar las inversiones necesarias para introducir las mejoras con el total de beneficios que se obtendrían, los que dependen directamente de los volúmenes y composición del tránsito. Surge así la necesidad de contar con un estudio estadístico de accidentes por 1.000.000 de vehículo-kilómetro, relacionado con distintas condiciones geométricas de diseño. Esto permitirá deducir además condiciones generales y particulares de peligro potencial y por consiguiente fundamentar la serie de beneficios económicos que justifiquen diseños de categoría superior, no demostrables de otro modo.

Si se trata de circulación en curva, el radio, la velocidad, el peralte y la fricción transversal determinan las condiciones de dicha circulación. Estos dos últimos elementos en conjunto actúan como control de la posibilidad del resbalamiento.

La consideración de leyes físicas permite vincular una fuerza originada en el punto de contacto entre rueda y pavimento con el peso que carga sobre dicha rueda a través del coeficiente de fricción.

Cualitativamente, las mejores condiciones de frenado se relacionan con el más alto valor del coeficiente de fricción, antes de producirse el resbalamiento. El coeficiente de fricción disminuye con la velocidad del vehículo, siendo también variables de consideración las que se relacionan con el tipo y estado de los neumáticos y el tipo y estado del pavimento.

Las posibilidades de incrementar el coeficiente de fricción, desde el punto de vista del organismo vial, se circunscriben exclusivamente a la acción que pueda desarrollarse sobre la capa de rodamiento de la calzada. Es decir, dichas posibilidades se relacionan con las propiedades antideslizantes de la capa mencionada.

La relación entre la calidad superficial del pavimento y el número de accidentes ha sido demostrada en numerosos estudios llevados a cabo en varios países. La consideración de los informes presentados al XV Congreso Mundial de Carreteras nos llevó a seleccionar un trabajo de Holanda, muy significativo por sus conclusiones.

Para establecer una relación estadística entre las propiedades antideslizantes de la capa de rodamiento con el Índice de Accidentes de la misma, se eliminaron primeramente otras influencias no relacionadas con el resbalamiento. Para ello se consideraron dos tipos de caminos: las autopistas (dos calzadas separadas con dos o tres trochas por sentido de marcha y accesos controlados) y los caminos de una sola calzada sin accesos controlados. La elaboración de la información estadística permitió obtener el gráfico que se muestra en la Figura I-1. Como se observa en el mismo, el índice de accidentes disminuye al incrementarse la resistencia a la fricción para ambos tipos de carreteras, siendo el efecto algo más acentuado en los caminos de una sola calzada indivisa.

La primera parte del diagrama (resistencia al resbalamiento 1 a 4) demuestra por su pendiente, que puede reducirse considerablemente el número de accidentes sin llegar a valores extremos de fricción.

Para valores más altos la gradiente disminuye, significando que la re-

ducción potencial de accidentes no es tan elevada cuando se llega a valores de muy alta fricción.

La tendencia general indicada en el gráfico ha sido corroborada por estudios realizados en otros países.

1.2. Métodos de medición

Cuando hablamos de "Resistencia al resbalamiento", nos referimos a las propiedades superficiales del pavimento que tienden a evitar que los neumáticos se deslicen sin rotar sobre el pavimento. Básicamente, la determinación de la resistencia al resbalamiento consiste en medir la fuerza necesaria para desplazar un neumático frenado sobre el pavimento que se ensaya. Existen varios métodos que, siendo básicamente diferentes, proporcionan resultados numéricos distintos. Sin embargo, son igualmente aptos.

Es común que los resultados de mediciones realizadas por cualquier método se den en forma de un "número de fricción", el cual tiene sentido cuando se sabe por medio de qué equipo y en qué condiciones se obtuvo. Por ello, la ventaja de trabajar con métodos normalizados que, además, permiten la reproducibilidad de los resultados, condición ésta indispensable para la comparación de mediciones realizadas en épocas distintas sobre el mismo pavimento.

1.2.1. Procedimiento de rueda frenada

Existen normas, tales como la "A.S.T.M. - E - 249" para el mejor uso de esta técnica de medición. En su esencia, los equipos consisten en un neumático de características standard, colocado en un remolque que, durante la medición, se desplaza a 64 km/hora regando agua adelante. Se aplican esfuerzos de frenado durante la marcha, y se informa el esfuerzo que ofrece la rueda contra el bastidor en que está montada, la que se obtiene por medio de registradores de tensión, que forman parte del equipo. Generalmente se inscribe la información en diagramas continuos.

El uso de equipos de rueda frenada se ha generalizado en los Estados Unidos, donde lo usan por lo menos 30 Estados. Existen además tres centros regionales de calibración que dependen de la Administración Federal de Caminos.

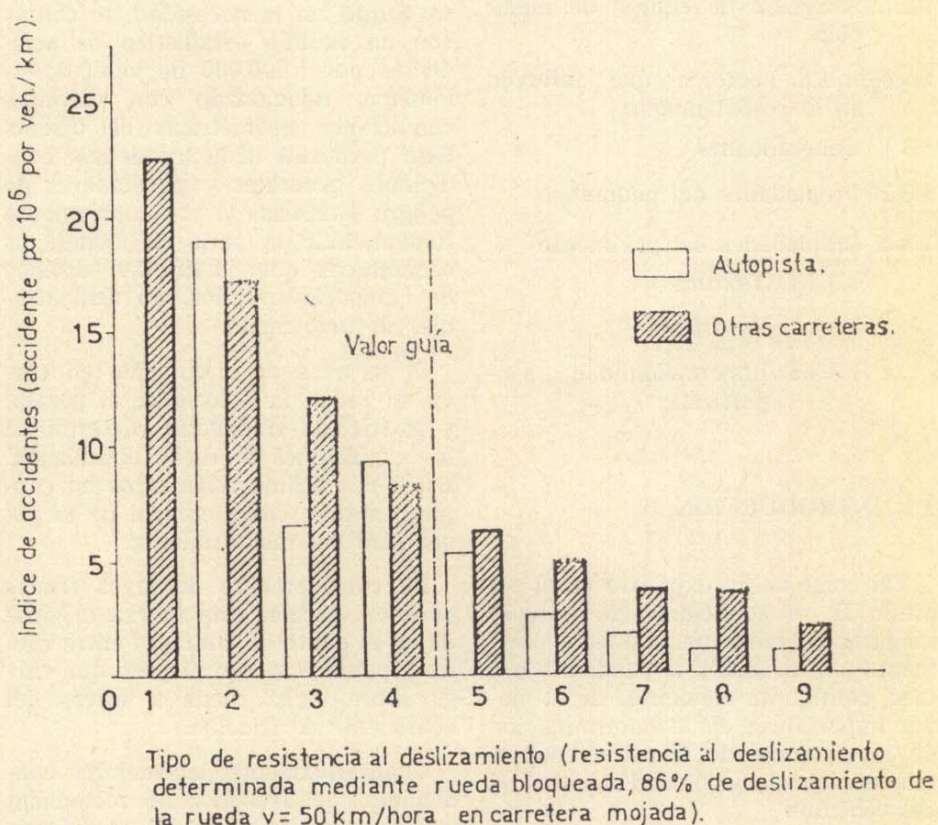
1.2.2. Equipos de ensayos portátiles

El instrumental no se opera me-

INDICE DE ACCIDENTES SEGUN EL TIPO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO

Tipos de resistencia al deslizamiento.	Resistencia al deslizamiento
1	≤ 0.36
2	0.36 - 0.41
3	0.41 - 0.46
4	0.46 - 0.51
5	0.51 - 0.56
6	0.56 - 0.61
7	0.61 - 0.66
8	0.66 - 0.71
9	≥ 0.71

Valor guía actual de la resistencia al deslizamiento en Holanda: 0.51



- FIGURA I - 1 -

diente vehículo móvil y es de fácil transporte. Las mediciones deben realizarse sobre camino, no en laboratorio. Como ejemplo mencionamos al "California Skid Tester": una rueda con neumático a la que se hace girar, asentándola luego sobre el pavimento. Se informa la distancia que recorre hasta detenerse, avanzando contra la resistencia de un resorte. En vez de riego de agua, se usa glicerina como lubricante del pavimento.

El equipo "Drag Tester" es manual, fue desarrollado por Pennsylvania State University, y se le reconoce en el mercado como "Keystone Tester". Se basa en un pie de goma que desliza sobre el pavimento, impulsado por el operario. La resistencia a fricción ofrecida por el pie, se convierte en presión hidráulica, que a su vez se indica en un manómetro. Se moja la superficie del pavimento antes de usarlo.

La ventaja de los equipos portátiles es su bajo precio; permiten además realizar mediciones en zonas donde no caben aparatos de mayor dimensión.

1.2.3. Instrumentos de laboratorio

Existen numerosos equipos para medir fricción en laboratorio. Cada equipo adaptado a un definido propósito.

Sobresale por sus posibilidades de aplicación el "British Portable Tester", creado por British Road Research Laboratory.

Consiste en un péndulo al que se adhiere un pie por intermedio de un resorte. Cuando se deja caer el péndulo, el pie resbala sobre el material a ensayar. La medida de la fricción está dada por lo que se atenúa el movimiento del péndulo. El ensayo está normalizado (A.S.T.M. - E - 303). El resultado se expresa como Número del Péndulo Británico. Este equipo puede utilizarse tanto en laboratorio como en camino.

1.2.4. Distancia por vía indirecta

Se determina, por este procedimiento, la distancia de frenado de un vehículo, deduciendo la resistencia al resbalamiento de la aplicación de expresiones de la Física. Es un método útil, pues permite evaluar separadamente todas las variables que depen-

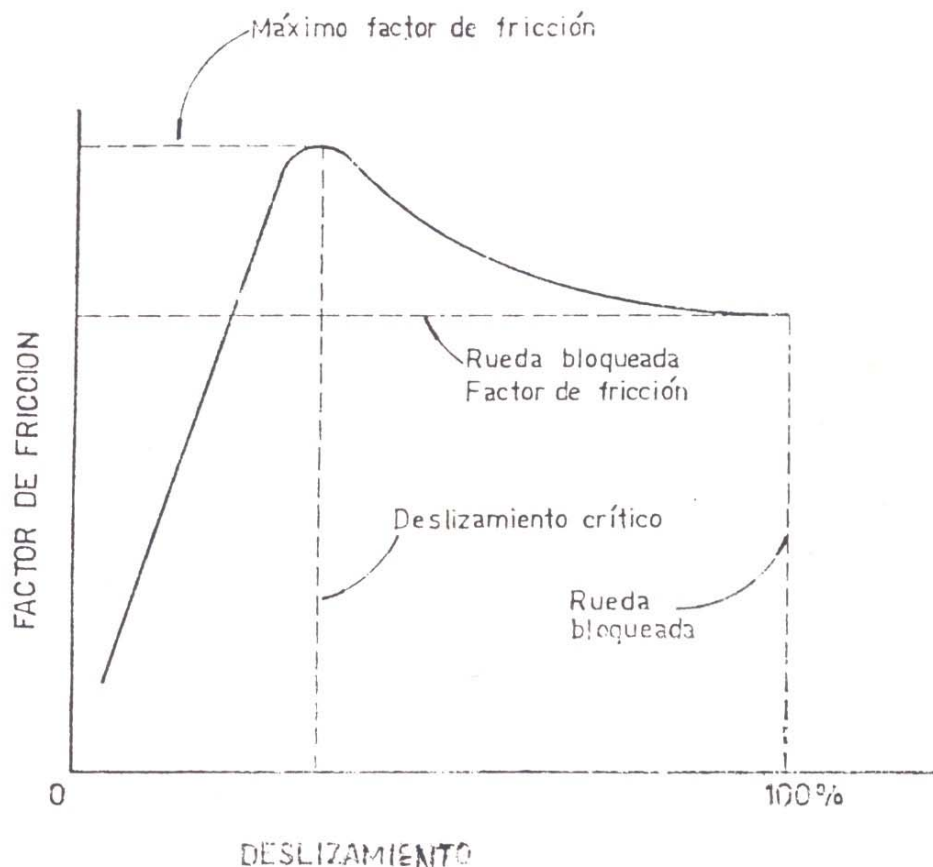


FIGURA 1 - 2

den del vehículo, pavimento y estado de ambos, a la vez que se pueden realizar observaciones a partir de distintas velocidades iniciales. El problema es establecer condiciones idénticas de presión sobre los frenos a lo largo de toda la distancia de frenado. Mediante modificaciones automáticas del sistema de frenado, pueden reproducirse resultados con variaciones entre $\pm 2\%$ y $\pm 15\%$.

Una variante de este método consiste en introducir elementos que permitan medir desaceleración durante el frenado. En este caso el coeficiente de fricción es numéricamente equivalente a la desaceleración dividida por la aceleración de la gravedad. En estas condiciones pueden reproducirse resultados con variaciones de $\pm 2\%$ a $\pm 3\%$.

1.2.5. Equipos de ruedas en ángulo

Si se tuercen las ruedas delanteras de un vehículo en marcha, éstas desarrollan una componente transversal de fuerza contra el pavimento. Existe una analogía entre el frenado gradual sin cambiar de dirección, y el efecto de girar las ruedas sin frenar. La fricción lateral tiene un valor máximo para cada ángulo de giro. Por lo tanto, si se coloca una rueda libre, formando un cierto ángulo con la dirección de marcha, puede medirse la fricción lateral, y el resultado obtenido está relacionado con la fricción longitudinal a deslizamiento constante.

El British Road Research Laboratory ha desarrollado el SCRIM (Side

way Coefficient Routine Investigation Machine) basado en el principio antes mencionado. El ángulo de rueda relativo a la dirección de avance es de 15°.

Una variante simplificada es el MU-METER, instrumental éste apto para realizar mediciones periódicas. Las mediciones se realizan a velocidades de 50 a 60 Km/hora. Consta de un remolque con tres ruedas, dos de las cuales tienen una divergencia de 7° 30' cada una con relación a la dirección de marcha. La tercera rueda sirve para medir la distancia recorrida.

Cuando el equipo avanza, las ruedas tienden a separarse. Estando impedidas de hacerlo, se crea una resistencia a fricción contra el pavimento, que puede ser medida por medio de instrumental adecuado. Siendo normalizados todos los componentes del equipo, la única variable es la condición superficial del pavimento, más específicamente su resistencia al resbalamiento.

CUADRO I-1

	MACRO TEXTURA	MICRO TEXTURA	PROFUNDIDAD MEDIA DE TEXTURA	μ'_{lm} VALOR MEDIO	μ_l VALOR MEDIO	μ_s VALOR MEDIO
	nula	nula	<0,1	37,9	17,8	34,6
	nula	considerable	0,5	87,8	59,4	88,7
	moderada	escasa	2,0	103,8	66,5	91,5
	moderada	considerable	1,2	112,3	69,3	99,1
	considerable	escasa	3,5	96,3	71,0	87,0
	considerable	considerable	3,1	118,7	90,1	102,5

μ'_{lm} = valor máximo del coeficiente de fricción longitudinal con rueda sin bloquear.
 μ_l = coeficiente de fricción longitudinal con rueda bloqueada.
 μ_s = coeficiente de fricción lateral en un ángulo de deslizamiento mayor de 8°

1.2.6. Medición de fricción máxima

Al aplicar los frenos de un vehículo en forma gradual, la rueda experimenta un deslizamiento creciente. Se entiende aquí por deslizamiento al valor dado por la expresión.

$$S = 100 \times \frac{w_0 - w}{w_0}$$

Donde:

S : deslizamiento (%)

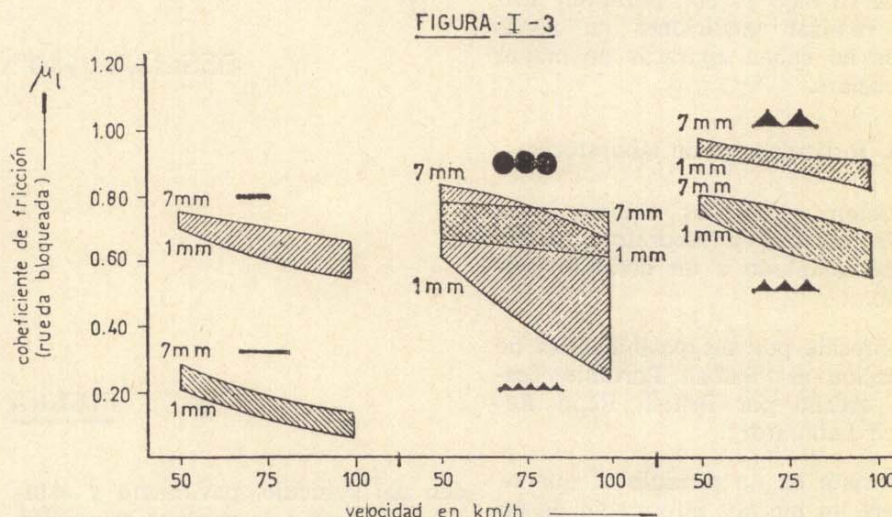
w_0 : velocidad angular de rueda antes del frenado

w: velocidad angular de rueda en el momento de la medición.

De manera que si la velocidad angular $w = w_0$, el deslizamiento es nulo. Si la rueda se bloquea $w = 0$ y el deslizamiento es 100 %.

En la figura I-2 se indica la relación entre deslizamiento de la rueda y factor de fricción.

Se ve que a medida que se incrementa el deslizamiento de la rueda por acción del frenado, aumenta el factor de fricción hasta un máximo de fricción que corresponde al "deslizamiento crítico". A partir de este



valor, la fricción descende, llegando a valores inferiores al máximo para el caso de rueda bloqueada ($S = 0$).

Si nos proponemos hallar la fricción máxima, ésta estará de acuerdo con los sistemas de frenado automático de automotores, que mantienen el giro de las ruedas en las cercanías del deslizamiento crítico.

No pueden omitirse valores máximos de fricción a partir de los obtenidos con rueda bloqueada, pues la relación varía con la textura del pavimento y la velocidad. Tampoco se da la fricción máxima en un valor prefijado de deslizamiento, lo que equivale a decir que el deslizamiento crítico no es siempre el mismo, sino que cambia con la textura superficial

del pavimento, la fuerza de fricción y la temperatura.

Por todo lo visto, un aparato de medición a deslizamiento constante, solo por excepción medirá el factor de fricción. En general, se pueden reducir errores, realizando mediciones dentro de un rango variable de deslizamiento del orden de 15 %, seleccionándolo en función del neumático, pavimento y condiciones de operación.

Un ejemplo del tipo de equipo que permite realizar este tipo de medición es el "Skidometer" desarrollado por el Swedish Road Research Institute, cuya dificultad es su complejidad.

(Continúa en el próximo número)

Metodología para el desarrollo de la segunda etapa del programa de investigación sobre compactación a nivel nacional.

POR EL GRUPO DE TRABAJO, ORIENTADO POR EL ING.
ROBERTO T. SANTANGELO. CONSEJO VIAL FEDERAL

RESUMEN

En el trabajo presentado al IX Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito —Buenos Aires, 1981—, bajo el título, "Programa de Investigación sobre Compactación a Nivel Nacional", se expusieron los fundamentos, alcances y esquema para la implementación del mencionado Programa, auspiciado por el Consejo vial Federal, del que ya ha concluido, lo que fue denominada 1ª Etapa.

En el presente, se da la metodología para el desarrollo de la 2ª Etapa, consistente en la determinación de la eficiencia, de los distintos equipos de compactación en uso en el país, a través de la interpretación racional, de los resultados de tramos experimentales, realizados a tal fin, apoyada en el conocimiento teórico, cuya síntesis se expone.

De esa manera, se llega a la obtención de un coeficiente w_B , que caracteriza a cada equipo, para la compactación de los distintos materiales de uso vial.

A título ilustrativo, se presentan las tres primeras experiencias realizadas y consecuentemente, los tres primeros valores obtenidos, para un equipo neumático, otro liso vibrante y otro tipo pata de cabra, todos auto-propulsados.

Dichos valores deben ser confirmados por una mayor experimentación. Sólo en esas condiciones, serán presentados formalmente por el Grupo de Trabajo.

DESARROLLO DEL TRABAJO

I - INTRODUCCION

El tema compactación de mezclas en general, incluyendo los suelos, es sin duda de significativa importancia, en la construcción de obras viales, por las consecuencias, tanto técnicas como económico-legales, que se derivan de su tratamiento.

En nuestro país, se ha desarrollado en gran medida, el conocimiento académico en la materia, con suficiente aval experimental, a nivel de laboratorio, pero con una muy personalizada y por lo tanto limitada, experimentación en obra.

La necesidad de avanzar en este conocimiento, para facilitar la generalización de su aplicación práctica, ha dado lugar a la integración de un Grupo de Trabajo, auspiciado por el Consejo Vial Federal y 10 Reparticiones Viales Provinciales, con la finalidad de desarrollar el Programa de Investigación sobre Compactación a Nivel Nacional (a).

Finalizada la 1ª Etapa en enero/82, de capacitación y formación del Grupo de Trabajo, se ha dado inicio a la 2ª Etapa, consistente en la realización de tramos experimentales, en obras en ejecución, pertenecientes a las distintas Vialidades Provinciales que participan del Programa.

El motivo principal de esta presentación, es divulgar el procedimiento de cálculo, la definición de los distintos parámetros que intervienen y la interpretación del coeficiente w_B , con el cual se puede caracterizar a

los diferentes equipos de compactación.

De esta manera y, por tratarse de un programa de investigación, apoyado sobre una teoría racional, se dispone de una mejor posibilidad, para que todos aquellos que en forma independiente, experimenten de acuerdo a la metodología que se expresa en el apartado siguiente, puedan sumar su esfuerzo al del Grupo de Trabajo, al confrontar resultados de un mismo equipo de compactación, y proveer así el aval suficiente, que la confirmación de todo valor experimental requiere.

Este accionar, indudablemente enriquecerá en el corto plazo, el conocimiento en el campo práctico, que es precisamente lo que en nuestro medio, en este momento tiene mayor prioridad, ya que las especificaciones técnicas actualmente vigentes, plantean con frecuencia dificultades para su cumplimiento en obra, dando lugar a situaciones conflictivas entre empresas y comitentes, que generalmente terminan en soluciones más o menos arbitrarias, que nada aportan al conocimiento racional del problema.

Por otra parte, las dudas siempre presentes, cuando se debe seleccionar un equipo de compactación, para su adquisición, justifican disponer de una mayor información técnica, esencialmente de aquella que cuantifique la eficiencia del equipo, en lo que a densificación del material a compactar se refiere.

La tecnificación del proceso de compactación, lo que en síntesis es decir, conocer cual es el equipo que

con el menor número de pasadas, permita lograr la mayor densidad en un material determinado, debe ser alentada no solo por el sector técnico, sino también por el sector empresario, ya que como surge con toda claridad, existen motivaciones técnico-económicas, que fundamentan todo esfuerzo de cooperación, entre los distintos sectores vinculados al quehacer vial.

II - METODOLOGIA

La teoría sobre compactabilidad de mezclas en general (b), ha sido desarrollada en nuestro país, sobre la interpretación del ensayo de compactación normalizado, sea para suelos o mezclas asfálticas, indistintamente.

Dicha teoría permite plantear la siguiente expresión, deducida racionalmente a partir del planteo de una ecuación diferencial:

$$1g W = I_c \cdot \delta d + 1g W_M - Icg \quad (1)$$

donde:

W = trabajo mecánico de compactación en Kgcm/cm³

I_c = índice de compactabilidad en dm³/kg.

δd = densidad seca en los suelos o con asfalto en el caso de las mezclas asfálticas en kg/dm³.

W_M = trabajo mecánico de compactación empleado para la determinación del % óptimo de agua o de asfalto en kgcm/cm³.

Icg = índice de compactabilidad generalizado adimensional.

Por otra parte Europa, en particular la escuela francesa, (c), ha probado que una ley similar, también se cumple en la compactación en obra con los distintos equipos compactadores, la que puede ser escrita de la siguiente manera, siguiendo la nomenclatura francesa (d):

$$1g n = \frac{1}{A} \cdot \delta d - \frac{1}{A} B \quad (2)$$

donde:

n = número de pasadas del equipo estudiado

A y B = constantes dependientes de la dupla material equipo en kg/dm³

Obviamente, B es la densidad que se obtiene con la primera pasada del equipo, es decir $n = 1$, lo que hace evidente su dependencia, respecto al material y al equipo experimentado.

La teoría argentina, muestra que las densidades, pueden ser expresadas en términos de trabajo mecánico, con lo que se logra independizar a cada equipo de compactación, de las características de compactabilidad inherentes al material.

De esta manera, aplicando la (1), puede calcularse el trabajo mecánico W_B , correspondiente a la densidad B y consecuentemente, a la 1ª pasada del equipo ($n = 1$), cuya expresión es:

$$1g W_B = I_c \cdot B + 1g W_M - Icg \quad (3)$$

donde B es un dato experimental de obra, mientras que los restantes se obtienen en laboratorio.

Ahora bien, si en (3) se reemplaza B , por su equivalente tomado de (2), simplificando se llega a:

$$1g n = \frac{I_c \cdot \delta d - Icg - 1g \frac{W_B}{W_M}}{I_c \cdot A} \quad (4)$$

La (4) nos dice que si en obra, se quiere obtener cierto δd , se puede calcular el número correspondiente de pasadas n del equipo, siempre que se conozcan sus parámetros de obra W_B y A , y los de laboratorio I_c , Icg y W_M , del material.

Tal como surge de la comparación de (1) y (2), la inversa de A tiene el mismo sentido de I_c .

Según la escuela francesa, $1/A$ depende del material y del equipo, por lo que debe pensarse que en general, $1/A$ sea mayor, igual o menor que I_c , el que depende exclusivamente del material, dado el proceso normalizado de compactación, usado para su determinación.

Interesan particularmente, los casos donde ambos valores coinciden, ya que con ello, la (4) se simplifica sustancialmente, al desaparecer uno de los dos parámetros de obra, que obviamente son los más difíciles de obtener.

No obstante, en los casos de desigualdad planteados, A puede ser determinado con una simple experiencia de obra, midiendo δd correspondiente a un n prefijado, conociéndose los demás parámetros.

Vemos así que, el parámetro de

obra que interesa medir experimentalmente, para su tabulación, es W_B , ya que con él, la (4) es aplicable en forma práctica, en cualquiera de los casos planteados.

Como hipótesis de trabajo, se acepta que a cada equipo corresponderá un W_B . Su valor será constante en términos prácticos, para la gama de materiales donde resulte adecuado, disminuyendo su valor para los demás materiales.

La expresión (4) muestra que W_B no constituye un término aislado, sino que está relacionado con W_M . Este hecho merece especial atención, ya que W_M es distinto según se trabaje con suelos o mezclas asfálticas, correspondiéndole 27,5 Kgcm/cm³ y 60,5 Kgcm/cm³ (75 golpes/cara Marshall), respectivamente.

Dado que un mismo equipo, puede ser utilizado tanto para compactar suelos como mezclas bituminosas, la generalización de la hipótesis, lleva a buscar la posible constancia de la relación W_B/W_M .

Normalmente el proceso de compactación en obra, se realiza con dos equipos distintos, y en algunos casos hasta con tres, que van entrando en forma escalonada.

Las expresiones (2), (3) y (4), son válidas para el caso de un solo equipo compactador, por lo que es necesario desarrollar las expresiones, que sean de aplicación para el caso real más general, de compactar una capa de camino hasta una determinada densidad exigida.

El razonamiento conceptual y el desarrollo matemático, apoyado sobre las expresiones (1) a (4), aplicado al caso de dos equipos diferentes, que actúan en forma escalonada en un mismo proceso de compactación y aceptando que W_B es independiente, del estado de densidad previo a la primera pasada del equipo, conduce a las siguientes funciones:

$$1g W_1 = I_c \cdot A_1 \cdot 1g n_1 + 1g W_{B1} \quad (5)$$

$$1g n_2 = \frac{I_c \cdot \delta d - Icg - 1g \frac{W_{B2} + W_1}{W_M}}{I_c \cdot A_2} \quad (6)$$

donde los sub-índices 1 y 2 corresponden a sendos equipos, marcando el orden en que han actuado.

La (6) permite calcular el número de pasadas n_2 del segundo equipo, para alcanzar la densidad final δd deseada, conociendo los parámetros

del material en laboratorio, los de ambos equipos en obra y adoptando, un número de pasadas $n = n_1$, a dar con el primer equipo.

Los parámetros de laboratorio, son de sencilla y rápida determinación, por lo que disponer de ellos, no implica ningún problema. Con respecto a los parámetros de obra, la mayor complicación operativa, que su determinación requiere, como así también, la complejidad técnica de la interpretación de los resultados experimentales, plantean la necesidad de desarrollar investigaciones, que aporten información en este sentido, simplificando la aplicación práctica del conocimiento.

Precisamente, por este motivo, es que el Programa de Investigación sobre Compactación a Nivel Nacional, siguiendo esta línea de pensamiento, se centrará en esta 2ª Etapa, en la obtención para los diferentes equipos de compactación, de w_B y su relación con w_M , y en la búsqueda de posibles correlaciones entre I_c y $1/A$.

Por la magnitud de la tarea a realizar, fundamentalmente en obra, se comprende la necesidad de mancomunar esfuerzos de reparticiones viales, empresas constructoras, firmas consultoras y este Grupo de Trabajo, para acelerar el proceso de obtención de resultados, y avanzar más rápidamente hacia el objetivo fijado, de redactar una moderna especificación sobre compactación, para todo tipo de suelos y mezclas en general.

III - EXPERIMENTACION

Con el objeto de iniciar, la 2ª Etapa del Programa de Investigación sobre Compactación a Nivel Nacional, se realizaron las experiencias que se describen más adelante, a efectos de determinar el coeficiente w_B , para tres equipos de compactación distintos.

Por la particular manera de operar del Grupo de Trabajo, y, por tratarse de las primeras experiencias realizadas, los resultados que se presentan, solo deben ser considerados con criterio de "orden de los valores", sin pretender darles carácter definitivo, aún cuando ilustran suficientemente para el fin que se persigue, de dar un ejemplo de aplicación práctica, de la metodología expuesta.

El Grupo de Trabajo solo presentará formalmente, aquellos valores de w_B , que hayan sido confirmados

categoricamente por la experiencia.

Los equipos y materiales experimentados fueron los siguientes:

Equipo 1. Compactador de piones Caterpillar 825 B - suelos tipo A_4 (8) y A_4 (0). Obra: R.N. 258 - Tramo Paralelo 42º - Emp. R. s/Nº - Segunda Sección - Provincia del Chubut.

Equipo 2. Rodillo vibrante Dynapac C A 25 A - Mezcla asfáltica tipo concreto asfáltico - Obra: Rutas Nº 242 y 310 - Tramo Cerro de la Cruz - Km. 60 - Provincia de Río Negro.

Equipo 3. Rodillo neumático Tortone RNA 230 - La misma mezcla y obra que para equipo 2.

En todos los casos, la experiencia consiste en controlar, el número de pasadas del equipo en estudio, midiendo las densidades que se obtienen, en correspondencia con no menos de 3 diferentes números de pasadas, en un mismo punto.

Esta operación se repite en tres ó cuatro lugares, de un mismo tramo constructivo, a efectos de poder promediar valores.

Conocidas las 3 densidades, que corresponden a los 3 números diferentes de pasadas del equipo, se pueden calcular los parámetros $1/A$ y B , de la expresión. (2).

Paralelamente se determinan en laboratorio, I_c e I_{cg} para el w_M especificado, teniendo presente, que estos ensayos deben reproducir las condiciones de trabajo en obra.

En estas condiciones, la expresión (3), es de aplicación directa, con lo que se obtiene finalmente w_B .

Es de destacar, que esta descripción sintética, del procedimiento a seguir para determinar w_B , solo puede conducir a resultados confiables, si se tiene en consideración, los conceptos básicos de la teoría de la com-

pactación, expuestos en las citas bibliográficas b) y e).

Las experiencias realizadas, cuyos resultados se muestran en el cuadro que sigue a continuación, han conducido a los primeros valores de w_B que se conocen, conformando un punto de partida alentador de la 2ª Etapa, recientemente iniciada.

El equipo Nº 1 fue usado para compactar una capa de suelo, que apoyaba sobre una base de asiento debilmente compactada ($G_c = 27\%$, ver cita b) -). Es sabido que el sistema de apoyo, influye en la densificación de las capas superiores, por lo que en las experiencias que se realicen en capas de suelo, donde esta situación naturalmente es más variable que cuando se tratan capas asfálticas, deberá siempre registrarse el estado de compactación de la capa de apoyo, a efectos de aislar esta variable, en todo proceso de análisis y/o confrontación de resultados.

Los valores de w_B , obtenidos para el mismo equipo Nº 1, con dos tipos de suelos distintos, muestran un ordenamiento que responde conceptualmente, a la hipótesis planteada sobre la constancia de w_B .

En efecto, w_B resultó menor para el suelo limo - arenoso tipo A_4 (0), para el cual, el equipo utilizado no es muy adecuado. Si la hipótesis es confirmada por la experiencia, cabe esperar que el mismo equipo, utilizado en suelos tipos A_6 ó A_7 , para los que resulta especialmente apto, responda a un w_B mayor que el obtenido para el suelo tipo A_4 (8).

El equipo Nº 2, por tratarse de un equipo vibrante, con regulación de sus parámetros, frecuencia y amplitud, fue experimentado en las cuatro combinaciones de, frecuencias máxima y mínima y amplitudes baja y

Equipo Nº	material	w_B Kgcm/cm ³	I_c	$1/A$	I_{cg}
1	+	0,15	4,8	2,9	8,1
1	++	0,25	3,8	2,7	6,9
2	×	3,50	7,2	9,5	16,3
3	×	0,55	7,2	6,8	16,3

+ — suelo tipo A_4 (0) en 20 cm. de espesor - Sub-tramo 1
++ — suelo tipo A_4 (8) en 20 cm. de espesor - Sub-tramo 2 contiguo al 1

× — concreto asfáltico dosificado con 75 g/c Marshall para carpeta de rodamiento de 5 cm. de espesor.

(Continúa en pág. 31)

INFORMACIONES DE VIALIDAD NACIONAL

ENERO/MARZO 1983

El puente Argentino - Brasileño

Los presidentes de la Argentina y del Brasil, generales Reynaldo Bignone y Joao Baptista Figueiredo, respectivamente, luego de mantener una reunión en Foz de Iguazú, firmaron la orden de iniciación de los trabajos de construcción del puente internacional que unirá Puerto Meira (Brasil) con Puerto Iguazú (Argentina).

La ceremonia se realizó a la altura del kilómetro 9,5 de las barrancas sobre el río Iguazú, a poca distancia de su desembocadura, donde ambos mandatarios descubrieron una placa recordativa aplicada sobre una roca de 18 toneladas de peso.

El texto de dicha placa, señala: "El 13 de enero de 1983, los excelentes presidentes de la República Argentina, general de división Reynaldo Bignone y de la República Federativa del Brasil, Joao Baptista de Olivera Figueiredo, presidieron en este lugar la ceremonia de iniciación de los trabajos de construcción del puente internacional sobre el río Iguazú".

La obra del "Puente de la Amistad" (así ha sido denominado) sobre el río Iguazú se encuentra a cargo de la Comisión Mixta Argentino Brasileña (COMIX) que adjudicó la realización después de un concurso de preselección de consorcios y de precios y condiciones al integrado por las firmas SOBRENCO S.A. de Río de Janeiro y SUPERCEMENTO SAIC de Buenos Aires. El respectivo contrato fue suscripto el 16 de diciembre pasado y representa una inversión de 29.682.902 dólares, tomados como moneda en cuenta, ya que los pagos se realizarán en pesos argentinos y en cruzeiros.

En nuestro número anterior (105) noviembre-diciembre, hemos publicado una amplia nota referida a todos los aspectos de esta importante obra internacional, fundamentalmente a los detalles técnicos.

ZARATE-BRAZO LARGO:

Nuevo dispositivo electrónico de seguridad y control

El administrador general de la Dirección Nacional de Vialidad, ingeniero Julio César Caballero (h) presidió la ceremonia en cuyo transcurso quedó habilitado un nuevo sistema electrónico de seguridad y control operativo instalado a tal efecto en el puente Iguazú, la segunda de las grandes estructuras que integran el llamado Complejo Vial Ferroviario Zárate-Brazo Largo.

La importancia que el complejo reviste, anexada a la distancia que entre sí guardan los puentes (23 kilómetros) dio lugar a la necesidad de dotarlo de un adecuado sistema de seguridad y de control operativo, circunstancia que motivó su concreción a través del Comando Comunicaciones del Comando en Jefe del Ejército, habida cuenta de que el complejo Zárate-Brazo Largo es la obra más importante, en la materia que tiene el país, ya sea por su estructura, como así también por su función económica y geopolítica.

El equipo instalado en el puente Paraná-Guazú se complementa con el que se encuentra en servicio en el puente Paraná-Palmas, dotado de una avanzada tecnología. Cuenta con un moderno circuito cerrado de televisión, mediante el cual se visualiza toda la parte superior de los puentes y sus viaductos de acceso, como así

también los basamentos instalados en la ribera y el lecho de los ríos, extendiéndose por la costa a ambos lados de los puentes.

Lo avanzado de la técnica empleada queda condensada en el hecho de que las cámaras de televisión son de una sensibilidad tal, que perciben los objetos, aún con la tenue luz que irradian las estrellas.

El sistema prevé también el control de la navegación fluvial bajo los puentes, para lo cual el equipo se encuentra dotado también de radar, siendo controlado todo desde modernas consolas a través de las cuales y por medio de equipos de radioenlace se establecen comunicaciones con la Prefectura Naval Argentina con asiento en la ciudad de Zárate, con los buques que se encuentran navegando en la zona y con el Destacamento de la Gendarmería Nacional del área de influencia.

Finalmente, cabe agregar que complementada la Red de Comunicaciones, sobre los viaductos carreteros se encuentran instalados teléfonos públicos que permiten a los automovilistas comunicarse directamente con la consola a fin de solicitar —en casos de emergencia— el auxilio que necesiten.

Fue prorrogada por dos años la ley que creó el Fondo Nacional de Autopistas

Mediante la sanción y promulgación de la Ley 22.705 del 30 de diciembre último, cuyo artículo 1º transcribimos a continuación, el Poder Ejecutivo Nacional prorrogó por el término de dos años (hasta el 1º de enero de 1985) la vigencia del gravamen que integra el Fondo Nacional de Autopistas, que permitirá que la Dirección Nacional de Vialidad continúe desarrollando su pro-

grama de obras y atienda obligaciones contraídas.

"Artículo 1º. — Prorrógase por el término de dos (2) años, a partir del 1º de enero de 1983, la vigencia de la Ley 19.408, aclarada por la Ley 19.458, modificada por las leyes números 22.126 y 22.408 y prorrogada por Ley número 22.522, hasta el 31 de diciembre de 1982".

Se contrataron las obras de construcción de la Autopista La Plata - Buenos Aires

Comprende también la ejecución de la Autopista Ribereña y un nuevo puente sobre el Riachuelo. La totalidad de las obras deben ejecutarse en un plazo de 10 años. Demandarán una inversión de 16 billones de pesos

Fue suscripto el contrato para la construcción de la Autopista La Plata-Buenos Aires que se denominará "Gobernador Dardo Rocha", y que deberá ejecutarse en un plazo de 10 años con una inversión del orden de los 16 billones de pesos.

La totalidad de la obra que incluye la autopista Ribereña y un nuevo puente sobre el Riachuelo se realizará por el sistema de concesión de obra pública y su explotación y mantenimiento tiene un plazo de 18 años y seis meses.

La ceremonia se efectuó el pasado 1º de febrero en el Salón de Acuerdos de la Casa de Gobierno de la provincia de Buenos Aires con la asistencia del gobernador, señor Jorge R. Aguado y del ministro de Obras y Servicios Públicos de la Nación, ingeniero Conrado E. Bauer quienes juntamente con el ministro de Obras Públicas de la provincia, ingeniero Roberto Benaglia, los administradores de Vialidad Nacional y Provincial, ingenieros Julio César Caballero (h) y Gonzalo A. Perera, respectivamente y el presidente de la empresa COVIARES, adjudicataria de la obra, ingeniero Roberto S. J. Servente, suscribieron el documento.

La empresa COVIARES es un consorcio argentino-español integrado por Servente Constructora S.R.L., Benito Roggio e Hijos S.A., Meijide Construcciones S.A., Construcciones Civiles J. M. Aragón S.A., Hemarsa S.A. y el grupo Ibering-Fepasa dependiente del Banco Unión de España.

Las obras

La autopista se extenderá desde la

avenida 122 que divide los partidos provinciales de La Plata y Ensenada, hasta las proximidades de la estación Retiro en la Capital Federal, donde se conectará con la autopista Nueve de Julio. Tendrá dos tramos definidos; La Plata-Riachuelo, en el ámbito de la provincia de Buenos Aires y Riachuelo-Retiro en el capitalino, ambos separados por el nuevo puente que se construirá sobre el Riachuelo.

Entre Retiro y la calle Estevez de la ciudad de Avellaneda se construirá un viaducto elevado y desde ese lugar hacia la localidad de Hudson y la ciudad de La Plata la autopista correrá por terraplén.

La autopista contará con dos calzadas de cuatro carriles cada una en el primer tramo y dos calzadas de tres carriles cada una entre Estévez y La Plata.

En cuanto al nuevo puente sobre el Riachuelo estará ubicado 300 metros aguas abajo del Puente Nicolás Avellaneda, con una longitud de 237 metros en viaductos, construcciones complementarias y un tramo común con el Acceso Sudeste.

El contrato respectivo establece que la empresa COVIARES tendrá a su cargo las obras que incluye, como se dijo, la Autopista Ribereña y un puente sobre el Riachuelo en tres etapas.

La primera y en un plazo de dos años y ocho meses deberá proceder a la habilitación al tránsito de una calzada con cuatro carriles entre Retiro y el Acceso Sudeste sin cobro de peaje.

La segunda etapa será de tres años y ocho meses de duración y com-

prenderá la habilitación del tramo comprendido entre Retiro y la localidad de Hudson y un ramal que partirá desde ésta a la rotonda ubicada en José María Gutiérrez.

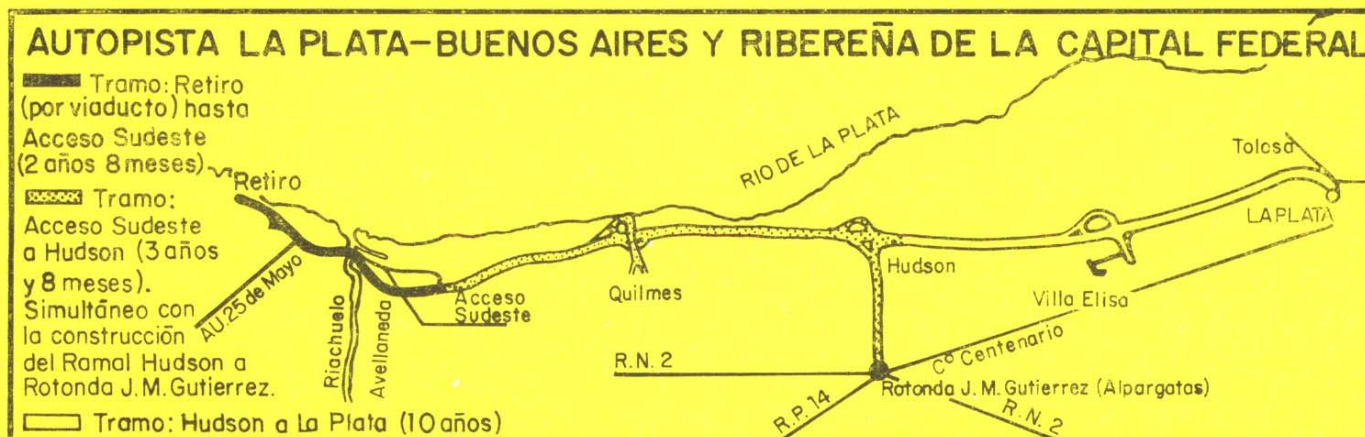
Y la tercera etapa de diez años de plazo, a partir de la concesión, para habilitar el total de la obra desde Retiro hasta La Plata.

En esa oportunidad de la firma del contrato el gobernador Aguado afirmó que el consorcio español-argentino asume el riesgo de la obra sin garantías sobre los volúmenes de tránsito y la empresa se compromete a tomar un crédito en el año en curso en moneda argentina. Dijo también que los avales que otorgan los Estados nacional y provincial cubren el 80 por ciento del contrato.

Por su parte el ministro de Obras y Servicios Públicos, ingeniero Conrado E. Bauer, desestimó las críticas que se hicieron a la construcción de la autopista referentes a aspectos que hacen a una política general que en las presentes circunstancias deberían tender a desarrollar el interior del país.

Señaló, el titular del MOSP que la obra significa una inversión privada que servirá para ayudar a sectores de la población que, aparentemente, tienen dificultades para conseguir trabajo, y posibilidades a desocupados que existen en el área de la construcción.

Por último, el ingeniero Bauer recordó que la construcción de la autopista fue proyectada hace más de 20 años y manifestó su esperanza de que ello sea el paso inicial de tan anhelada reactivación del aparato productivo.



Refuerzo de Losas de Tablero de Hormigón Armado

COORDINADOR: INGENIERO ROBERTO ANGEL MAGLIE
DE LA DIRECCION NACIONAL DE VIALIDAD.

8° TRABAJO

En el presente número publicamos el trabajo que titulamos "Refuerzo de losas de tablero de hormigón armado", de H. Enokizawa y K. Furugane, de la Japan Highway Public Corporation, Japón.

Corresponde al artículo titulado "Improvement of R. C. deck slabs", publicado en el volumen I del "Colloque International sur la Gestion des Ouvrages l'art — Surveillance, Entretien et Reparations des Ponts Routiers et Ferroviaires", celebrado en Bruselas y París, entre el 13 y 17 de abril de 1981.

El presente trabajo se reproduce con la amable autorización de la Association Amicale des Ingenieurs Anciens Eleves de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.

Una de las características comunes a las redes viales de todos los países —y consecuentemente a sus puentes— es tener que soportar el paso de cargas vivas, cuyo peso, tamaño y frecuencia, varían con el tiempo, generalmente, en forma creciente.

Son diversas las magnitudes y circunstancias que cada país debe considerar para fijar la normativa de un sistema idealizado de cargas: representarán muchedumbres; vehículos de carga (ejes y ruedas aisladas); maquinaria vial tipificada; considerará distinta capacidad portante para cada ruta en función del servicio que se estima debe prestar; preveerá el paso de material militar, o vehículos de circunstancia adaptados para transporte de cargas excepcionales; incluso puede considerarse el paso de equipos pesados relacionados con la construcción de la propia carretera enlazada a la obra de arte, etc.

Cada país, asimismo, desarrolla distinta eficacia en el control del paso de cargas: actualización realista de sus leyes de tránsito; disponibilidad de mayor o menor control policial; agilidad en el

uso de balanzas de control y densidad de las mismas en la red, etc.

Pero, cualquiera sea el grado de previsión y de refinamiento en la estimación de las características de las cargas —y de su control—, la evolución de la economía como fenómeno general, o la evolución de la economía de los países en donde se diseñan los vehículos pesados, y el paso de los años, suelen hacer insuficientes las exigencias insertas en las normas de proyecto, incluso cuando se incorporan reservas de sobrecarga, presuponiendo aumentos —tendencias— en alguna de las formas de manifestación de las cargas.

No es extraño, entonces, que las obras de arte, finalmente, con la mayoración de las sobrecargas, manifiesten deficiencias que pueden exigir reparaciones, rehabilitaciones o refuerzos.

Tal es el caso de lo acontecido en la autopista TOMEI (Japón) construida en 1969, que incluyó 111 puentes de tablero metálico con losas de hormigón armado, los que a través de 10 años y a causa del progresivo aumento de tamaño, peso y volumen de tránsito, exigie-

ron el refuerzo de 102 puentes; es decir, de prácticamente la totalidad de las obras construidas.

El presente trabajo ilustra, como luego de las inspecciones de mantenimiento, a través de las que se descubre la aparición de fisuras en las losas, se procedió entre 1971 y 1975, a la implementación de dos tipos de mejoras: adición de vigas longitudinales y adhesión de placas de acero, según correspondiera, con exigencia de mantener la condición de tránsito ininterrumpido.

El deterioro de las losas se estudió en términos de densidad de grieta, relacionándose con el volumen de tránsito total y ubicación del carril.

A pesar de que esta publicación se refiere a un diseño específico, el enfoque de cálculo descripto, tiene validez metodológica para otros casos, a condición de que, como advierten los autores, se respete el fundamento conceptual esencial de estas mejoras, esto es, consolidación total entre vigas adicionales y/o placas con la losa de tablero, para el aprovechamiento completo de la rigidez combinada.

Ciclo de Mantenimiento y Rehabilitación de Puentes

Por: ENOKIZAWA H. y FURUGANE K.
Japan Highway Public Corporation, Japón

RESUMEN

La Japan Highway Public Corporation ha efectuado dos tipos de reparaciones para el refuerzo de las losas de tablero deterioradas en puentes de autopistas principales del Japón.

La inspección de los puentes ha demostrado que la aparición de grietas en las losas es importante en los puentes con 3 ó 4 vigas principales. Deterioros de este tipo son considerados como el resultado del tránsito pesado y/o sobrecargado en dichos puentes. El espesor de las losas de tablero de hormigón armado es de 17 a 19 cm y la distancia entre las vigas maestras es de 3,4 ó 4 m.

Una de las mejoras consiste en instalar vigas longitudinales adicionales bajo la losa en cuestión, cuidando al mismo tiempo de evitar un momento de tracción excesivo. La otra solución es adherir una placa de acero sobre la losa si el procedimiento anterior no es suficiente.

De los 111 puentes de este tipo, 102 fueron reforzados hasta marzo de 1981.

INTRODUCCION

La autopista de Tomei que fue construida en 1969 es una de las carreteras troncales más importantes que une el corredor costero del Pacífico entre Tokio, la capital del país y Nagoya, una gran ciudad de la región central. El notable desarrollo de la economía japonesa en esta década ha sido acompañada por un cambio significativo en las condiciones de tránsito en las autopistas, de tal manera que los vehículos pesados aumentaron en tamaño y peso y el vo-

Tabla 1. Criterios sobre el grado de deterioro de una losa de tablero

Grado de Avería	Densidad de Grietas	Observación sobre las Grietas
0	0-1 m/m ²	Grietas unidireccionales ocasionales.
I	1-3	Grietas unidireccionales frecuentes.
II	3-5	Grietas bidireccionales. Cal libre y filtración de agua ocasionales.
III	5-7	Grietas profundas y poligonales. Cal libre y filtración de agua visibles.
IV	7 o más	Numerosas grietas de todas clases. Desprendimiento de escombros de hormigón.

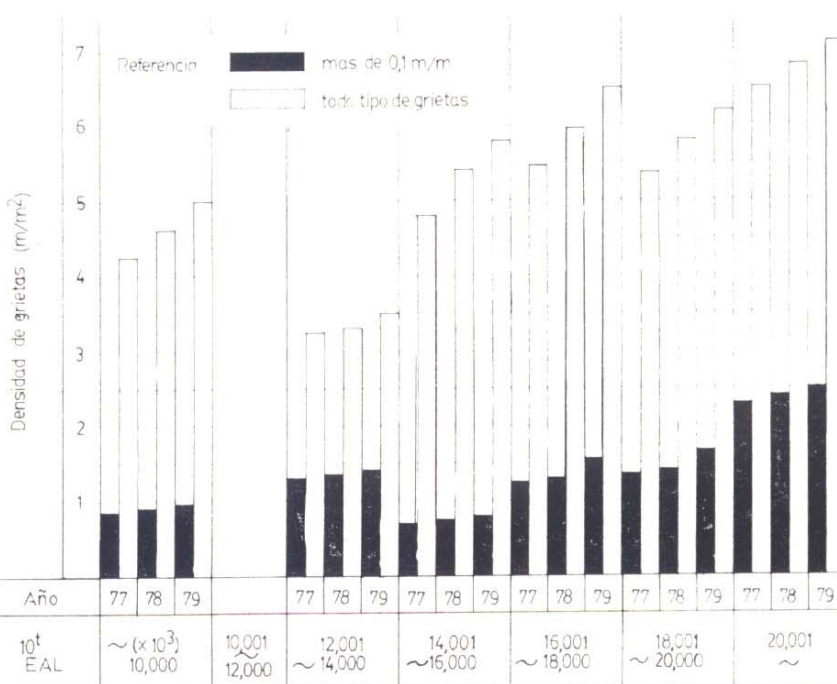


Fig. 1 Densidad de grietas vs. EAL total por año

lumen de tránsito de la autopista Tomei alcanzó más de dos veces el volumen calculado para 10 años en 1979. Para hacer frente al cambio en dichas condiciones de tránsito, la norma de diseño de puentes fue mejorada para utilizar TT-43 además de TL-20 como carga calculada en 1973. Esta nueva norma ha sido aplicada a las autopistas construidas de ahí en adelante.

Esto suscitó el problema de mantenimiento de puentes en la autopista Tomei debido a su carga calculada de TL-20. En algunos puentes se observó que las losas de tablero RC que soportaban directamente la carga por rueda fueron dañadas hasta el punto de que se produjeron grietas en el hormigón que originó el desprendimiento del mismo en sus extremos.

La Japan Highway Public Corporation (JHPC) ha estado llevando a cabo inspecciones de los puentes para verificar el grado de deterioro de las losas de tablero y ha estudiado las mejoras para reforzar las losas deterioradas.

Este trabajo presenta la inspección y las mejoras de los puentes realizadas en la autopista Tomei y tratará hasta cierto punto sobre el comportamiento de los puentes mejorados.

1. INSPECCION DE PUENTES

El grado de deterioro de las losas de tablero RC variará según las condiciones del puente tales como antecedentes de carga del tránsito, ubicación del carril del tablero, tipo de puente, etc. Esta inspección se realizó en 111 puentes RC de la autopista Tomei para verificar el grado de deterioro de las losas de tablero (fisuras) para encontrar los factores a los que se podía atribuir el deterioro, y evaluar el efecto de las mejoras en caso de refuerzo, en términos de disminución en la velocidad de desarrollo del deterioro. Se efectuaron dos tipos de estudio de campo:

Inspección general destinada a verificar visualmente el grado de deterioro de las losas de tablero, panel por panel (un panel se define como una losa de tablero rectangular dividida por dos pares de vigas adyacentes y arriostramientos transversales). Luego, los paneles inspeccionados se evaluaron basándose en los criterios indicados en la Tabla 1.

Inspección detallada destinada a cuantificar el grado de deterioro de la losa de tablero. Esta inspección se realizó utilizando una lupa y una regla para medir la longitud y el ancho de las grietas en los paneles de losa de tablero: los paneles verificados de esta forma fueron muestreados al azar, aproximadamente cuatro paneles por puente. Luego el grado de deterioro de la losa de tablero se presentó en términos de densidad de grieta (m/m^2).

Estos dos tipos de estudio de campo fueron analizados tomando en consideración el relevamiento de tránsito para encontrar los factores correlacionados con el deterioro de las losas de tablero. De los factores analizados se encontró la correlación más estrecha entre:

- Densidad de agrietamiento y volumen de tránsito total. La densidad de agrietamiento aumentó con el aumento del volumen de tránsito en términos de 10 ton EAL (ver Fig. 1) y
- Densidad de agrietamiento y ubicación del carril. La densidad de agrietamiento del carril de paso preferente fue dos veces mayor o más que la del carril de circulación (externo) (ver Fig. 2).

Los datos de tránsito de 1979 muestran que el volumen total del mismo desde 1969 alcanzó más de dos veces el volumen de tránsito planeado para 10 años (ver Fig. 3).

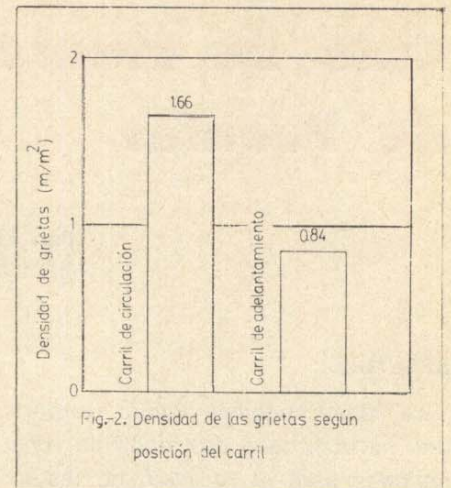


Fig-2. Densidad de las grietas según posición del carril

Además, la proporción de vehículos pesados en el tránsito circulante era de 27 % y 9,6 % de los mismos, con un peso superior a la carga calculada que era de 8 ton. por rueda.

El estudio también se concentró en el análisis del efecto de la mejora de los puentes que se llevó a cabo para reforzar los que estaban deteriorados.

La Fig. 4 y la Tabla 2 muestran cómo la distribución acumulativa de la densidad de agrietamiento en las lo-

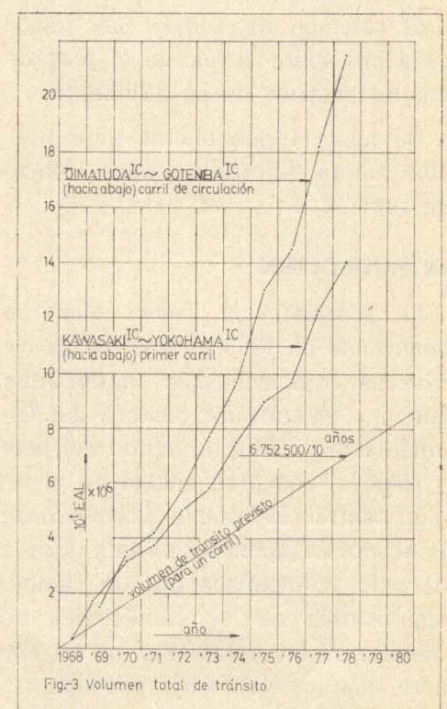


Fig-3 Volumen total de tránsito

Tabla 2. Relación entre la densidad de grietas y la instalación de una viga longitudinal adicional

caso		número de datos	$\bar{x}$		$\Delta \bar{x}$	a
			① 1977	② 1979	②-①	$\frac{\Delta \bar{x}}{\textcircled{1}} \times 100$
a	Puentes no mejorados	62	m/m ² 0.506	m/m ² 0.645	m/m ² 0.139	% 27.5
	Puentes mejorados con viga longitudinal adicional	275	1.374	1531		11.4
b	Puentes no mejorados	62	3.671	4.597	0.926	25.2
	Puentes mejorados con viga longitudinal adicional	275	5.425	6.225	0.800	14.7

Referencia a : grietas con un ancho de 0,1mm o más

b : todo tipo de grietas

sas de tablero se desplazaba hacia el noreste, año tras año. Hay que observar que los puentes mejorados con vigas longitudinales adicionales tenían un índice de aumento del agrietamiento de las losas de tablero menor que las de aquellos que no tenían vigas adicionales. Esto puede considerarse, ciertamente como un efecto positivo del refuerzo efectuado.

2. METODOS DE MEJORA DE PUENTES

La autopista transporta un tránsito diario promedio anual de 110.000 y 40.000 en secciones de 6 carriles y 4 carriles, respectivamente. Este flujo de tránsito ha desempeñado un papel indispensable en las actividades socioeconómicas del país centradas en el corredor costero del Pacífico. Por esta razón, hubiera sido muy difícil emprender el proyecto de mejora de puentes que exigiera una re-

glamentación de tránsito de clausura de carril (es) prolongada para asegurar un lugar de trabajo libre durante el período del proyecto. De ahí que la JHPC utilizó los dos métodos de mejora de puentes; la instalación de vigas longitudinales adicionales y el agregado de placas metálicas. Lo que sigue es un resumen de estos dos métodos.

2.1 Instalación de vigas longitudinales adicionales

Con este método se reduce el momento de flexión de la losa de tablero en cuestión al instalar una viga debajo de la losa de tablero y paralela a las dos vigas laterales, tal como se muestra en la fig. 5. En este caso puede producirse un momen-

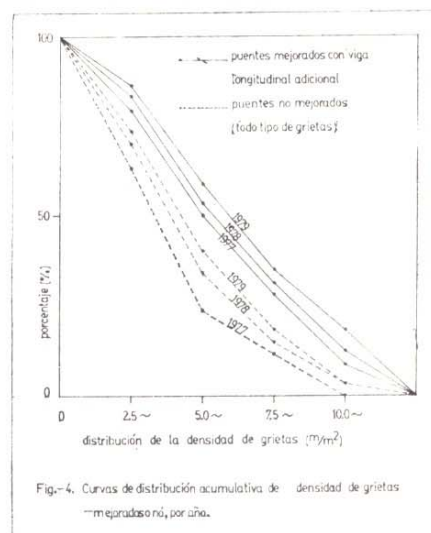


Fig.-4. Curvas de distribución acumulativa de densidad de grietas mejorados y no, por año.

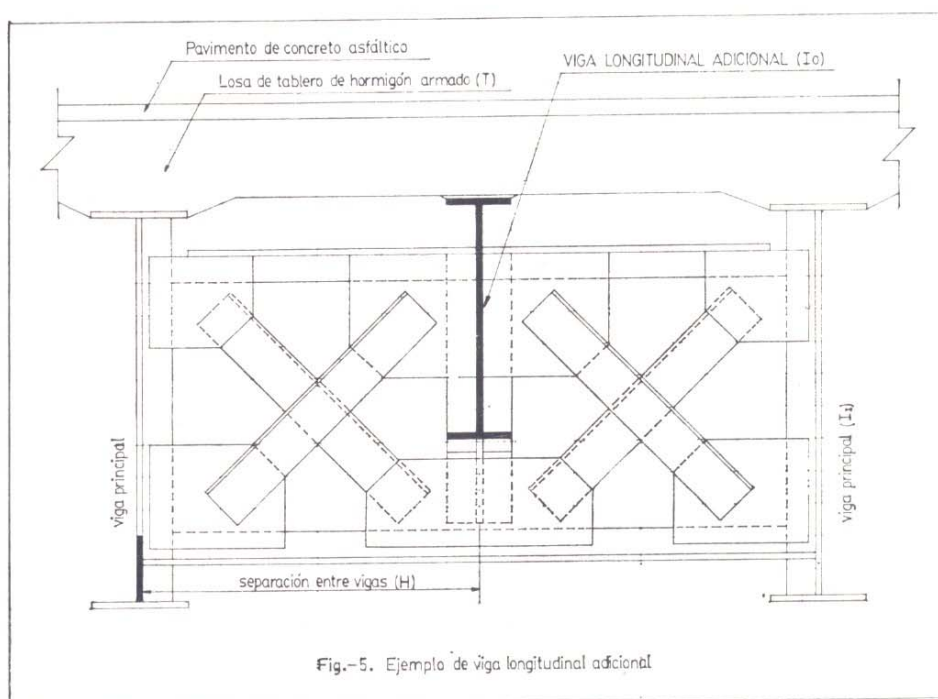


Fig.-5. Ejemplo de viga longitudinal adicional

Tabla 3. Momento de flexión de carga T de una losa unidireccional (incluyendo impacto)

Tipo de losa de tablero	Ubicación	Longitud de tramo aplicable (m)	Dirección transversal	
			dirección de la barra principal	dirección de la barra de distribución
Simple	—	$0 < l \leq 4$	$+ (0.12 \cdot l + 0.07) p$	$+ (0.10 \cdot l + 0.04) p$
Continua	tramo interior	$0 < l \leq 4$	+ 80% de tablero simple	+ 90% de tablero simple
	tramo externo		+ 90% de tablero simple	+ 90% de tablero simple
	punto de apoyo interno		+ 65% de tablero simple	

Referencia: unidad de momento flexor; kg·m

peso de la rueda posterior; $p = 8000 \text{ kg} \times 12 = 9.6 \text{ ton}$

l : luz de la losa de tablero

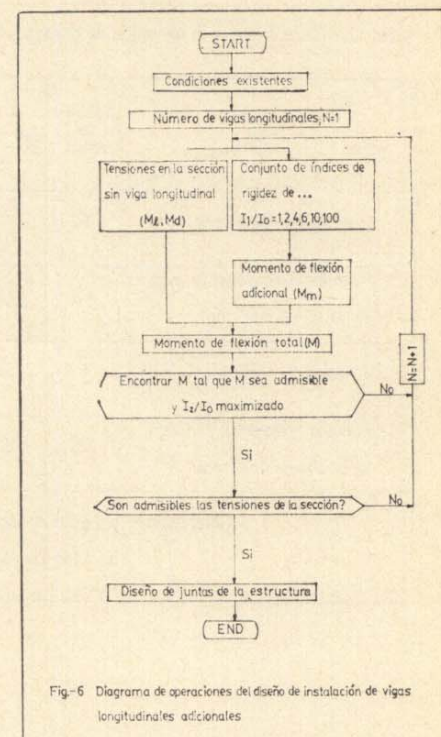


Fig-6 Diagrama de operaciones del diseño de instalación de vigas longitudinales adicionales

to de tracción excesivo en la losa de tablero como resultado de la instalación de nuevas vigas. Se evita que dicho momento supere el límite admisible por medio de la rigidez de las vigas. El proceso de diseño de este método se muestra en el esquema de la Fig. 6.

2.1.1. Carga de cálculo

Cuando se realizó la construcción se aplicó TL-20 como carga viva. En el caso de la mejora, también se toma en consideración TT-43 de modo que TT-43 o TL-20 cualquiera de las cargas que tenga mayor influencia sobre las fuerzas de la sección se aplica al diseño. Debe observarse que a cada una de las cargas se le agrega un 20 % como extra en este proceso.

En cuanto al diseño de las piezas del tablero que reciben el impacto directo de la carga viva, se determinó el coeficiente de impacto como 0.4 constante, no importa cuál sea la separación de las vigas de apoyo, basándose en experiencias anteriores.

En lo que se refiere al diseño de losas de tablero, el impacto no debe

tenerse en cuenta dado que la carga de impacto ya está incluida en la fórmula que se muestra en la Tabla 3.

2.1.2. Tensión admisible de la resina

Suponiendo que el momento de flexión máxima de una placa metálica ($\sigma_s \max$) que aparecería en el punto de carga bajo la carga de deformación estática estuviera en estado de equilibrio con la tensión de adherencia (τ_{ou}) que está uniformemente distribuida entre el borde de la placa metálica y el punto de carga, τ_{ou} se calcula de la siguiente manera:

$$\tau_{ou} = 0.6 \cdot t \cdot \sigma_s \max / L \quad (1)$$

donde:

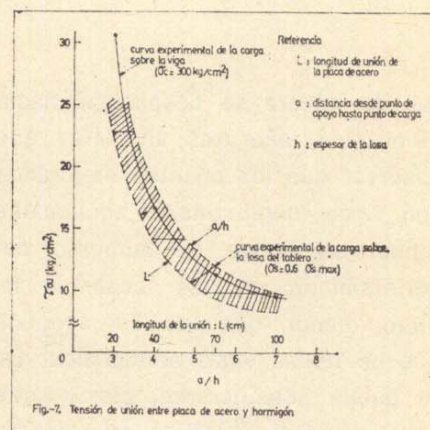


Fig-7. Tensión de unión entre placa de acero y hormigón

Tabla-4. Un coeficiente extra K por TT-43

Tramo de losa de tablero 1(m)	bajo	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9
K	1.00	1.01	1.02	1.03	1.04	1.05	1.06	1.07	1.075	
3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0
1.08	1.09	1.10	1.10	1.12	1.12	1.13	1.13	1.14	1.15	1.15

L = distancia del borde de la placa metálica al punto de carga.

t = espesor de la placa metálica

La ecuación (1) está experimentalmente confirmada tal como se indica en la Fig. 7.

La tensión admisible de adherencia al hormigón de la resina (τ_{oa}), por lo tanto, se define como el factor de seguridad de 3.0 como en la ecuación (2):

$$\tau_{oa} = \tau_{ou}/3 \quad (2)$$

Además la tensión admisible de adherencia a una pieza de acero de la resina se establece como igual a 30 kg/cm², teniendo en cuenta la tensión tangencial de 100 kg/cm², el factor de seguridad 3 así como también el efecto de fatiga.

2.1.3. Fuerzas de la sección

(i) Losa de tablero

El momento de flexión (M) de una losa de tablero es igual a la suma de (a) momento de flexión por carga viva de TL-20 ó TT-43 (M_l), (b) momento de flexión por carga muerta (M_d) y (c) momento de flexión adicional debido a la deflexión diferencial entre vigas existentes y vigas de refuerzo (M_m). Así:

$$M = M_l + M_d + M_m \quad (t \cdot m/m) \quad (3)$$

(A) El momento de flexión por TL-20 se muestra en la Tabla 3. Esta tabla está preparada según las Specification for Highway Bridges de Japón. Se hace notar que los registros de la tabla corresponden a las losas de tablero cuando soportan tanto carga viva como muerta.

(B) El momento de flexión por TT-43 se calcula multiplicando el registro correspondiente en la Tabla 3 por el coeficiente extra de K en la Tabla 4.

(C) El momento de flexión por carga muerta se muestra en la Tabla 5.

(D) El último momento de flexión a ser considerado en la ecuación (3) es el inducido por la deflexión diferencial entre las vigas

Tabla 5. Momento de flexión de una losa unidireccional por carga muerta

Tipo de losa de tablero	Ubicación	Momento de flexión	
		Dirección de la barra principal	Dirección de la barra de distribución
Simple	a medio tramo	$+ wL^2/8$	desdeñable
Continua	a medio tramo en tramo interno en tramo externo	$+ wL^2/14$ $+ wL^2/10$	
	en punto de apoyo cuando hay 2 tramos cuando hay 3 o más tramos	$- wL^2/8$ $- wL^2/10$	

Referencia w : Carga muerta uniforme (kg/m)

L : Longitud de tramo de la losa de tablero (m)

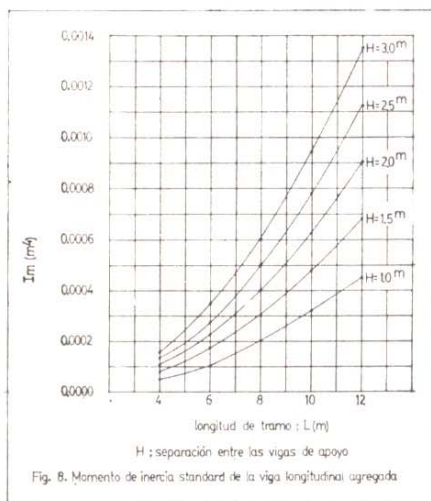


Fig. 8. Momento de inercia standard de la viga longitudinal agregada.

tar sobre moderados rangos de rigidez.

Con referencia a estas informaciones, especialmente la 1338, la JHPC ha preparado un breve manual para calcular la rigidez. El manual contiene las tablas del momento de flexión (M_m) que está tabulado para una cantidad de combinaciones de los parámetros de puentes. La Tabla 6 muestra el rango de parámetros de puentes.

existentes y las nuevas vigas de refuerzo a ser instaladas, debido a la diferencia en el grado de flexión. Las informaciones 771 y 875 han sido analizadas con el objeto de extraer fórmulas experimentales que en este caso tratan exclusivamente con la rigidez relativamente alta de las vigas. Además, la información 1338 fue editada para tra-

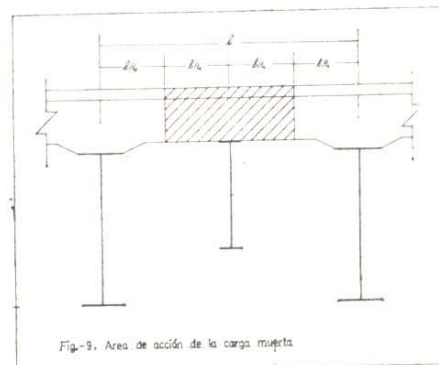


Fig. 9. Área de acción de la carga muerta

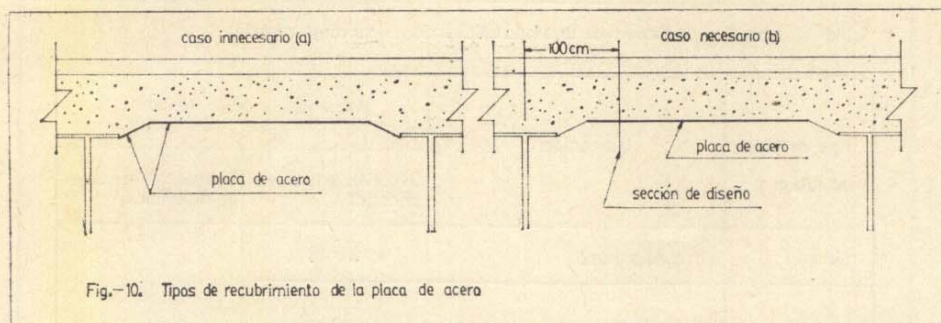


Fig.-10. Tipos de recubrimiento de la placa de acero

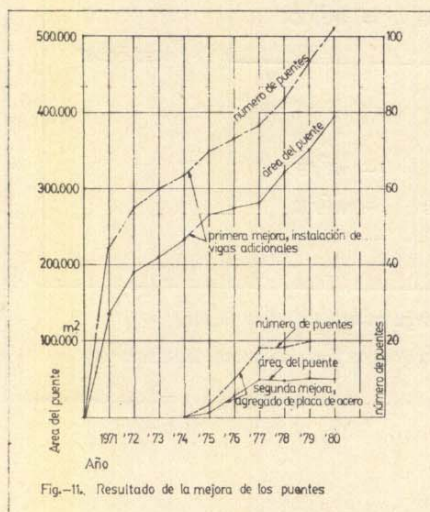


Fig.-11. Resultado de la mejora de los puentes

El procedimiento para calcular el momento de flexión (M_m) es el siguiente:

La Fig. 8 da un valor hipotético al momento de inercia de la viga adicional (I_m) correspondiente a los valores existentes de los parámetros (H y L). Luego, variando el índice de rigidez entre la viga existente y la de refuerzo (I_1/I_0) alrededor del valor de I_1/I_m , el grado de flexión óptimo de una viga adicional (I_0) es tal, que produce cualquiera de las fuerzas de la sección de la losa de tablero menores que la tensión admisible y también maximiza el índice de rigidez de I_1/I_0 . Esto da simultáneamente el momento de flexión (M_m). La Tabla 7 se presenta como ejemplo para mostrar uno de los resultados de los cálculos del momento de flexión (M_m) de la losa de tablero.

(ii) Viga adicional (de refuerzo)

El momento de flexión y la tensión tangencial de una viga de refuerzo se calculan bajo carga viva y muerta simultáneamente, siempre que se trate de una viga simple con puntos de apoyo de arriostramientos laterales y transversales.

En este cálculo se observa que (a) la carga muerta sobre el elemento del tablero está impuesta sobre el área que está a media distancia entre las dos vigas adyacentes y la viga de refuerzo como se ve en la Fig. 9 y (b) la carga viva a ser aplicada en el cálculo del momento de flexión de una viga de refuerzo se modifica como cuando los puentes tienen dos o más carriles:

$$\frac{H}{2,75/2} \times P$$

donde:

H = separación entre viga de refuerzo y viga existente ($H \leq 2,75$ m) y
 P = carga de una rueda de un vehículo.

Esto es para ajustar la condición de carga porque la viga de refuerzo recibe indirectamente la carga de la rueda a través de la losa de tablero RC.

2.2. Agregado de placa metálica

Con este método se aumenta la rigidez de la losa de tablero en cues-

tion agregando una placa metálica a la cara inferior de la losa. En otras palabras, una losa de tablero que ya está seriamente dañada como para ser reforzada con nuevas vigas puede ser mejorada recubriendo su cara inferior con una placa metálica.

(A) La carga calculada y la tensión admisible se calculan de la misma manera que en el método de vigas de refuerzo.

(B) Fuerzas de sección

El momento de flexión en el tramo interior es el mismo que en la Tabla 3.

En la Fig. 10 se muestran dos tipos de recubrimiento con placa metálica en losas de tablero. En general se coloca una placa metálica de refuerzo para cubrir el área hasta los bordes superiores de las vigas (tipo [a] de la figura). En el tipo (b), se verifica primero si hay concentración excesiva de fuerzas de sección. Esto tiene por objeto impedir concentración de tensiones en las barras de tracción de la losa de tablero debido a la falta de inercia de la sección cuando la placa metálica no se extiende hasta el borde de la cartela.

3. CONSTRUCCION

La mejora de las losas de tablero RC de la autopista Tomei con vigas de refuerzo y/o placas metálicas fue llevada a cabo desde 1971 y 1975 respectivamente cuando el volumen de tránsito aumentó sustancialmente. Como se muestra en la Fig. 11 dichos trabajos de mejora de puentes se han ido llevando en forma extensiva de año en año.

Tabla-6. Rango de los parámetros del puente

Parámetros		Rango
Cantidad de vigas	N	3, 4, 5
Separación vigas existentes/viga longitudinal agregada	H (m)	1, 1,5, 2,0
Separación, arriostramientos transversales	L (m)	4, 6, 8, 10
Espesor losa de tablero	T (cm)	Ts, Ts + 5 cm
Índice de rigidez	I_1 / I_0	1, 2, 4, 6, 10, 100
	I_1 / I_m	1, 2, 4, 6, 10, 50

Nota Ts; espesor standard de la losa

I_0 ; momento de inercia de la viga longitudinal agregada

I_1 ; momento de inercia de la viga

Figura 1. Esquema de cálculo del momento de flexión adicional (ejemplo)

	I_a/I_0	1.0	2.0	4.0	6.0	10.0	100.0
W_B/W_0		0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
L (m)	$X = L/2$	$X = L/2$	$X = L/2$	$X = L/2$	$X = L/2$	$X = L/2$	$X = L/2$
$W_B = 4.0 \times 10^3$	4.0	1.4500	1.8516	2.5401	3.1117	3.2526	3.4905
$W_B = 2.0 \times 10^3$	6.0	2.2500	2.9223	3.9729	4.8230	4.9365	5.1500
$W_B = 1.0 \times 10^3$	8.0	3.2500	4.1600	5.6577	6.8118	6.8660	7.1000
$W_B = 0.5 \times 10^3$	10.0	4.5000	5.7500	7.7500	9.4054	9.4500	9.7500
$W_B = 0.2 \times 10^3$	12.0	6.0000	7.5000	10.5000	12.6000	12.6000	13.0000
$W_B = 0.1 \times 10^3$	14.0	7.5000	9.3750	13.1250	15.7500	15.7500	16.2500
$W_B = 0.05 \times 10^3$	16.0	9.0000	11.2500	15.7500	18.7500	18.7500	19.3750
$W_B = 0.02 \times 10^3$	18.0	10.5000	13.1250	18.3750	21.8750	21.8750	22.6250
$W_B = 0.01 \times 10^3$	20.0	12.0000	15.0000	21.0000	25.0000	25.0000	25.8000
$W_B = 0.005 \times 10^3$	22.0	13.5000	16.8750	23.6250	28.1250	28.1250	29.0000
$W_B = 0.002 \times 10^3$	24.0	15.0000	18.7500	26.2500	31.2500	31.2500	32.2500
$W_B = 0.001 \times 10^3$	26.0	16.5000	20.6250	28.8750	34.3750	34.3750	35.5000
$W_B = 0.0005 \times 10^3$	28.0	18.0000	22.5000	31.5000	37.5000	37.5000	38.7500
$W_B = 0.0002 \times 10^3$	30.0	19.5000	24.3750	34.1250	40.6250	40.6250	42.0000
$W_B = 0.0001 \times 10^3$	32.0	21.0000	26.2500	36.7500	43.7500	43.7500	45.0000
$W_B = 0.00005 \times 10^3$	34.0	22.5000	28.1250	39.3750	46.8750	46.8750	48.0000
$W_B = 0.00002 \times 10^3$	36.0	24.0000	30.0000	42.0000	50.0000	50.0000	51.0000
$W_B = 0.00001 \times 10^3$	38.0	25.5000	31.8750	44.6250	53.1250	53.1250	54.0000
$W_B = 0.000005 \times 10^3$	40.0	27.0000	33.7500	47.2500	56.2500	56.2500	57.0000
$W_B = 0.000002 \times 10^3$	42.0	28.5000	35.6250	49.8750	59.3750	59.3750	60.0000
$W_B = 0.000001 \times 10^3$	44.0	30.0000	37.5000	52.5000	62.5000	62.5000	63.0000

4. OBSERVACIONES FINALES

Los dos métodos de mejora de puentes llevados a cabo por la JHPC fueron tratados con cierto detalle en secciones anteriores. Las inspecciones de puentes antes y después de las mejoras así como con o sin las mismas muestran que estas mejoras han contribuido efectivamente a disminuir el índice de aumento de la fisuración en las losas de tablero sin interferir de ninguna manera en el flujo del tránsito circulante.

Debe observarse que el mecanismo más importante que fundamenta el comportamiento de estas mejoras es que las vigas adicionales y las placas metálicas estén absolutamente

consolidadas con la losa de tablero para que su rigidez combinada actúe en forma total.



REFERENCIAS

- (1) Information 771, Public works Research Institute, Ministry of Construction, Japan, 1972.
- (2) Information 875, ibid. 1973.
- (3) Information 1338, ibid. 1978.
- (4) Specification for Highway Bridges of Japan 1971, revised in 1980, Japan Road Association.
- (5) Maintenance and Repair Manual for Bridge Deck Slab JHPC, 1978.

METODOLOGIA...

(Viene de pág. 21)

alta. El valor de W_B registrado en el cuadro, corresponde a frecuencia máxima y amplitud baja. Las otras combinaciones no arrojaron resultados confiables, o en todo caso, las conclusiones que de ellos se derivan, deben ser ratificados por una mayor experimentación.

Posiblemente, la mayor afinidad entre equipo y tipo de mezcla, se haya dado en nuestro caso, para la combinación de parámetros, que permitió obtener el valor de W_B presentado.

El equipo N° 3, neumático autopropulsado, con presión de neumáticos regulable, fue estudiado en las siguientes tres combinaciones de presión de neumáticos y carga total: 1) 9 tn. y 80 lbs/pulg²; 2) 14 tn. y 40 lbs/pulg² y 3) 14 tn. y 80 lbs/pulg².

Esta experiencia mostró, un mismo valor de W_B en los tres casos, y ese es el que se da en el cuadro.

Todas estas pruebas fueron realizadas con un solo equipo por vez. No obstante una única prueba con dos equipos, (5 pasadas de neumático más 1 pasada de rodillo vibrante), verificó el cumplimiento de la hipótesis simplificativa planteada, que W_B es independiente del estado de densidad, previo a la primera pasada del equipo.

IV - BIBLIOGRAFIA

- Santángelo R. T. Programa de Investigación sobre Compactación a Nivel Nacional - IX Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito - 1981.
- Santángelo R. T. y colaboradores - Síntesis de una experiencia sobre compactación de mezclas en general - VIII Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito - 1977.
- Khay M. - Compactabilité des matériaux - Méthodologie d'étude de classification a partir des essais en vraie grandeur - Colloque international sur le compactage 1980.
- Ruiz C. L. - Ronchi Y. R. - Sobre el mecanismo del proceso de compactación de los suelos - VI Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito - 1968.

AGRADECIMIENTO

El Grupo de Trabajo hace público su agradecimiento a las empresas constructoras Marocco y Cia. S.A. y Welbers Insua S.A., las que en sus respectivas obras brindaron todo el apoyo necesario, para la realización de las experiencias descriptas.

CONCURSO ANUAL TRABAJOS TECNICOS

Nuestra entidad ha instituido un concurso anual para la formulación de trabajos técnicos sobre tópicos atingentes a la materia vial, cuyo ganador será distinguido con el premio "Asociación de Carreteras" a otorgarse en acto público.

En esta primera oportunidad y con motivo de celebrarse el año próximo en la ciudad de Río de Janeiro la Xª Reunión Mundial de la IRF, dicho trabajo además merecerá ser seleccionado como aporte de nuestra Asociación a dicha Reunión.

Por tal motivo las bases para presentación de los mismos deberán regirse por las normas que reglan aquella Reunión las que aunque todavía no están preparadas en detalle, concordarán con las usuales para dichos casos, a saber:

1º) Es fundamental que la presentación del trabajo se concrete en esta secretaría para antes del 31 de agosto de 1983 ya que el jurado deberá dictaminar en término para que el premio se entregue en el entorno del Día del Camino - 5 de Octubre de 1983.

2º) El trabajo deberá tratar algún tema que encuadre dentro de las siguientes sesiones individuales de la Xª Reunión IRF:

1. Planificación y diseño vial
2. Política, economía, financiamiento y administración vial
3. Construcción vial: administración, materiales y equipo
4. Mantenimiento vial: administración, materiales y equipo
5. Operaciones viales y seguridad de tránsito
6. Vialidad y el medio ambiente
7. Transporte urbano y rural

3º) El texto completo escrito a máquina a una interlínea con gráficos, fotografías incluidas ubicadas o pegadas intercaladas en el texto en su ubicación correcta no podrá exceder de 20 páginas tamaño oficio y no contendrá impresos de carácter comercial, llevando las páginas numeración correlativa.

4º) Se acompañará un sumario que no exceda las 250 palabras y no contendrá gráficos ni fotografías.

5º) El trabajo deberá presentarse escrito a máquina, en un original y 3 copias repitiendo en todas las copias las fotos y gráficos (pueden ser fotocopias).

6º) El interesado en participar del concurso deberá ponerlo en conocimiento de esta secretaría en forma

DOCTOR CELESTINO L. RUIZ

Su fallecimiento



A la edad de 78 años falleció en esta Capital, el Dr. Celestino L. Ruiz. Su deceso se produjo el 2 de abril y sus restos recibieron sepultura al día siguiente en el cementerio de la Chacarita.

Pierde así el país a un distinguido profesional cuya trayectoria está sintetizada en una frase dicha en oportunidad reciente por el Dr. Pedro J. Carriquiriborde: "El Dr. Ruiz debe ser considerado como la primera autoridad del país en el campo de los materiales de uso vial".

Nació en Rauch, provincia de Buenos Aires, y egresó de la Universidad de Buenos Aires con el título de Doctor en Química. Fue profesor de las Universidades de Buenos Aires, La Plata y Tucumán y dictó cursos en la Universidad de Chile. Actuó también como Profesor Titular Investigador en los cursos de post-gradó para ingenieros viales de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires.

Se desempeñó en los laboratorios de la Dirección Nacional de Vialidad y de la Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires. Fue asesor del LEMIT, de la Dirección de Vialidad

oral o mejor escrita antes del 15 de junio de 1983, indicando el tema a desarrollar a los efectos de llevar el registro correspondiente y asegurarse el cupo de participación.

de la Provincia de Buenos Aires y de la Comisión Permanente del Asfalto, de la que también fue uno de sus fundadores. En la Asociación Argentina de Carreteras, fue, durante varios años, Director de la revista "Carreteras".

Publicó más de 45 trabajos en libros y revistas técnicas del país y del exterior, interviniendo además en numerosos congresos y reuniones.

En el mes de diciembre de 1980 la Academia Nacional de Ingeniería le otorgó el premio "Sociedad Argentina Ensayo de Materiales", por sus méritos excepcionales en el campo de los materiales de uso vial y en reconocimiento a sus importantes estudios y trabajos que significaron un valioso aporte para promover el adelanto de la especialidad.

La Asociación Argentina de Carreteras siente profundamente esta desaparición y ruega por el descanso eterno de su alma.

SEGUNDO CONGRESO LATINOAMERICANO DEL ASFALTO

La Comisión Permanente del Asfalto continúa en sus tareas de organización del "Segundo Congreso Latinoamericano del Asfalto" que llevará a cabo en la ciudad de Mar del Plata, durante los días 21 al 25 de noviembre venidero.

Recuerda a los autores que presentarán trabajos a este Congreso que antes del 15 de mayo deberán elevar a la sede de la Comisión, Balcarce 226, 6º piso, (1064) Buenos Aires, un resumen del mismo que no exceda de 300 palabras. Aprobado dicho resumen por la entidad, los autores recibirán instrucciones precisas para su presentación, cuyo plazo vencerá el 15 de agosto, indefectiblemente.

La Comisión Permanente del Asfalto destaca el interés despertado por este Congreso en América Latina, pues a la fecha han designado sus representantes para integrar la Comisión Organizadora Latinoamericana los siguientes países: Bolivia, Brasil, Costa Rica, Chile, Colombia, Ecuador, El Salvador, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Uruguay y Venezuela.

VIALIDAD AMERICANA (I)

Cimentación de carretera en suelos blandos con el empleo de geotextiles

Por el Ing. Alfonso Olivera Bustamante *

SUMARIO

INTRODUCCION

CARACTERISTICAS REGIONALES
ESTRATIGRAFIA Y PROPIEDADES
CONSIDERACIONES DE DISEÑO
PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO
INSTRUMENTACION Y MEDICIONES
RESULTADOS OBTENIDOS
CONCLUSIONES

I - INTRODUCCION

El rápido crecimiento industrial de la cuenca petrolera de la Planicie Costera del Sureste de México, ha implicado el proyecto y construcción de una infraestructura vial eficiente en esa región. La carretera actual es insuficiente para proporcionar una buena comunicación, principalmente entre la ciudad de Coatzacoalcos y las zonas industriales de "Pajaritos", "La Cangrejera" y "Morelos" debido al problema que se presenta en el cruce del río Coatzacoalcos sobre el puente actual. Con el fin de solucionar este problema la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas de México construye un nuevo puente sobre el río Coatzacoalcos denominado Coatzacoalcos II, situado a unos 20 Km aguas arriba del actual.

Este nuevo cruce demandó las carreteras de acceso a ambos lados del río con una longitud aproximada de 30 Km. El tramo del camino del acceso en la margen izquierda del río se desarrolla a través de una zona pantanosa de aproximadamente 12 Km. de longitud situada al Suroeste de la ciudad de Minatitlán. La nueva carretera se proyectó con un ancho de 22,50 m., para alojar 4 carriles de circulación. Al término de la construcción se espera un tráfico del or-

den de 12.000 vehículos por día, la mayoría de ellos camiones.

En la construcción del terraplén carretero se utilizó una membrana geotextil de polipropileno. Con el propósito de conocer la influencia de la membrana en el comportamiento del camino, se instrumentaron y efectuaron mediciones en cuatro secciones, un par en la zona de alta compresibilidad y el otro en la zona pantanosa.

En este trabajo se describen los estudios que se establecieron para evaluar el comportamiento del terraplén carretero en la zona de pantano y se mencionan los resultados y conclusiones obtenidos.

2 - CARACTERISTICAS REGIONALES

La zona se localiza sobre la planicie costera del Golfo de México. Las formaciones geológicas más antiguas del área son del Terciario (Mioceno Medio) al Reciente. Su origen

es sedimentario y están constituidas por arcillas duras, lutitas y areniscas suaves que afloran en los lomeríos de la región (Ref. 1). La llanura de inundación del Río Coatzacoalcos por donde atraviesa una parte del camino está formada por depósitos recientes de origen fluvio-lacustres y depósitos de suelos altamente orgánicos que descansan sobre las formaciones resistentes del Terciario.

La precipitación pluvial es cercana a los 2500 mm anuales, con lluvias todos los meses y la temperatura media anual es de 26° C. La región pertenece a una de las zonas de mayor actividad sísmica de la República Mexicana, con aceleración máxima probable del terreno de 110 cm/seg², para un período de recurrencia de 50 años.

El sismo más reciente de mayor intensidad, de VII grados en la escala de Mercalli Modificada, registrado en agosto 26 de 1959, provocó grandes problemas en la región como la falla en una sección del camino Mi-

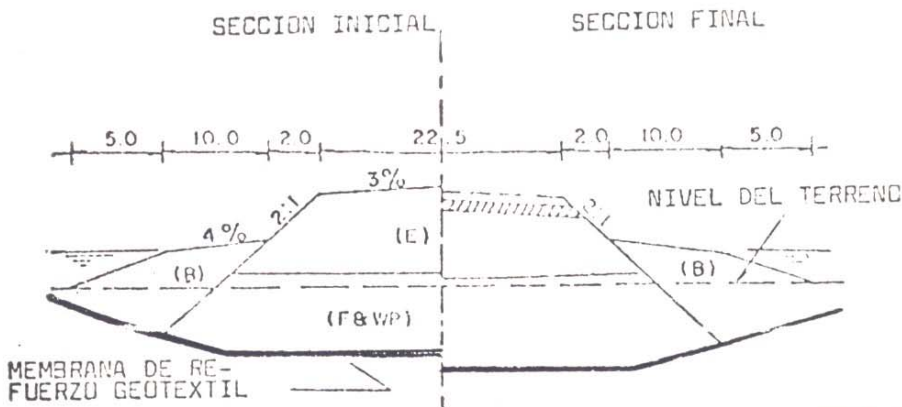


FIG. 1 SECCION DE PROYECTO DE LA CARRETERA EN TERRAPLEN

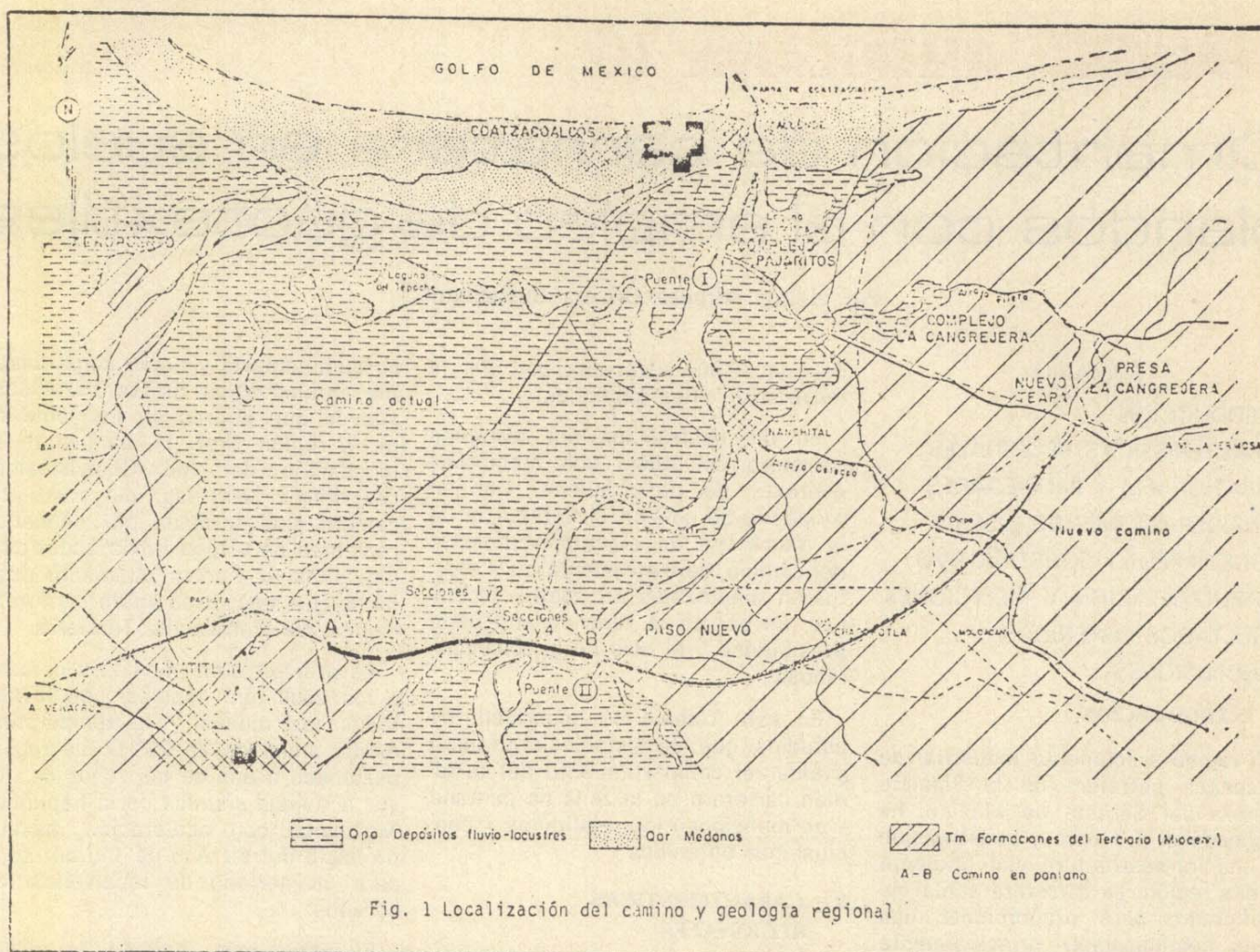
E - TERRAPLEN

B - BERMAS

F & WP - RELLENO Y PLATAFORMA DE TRABAJO

DIMENSIONES EN METROS

* Jefe de la Oficina de Geotecnia de la Dirección General de Carreteras Federales de México.



natitlán - Coatzacoalcos, que cruza una gran zona de pantano.

3 - ESTRATIGRAFIA Y PROPIEDADES

El trazo del camino de acceso en la margen izquierda del Río Coatzacoalcos se caracteriza por encontrarse en una zona pantanosa con un tirante de agua en forma casi permanente del orden de 0,50 m. En una longitud de aproximadamente 12 Km. se encuentran superficialmente potentes depósitos de turba muy compresible, de estructura altamente fibrosa, de muy baja resistencia al corte y con espesor que varía entre 1.5 y 3.5 m. Su contenido de agua alcanza valores hasta de 750 % que es mayor que el límite líquido que alcanza valores hasta de 700 %. La relación de vacíos máxima es de 14 y el peso volumétrico natural de 1.0

Ton/m³. La resistencia al corte en pruebas de compresión no confinada tiene valores entre 0,03 y 0,08 Kg/cm².

Debajo de la turba aparece un estrato de limo de alta plasticidad con espesor medio de 1.5 m, con contenido de agua de 70 %, límite líquido de 80 % y límite plástico de 40 %. Bajo este limo sigue una secuencia de estratos de arcilla orgánica altamente compresible con contenido de agua medio de 100 % y resistencia a la compresión simple de 1.0 a 1.5 Ton/m² y arenas finas cuarzosas muy sueltas.

De un valor medio de 15 metros de profundidad hacia abajo predominan francamente las formaciones arenosas, que van ganando rápidamente compacidad con la profundidad. Así, puede considerarse que el espesor de los suelos compresibles.

orgánicos e inorgánicos, es del orden de los 13 a 17 m, con 3.5 m superiores de turba.

De las pruebas de consolidación se determina que el conjunto de depósitos está normalmente consolidado y que la consolidación secundaria es relevante en la turba.

4 - CONSIDERACIONES DE DISEÑO

Del análisis de estabilidad de terraplenes en suelos blandos, de la magnitud y distribución de los esfuerzos en su masa y del comportamiento previsible más apropiado se concluyó que la baja resistencia al esfuerzo cortante de las formaciones superiores imponen la necesidad de utilizar secciones de terraplén con bermas.

El camino cuenta con cuatro carriles de circulación, camellón cen-

tral y acotamientos, con ancho total de corona de 22.5 m. Para efectos de drenaje superficial el bombeo proyectado es de 3 % a partir del eje del camino. El ancho de las bermas proyectadas a cada lado de la sección es de 10 m cada una; así, el ancho total de la sección de trabajo es de 56.5 m como se muestra en la (Fig. 1). La estructura está formada de la siguiente manera:

- Membrana geotextil de polipropileno elaborada mediante extrusión y termosoldada, apoyada directamente en el terreno natural, con el objeto de tratar de disminuir incrustaciones irregulares y excesivas del material del terraplén en el terreno de cimentación y favorecer la construcción de una plantilla de trabajo.
- Capa de incrustación apoyada directamente sobre la membrana geotextil, compuesta por grava y arena con 10 % de arcilla como máximo. El uso de este material es obligado por la disponibilidad de los materiales en la zona.
- Cuerpo del terraplén y capa subrasante, formadas por arenas arcillosas, compactadas al 95 y 100 % respectivamente, de la prueba Proctor Modificada. La capa subrasante tiene 0.30 m de espesor.
- Pavimento formado por sub-base de 0.15 m, base mejorada con cemento portland de 0.20 m y carpeta de concreto asfáltico de 0.07 m de espesor.
- Bermas laterales constituidas por el mismo material del cuerpo del terraplén.

El nivel de aguas máximas extraordinario del río Coatzacoalcos condiciona la rasante mínima a 1 m sobre él, lo que implica alturas de terraplén de 0.75 a 2.85 m sobre la superficie del terreno natural, con un valor medio de 2.60 m.

5 - PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

El procedimiento adoptado para la construcción del terraplén se basó

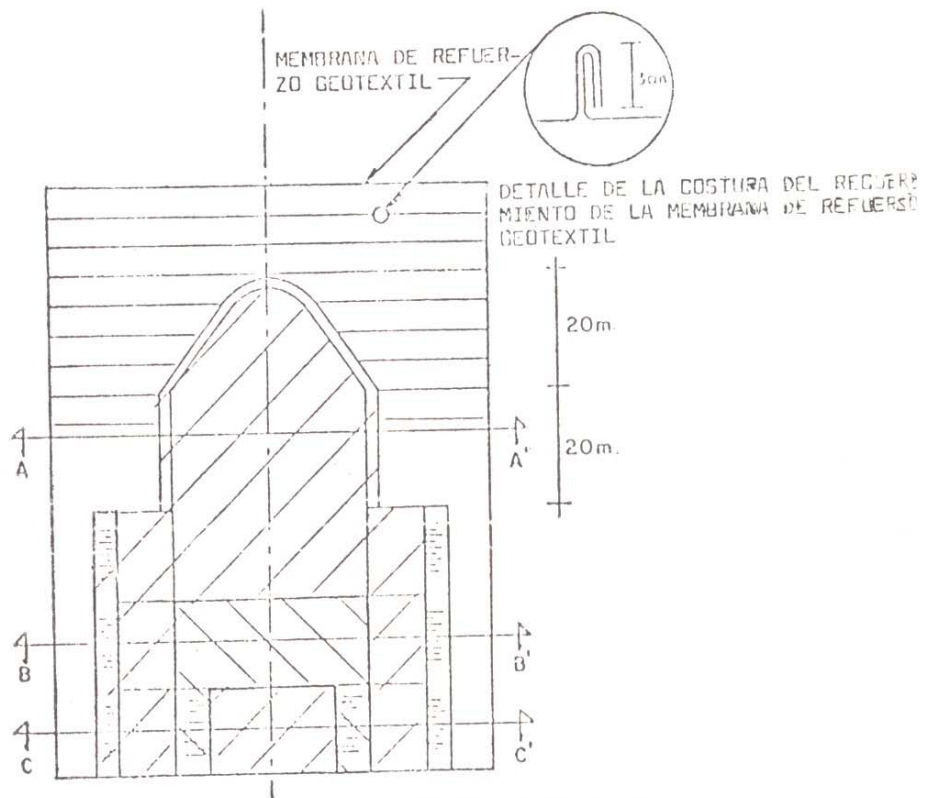


FIG. 2 PUNTA DE AVANCE Y ETAPAS DE CONSTRUCCION (PLANTA)

en las siguientes etapas:

- Preparación del terreno removiendo toda la vegetación con diámetro mayor o igual a 0.03 m.
- Instalación de la membrana de polipropileno en bandas de 4.75 m de ancho colocada transversalmente al camino y cosidas con hilo del mismo material como se muestra en el detalle de la Fig. 2, abarcando el ancho de la plantilla del terraplén más 22 %, es decir, con una longitud del orden de 76 m. La membrana se extiende directamente sobre el pantano, exista o no tirante de agua.
- Construcción de la plantilla de trabajo fijando el principio de la membrana sobre terreno firme y descargando sobre ella el material de relleno a volteo aplicando un tratamiento de bandeo con 6

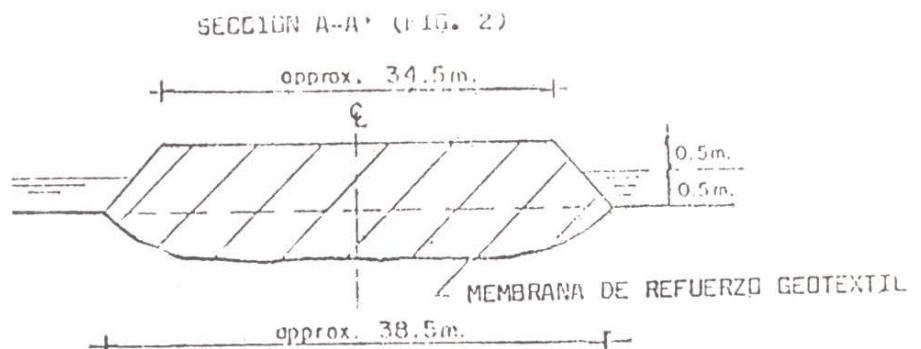


FIG. 3 CONSTRUCCION DE PLANTILLA DE TRABAJO

pasadas con Tractor D-6 ó similar. En esta etapa se sigue el procedimiento de punta de flecha simétrica (véase Fig. 2) extendiendo el material desde el centro hacia los lados. La plantilla de trabajo se construye en todo lo ancho del terraplén y bermas. Durante este proceso se presentan asentamientos y deformaciones, por lo que el material depositado en la plantilla de trabajo se acomoda, redistribuye y renivela constantemente hasta que la plantilla quede a la cota fijada en el proyecto (aproximadamente 0.50 m arriba del tirante de agua). Véase Fig. 3.

d) Construcción simultánea de bermas y cuerpo del terraplén hasta el nivel de las bermas. Véase Fig. 4. Las bermas, cuyo ancho es de 10.00 m con talud de 4:1, se forman simétricamente a ambos lados de la plantilla de trabajo empleando el material colocado a volteo y aplicando el procedimiento constructivo señalado en el inciso anterior. El cuerpo del terraplén se forma compactando el material por capas de 30 cm de espesor hasta alcanzar el 95 % del peso volumétrico seco máximo de la prueba Proctor Modificada. En la terminación de las bermas se emplea este mismo procedimiento constructivo.

e) Continuación y terminación del cuerpo del terraplén incluyendo capa subrasante y una precarga con espesor de 1.00 m medido a partir del nivel de subrasante, siguiendo el mismo procedimiento constructivo anotado anteriormente para el cuerpo del terraplén. (Véase Fig. 5).

Cuando se alcance el 80 % del asentamiento previsto se procede a quitar el material de la precarga y se voltea sobre las bermas. Posteriormente se escarifican 0.30 m de la capa subrasante para recompactarla al 100 % de su peso volumétrico seco máximo de la prueba Proctor Mo-

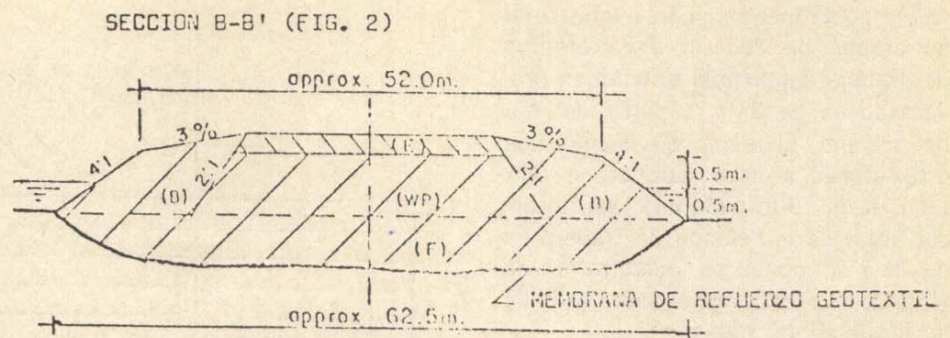


FIG.4 CONSTRUCCION DE BERMAS Y TERRAPLEN

- C - TERRAPLEN
- WP - PLANTILLA DE TRABAJO
- B - BERMAS
- F - RELLENO

dificada. Después se procede a la construcción final del pavimento.

6 - INSTRUMENTACION Y MEDICIONES

Con el objeto de evaluar la influencia del uso de la membrana sintética en el comportamiento del camino en zonas blandas y en especial en zona de pantano, se desarrolló un programa de investigación que consistió en la construcción e instrumentación de cuatro secciones de control, un par

en la zona de alta compresibilidad y el otro en la zona pantanosa. La instrumentación que a continuación se menciona se efectuó en la zona de pantano. En una sección el desplante del terraplén se efectuó sobre el terreno natural, en la otra, separada de la primera 100 m., el desplante fue sobre la membrana de polipropileno, de esta manera fue posible detectar la diferencia de comportamiento en ambos casos. La instrumentación en cada sección consistió

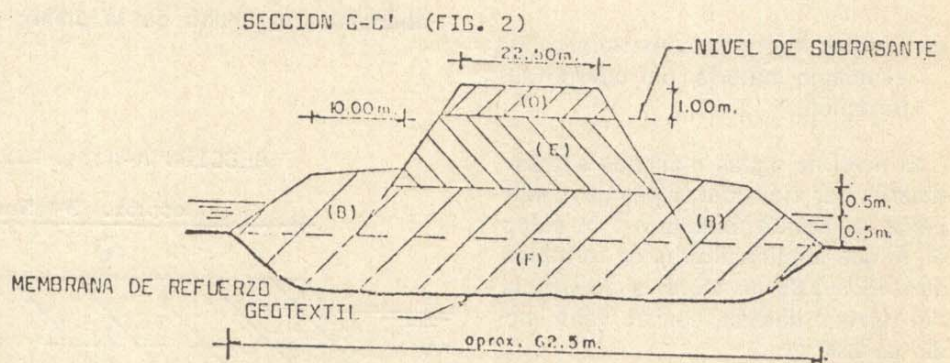


FIG.5 SECCION FINAL DE TERRACERIAS

- O - SUBRECARGA
- E - TERRAPLEN
- B - BERMAS
- F - RELLENO

en la instalación de los siguientes dispositivos, cuya posición puede observarse en las Figs. 6 y 7.

a) Nueve bancos superficiales, cinco fuera de la base del terraplén instalados sobre terreno superficial y cuatro en la superficie del terraplén. Dos bancos con base de placa, desplantados a 2 m de profundidad de la rasante y un banco profundo como referencia fija para todas las nivelaciones.

b) Cinco celdas hidráulicas de 0.20 x 0.20 x 0.18 m a 2 m bajo la rasante distribuidas a lo ancho del terraplén.

c) Tres piezómetros abiertos tipo Casagrande y dos piezómetros neumáticos instalados a diferentes profundidades en suelos permeables e impermeables prácticamente colocados debajo de la línea del eje de la sección.

d) Tres inclinómetros de tubería de aluminio para efectuar mediciones con medidor de péndulo eléctrico digital con una profundidad media de hasta 20.5 m en la sección sin membrana y de 26.7 m en la sección con membrana.

La instalación de los anteriores dispositivos permitió evaluar los asentamientos, el campo de desplazamientos tanto horizontales como verticales y la evolución de las presiones de poro. Las mediciones se realizaron periódicamente durante un lapso de más de 7 meses.

Cabe mencionar que en la sección sin membrana los fuertes desplazamientos del terreno inutilizaron los aparatos que habían sido instalados antes de colocar el relleno por lo que se procedió a su reinstalación después de colocado el relleno.

Adicionalmente a los sondeos realizados antes de la construcción del terraplén, se efectuaron tres sondeos en la sección sin membrana y seis en la sección con membrana del ti-

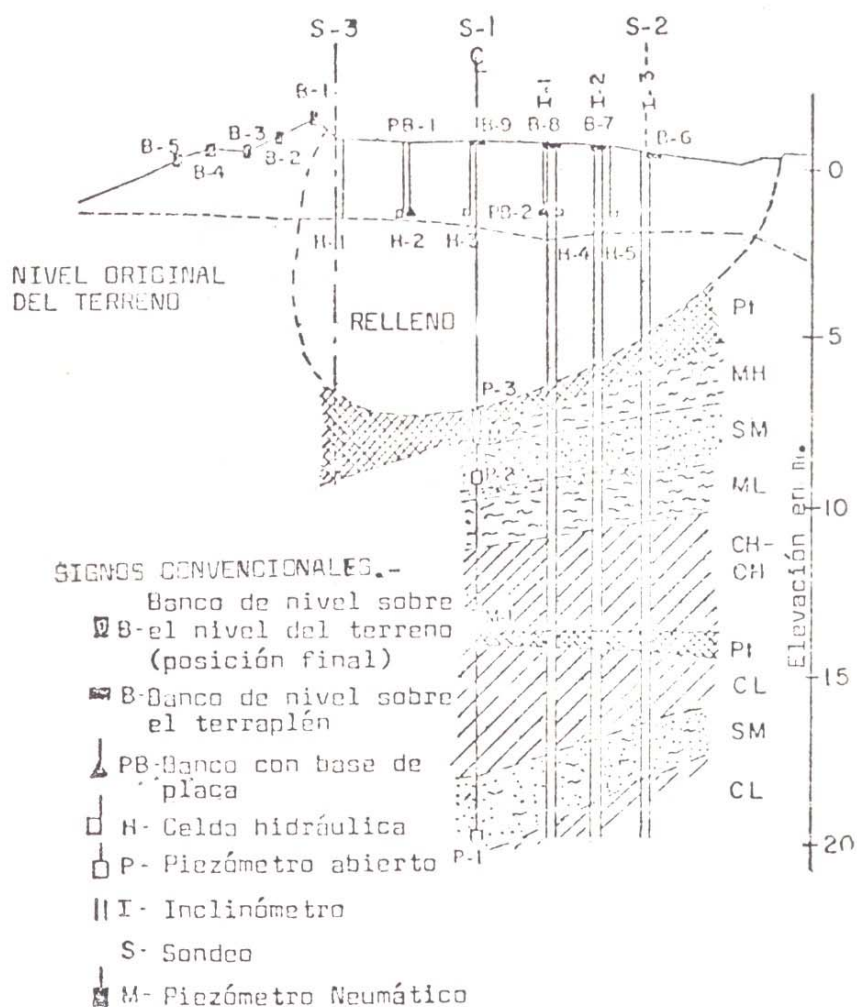


FIG.6 INSTRUMENTACION DE SECCION 1
TERRAPLEN SIN MEMBRANA DE REFUERZO GEOTEXTIL

TABLA 1. VALORES DE HUNDIMIENTOS DE
BANCOS DE NIVEL EN LAS SECCIONES 1 Y 2.

Sección 1 (sin membrana)		Sección 2 (con membrana)	
Banco N°	S en m	Banco N°	S en m
BS-1	0.45	BS-6	0.11
BS-2	0.44	BS-7	0.05
BS-3	0.24	BS-8	0.00
BS-4	0.29	BS-9	0.02
BS-5	0.16	BS-10	0.01
B-1	0.33	B-5	0.32
B-2	0.42	B-6	0.21
B-3	0.37	B-7	0.16
B-4	0.25	B-8	0.12
BP-1	0.28	BP-3	0.25
BP-2	0.25	BP-4	0.30

po SPT después de efectuada la construcción, localizados en el eje y a los lados del camino.

7 - RESULTADOS OBTENIDOS

La información que a continuación se presenta es precisamente la comparativa entre la sección de control construída en zona de pantano sin membrana geotextil (denominada sección 1) y la construída con ella (denominada sección 2).

La tabla 1 muestra la magnitud de los desplazamientos verticales medidos en los bancos de nivel de ambas secciones para un período de observación de 7 meses. La ubicación y nomenclatura de cada banco puede observarse en las Figs. 6 y 7.

Se observa que en general se tienen hundimientos menores en la Sección 2 (con membrana) en comparación con la sección 1 (sin membrana) para los bancos instalados en la superficie. En los bancos de placa se registraron hundimientos prácticamente iguales. A los dos meses de colocado el relleno se observó una reducción sustancial de la velocidad de hundimiento lo cual se puede interpretar como el final de la consolidación primaria.

Los resultados reportados en las celdas hidráulicas indican que los hundimientos máximos ocurrieron al centro y en el lado donde el espesor de relleno y suelos compresibles es mayor. También se observa que en la sección 2 la curva de hundimiento muestra un trazo más convexo que en la sección 1 lo cual resulta en general ventajoso porque se producen distribuciones de esfuerzos más homogéneos.

Las mediciones piezométricas demuestran que la presión de poro tiende a disminuir en ambas secciones conforme transcurre el tiempo. El exceso de presión de poro fue en promedio de 1 Ton/m² a 7 meses de terminado el terraplén.

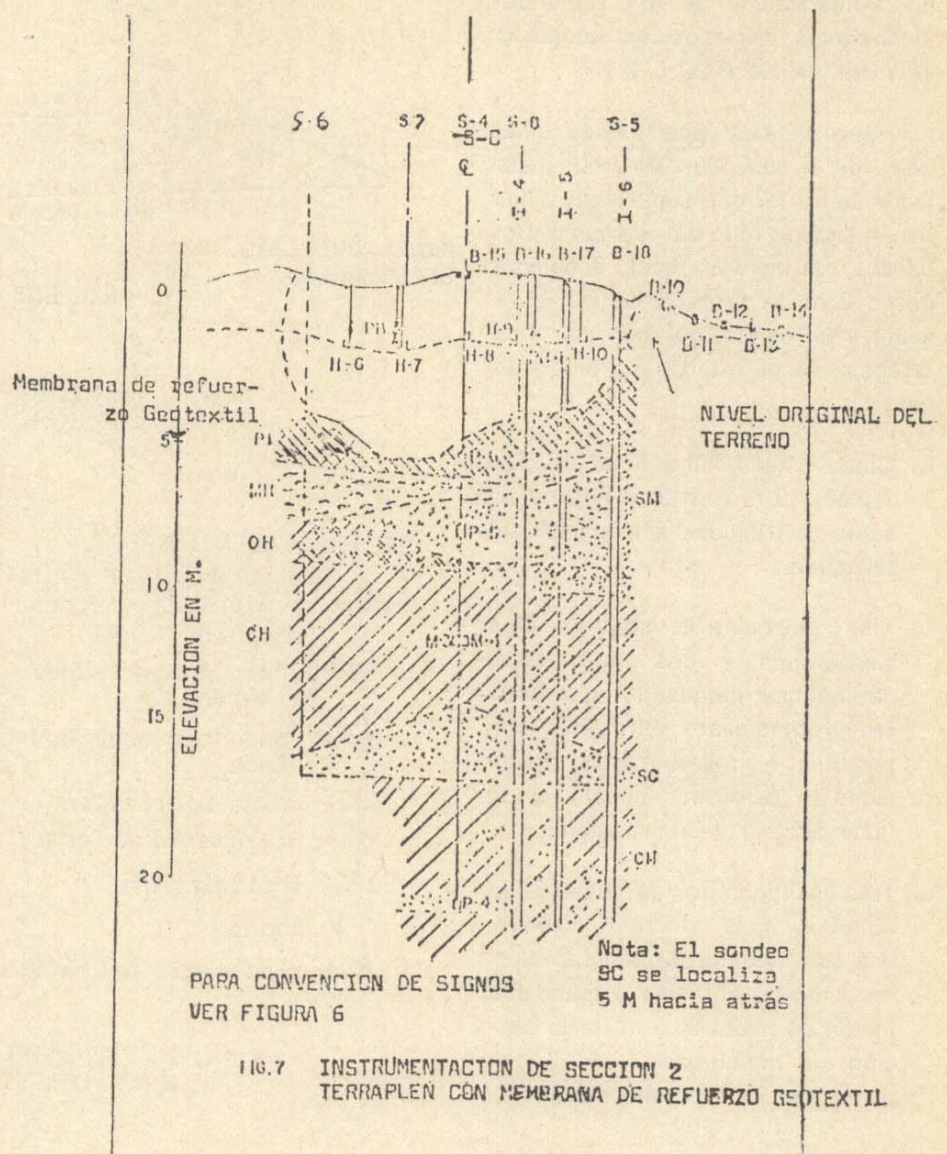


TABLA 2. VALORES DE INCRUSTACION DEL RELLENO EN LAS SECCIONES 1 Y 2

Sección 1 (sin membrana)		Sección 2 (con membrana)	
Sondeo N°	Incrustación en mm	Sondeo N°	Incrustación en mm
SP-1	5.2	SP-4	3.4
SP-2	3.0	SP-5	1.0
SP-3	5.1	SP-6	3.0

Los desplazamientos horizontales proporcionados por los inclinómetros muestran que los movimientos máximos sucedieron en el relleno y en los suelos blandos. Al cabo de seis meses de instalados los inclinómetros, las deformaciones horizontales máximas del relleno fueron de 0.035 m en la sección 1 y de 0.04 m en la sección 2. En los suelos blandos fueron de 0.04 m en la sección 1 y 0.017 m en la sección 2.

La colocación del relleno produjo fuerte desplazamiento horizontal en la turba a gran distancia. Postes situados a 50 m del borde del camino sufrieron fuertes desplomes.

En las Figs. 6 y 7 se muestra la incrustación del relleno, medida a partir de tres sondeos en la sección 1 y seis en la sección 2 donde el sondeo S-C no aparece ya que se localiza 5 m atrás. El relleno se encontró en estado suelto, con un valor medio de N igual a 5 golpes, excepto en el primer metro.

Una primera diferencia esencial entre ambas secciones se tuvo en la incrustación inicial que sufrieron durante e inmediatamente después de la colocación del relleno. En la tabla 2 se muestra estas diferencias. Se observa que en general la profundidad y por consiguiente el volumen de relleno incrustado es mayor en la sección 1 que en la sección 2 (del orden del 50 % en promedio).

En ambas secciones se observa un volumen asimétrico del relleno desplazado hacia la izquierda de las Figs. 6 y 7. En este sentido son determinantes el deslizamiento y el espesor de la capa de arena limosa situada ligeramente abajo del fondo del relleno.

En las figuras 8 y 9 se establece una comparación entre la estratigrafía presentada antes y después de la construcción del terraplén en el eje del camino para ambas secciones. En estas figuras puede obser-

FIG. 6

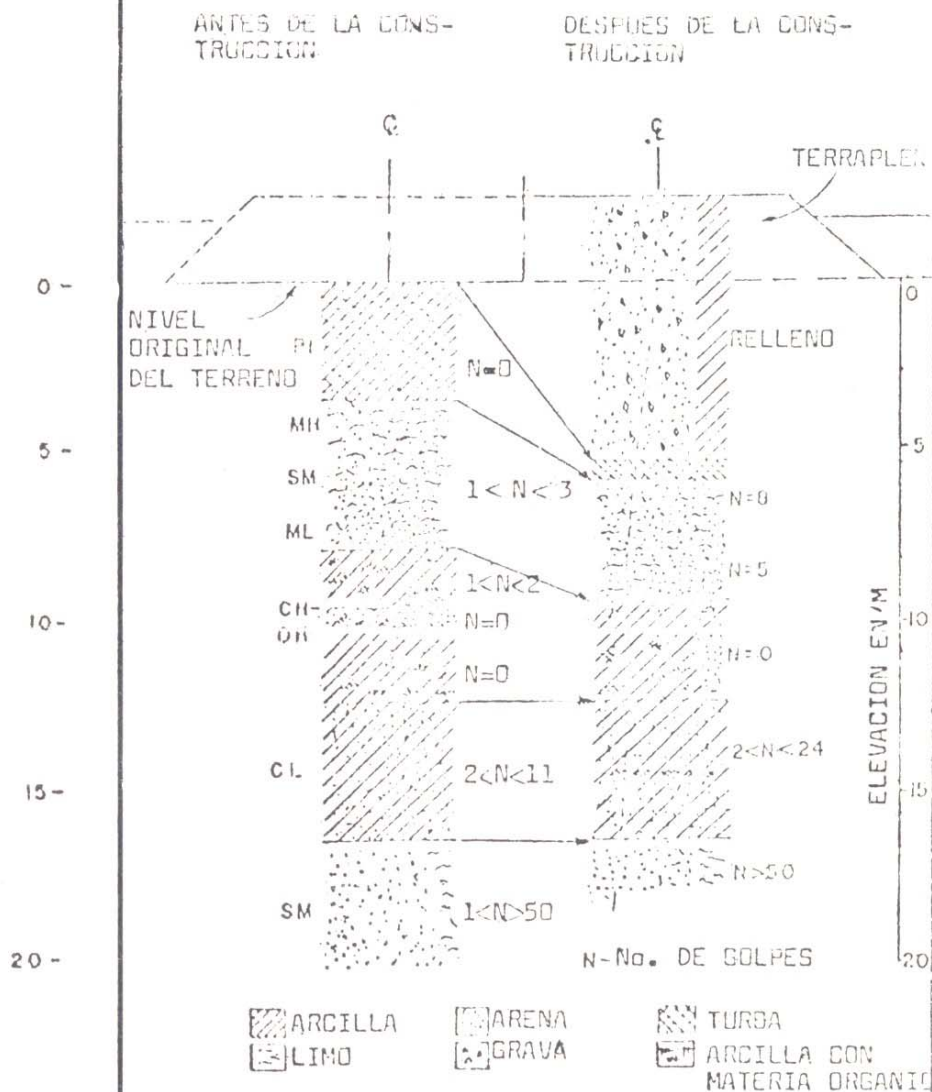


FIG. 6 COMPARACION ESTRATIGRAFICA ANTES Y DESPUES DE LA CONSTRUCCION DEL TERRAPLEN - DE LA CARRETERA SECCION SIN MEMBRANA DE REFUERZO GEOTEXTIL

vase la magnitud de la incrustación ocurrida por efecto de la construcción del terraplén, la cual es mayor en la sección 1 como se reporta en

la tabla 2 en una magnitud del orden del 50 %.

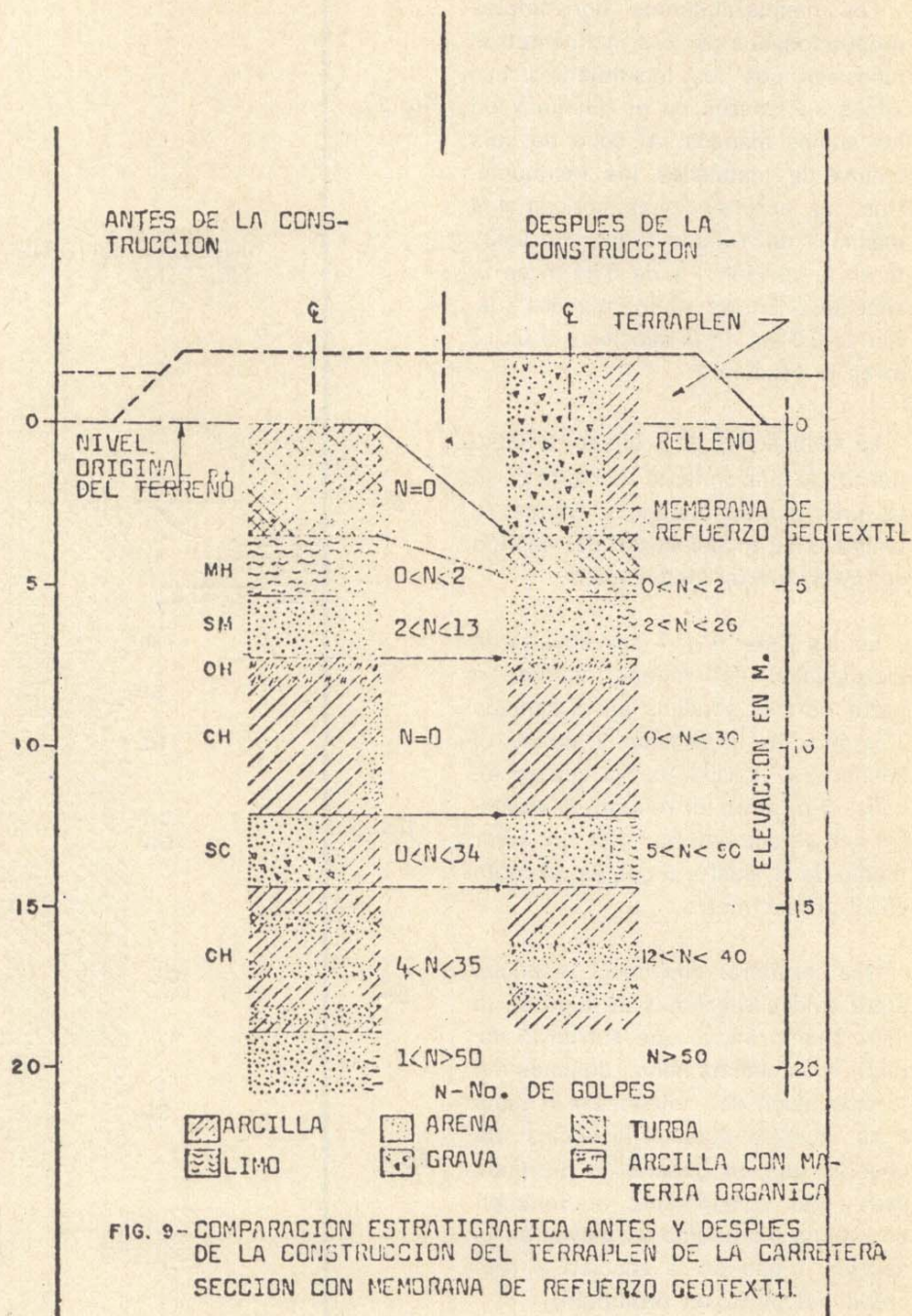
Asimismo, se observa que los espesores de turba se reducen consi-

derablemente en la etapa posterior de la construcción debida principalmente al considerable desplazamiento del material inducido por el avance de la construcción y en menor escala por el asentamiento inmediato; a este último efecto se le imputa la fuerte reducción de espesor inducido en los suelos blandos. Nótese que a partir de determinada profundidad los estratos subsecuentes ya no resultaron afectados, cuando menos en la etapa inicial, y esta profundidad es menor en la sección 2 que en la sección 1, lo cual puede observarse en las mismas Figs. 8 y 9.

8 - CONCLUSIONES

En base a los resultados de la instrumentación y al comportamiento observado en las secciones de control 1 y 2 se establecen las siguientes conclusiones:

- La incrustación máxima del relleno bajo la superficie original del terreno durante e inmediatamente después de colocado, fue mayor en la sección 1 sin membrana que en la 2 con membrana lo que implica que el uso de la membrana evitó incrustaciones excesivas en la construcción del terraplén.
- La evolución de los asentamientos fue un poco mayor en la sección 1 que en la sección 2 pero desde un punto de vista práctico puede decirse que los asentamientos ocurrieron de la misma magnitud y de la misma manera en ambas secciones.
- Los desplazamientos horizontales medidos en el relleno son prácticamente iguales en ambas secciones, sin embargo los desplazamientos del terreno natural son mayores en la sección 1 (sin membrana) que en la sección 2 (con membrana) de donde se puede deducir que la restricción impuesta por la membrana redujo la extrusión en la zona de contacto entre la sobrecarga y el terreno natural.



- Las curvas de asentamiento reportadas por las celdas hidráulicas muestran un trazo más convexo en la sección 2 (con membrana) en comparación con la sección 1 (sin membrana) lo que implica una incrustación más regular y distribuciones de esfuer-

zos más homogéneos.

- Desde el punto de vista constructivo el uso de la membrana geotextil favoreció grandemente el inicio de la construcción del terraplén al permitir la formación de una plantilla de trabajo más estable.

VIALIDAD AMERICANA (II)

ACTUALIDAD INFORMATIVA

DE VENEZUELA

Algunos factores que influyen en el deterioro de la Vialidad en Venezuela

El presente trabajo pertenece al Ing. Guillermo Corrales y fue publicado en Rutas, boletín de la Asociación Venezolana de Carreteras, enero/febrero 1982, reproducción del texto aparecido en "Sobre 20 Años de Actividad" (AVPC).

A) Factores de proyecto:

A-1. Proyectos no adecuados a las condiciones de la obra o del lugar. Con bastante frecuencia nos encontramos aquí en Venezuela, con proyectos de construcción o de pavimentación de carreteras que no toman en cuenta las condiciones del lugar de la obra, especialmente en lo relativo a los materiales recomendados. Recuerdo haber visto una vez un proyecto de un puente, para el interior del Estado Apure, en el cual recomendaban gaviones para la protección de las márgenes del caño. Para quien conozca el Estado Apure esa recomendación tiene que parecerle cuando menos inadecuada. O el proyectista no conocía el Estado Apure, o no sabía que hay otros expedientes para la protección contra la erosión. Me inclino por creer que el proyectista desconocía Apure.

Recomendar rellenos de material granular, bases de piedra picada, concreto asfáltico, etc. para el interior del Estado Apure serían a menos que exista una justificación muy adecuada, fallas garrafales en un proyecto vial para aquella zona. Esta falta de adecuación del proyecto al medio ambiente trae por resultado que a la hora de ir a construir la obra, constructor e inspección proceden a hacer los cambios sobre la marcha, para utilizar materiales más asequibles; con lo que resulta que no se realiza lo que está proyectado y se toman de-

cisiones que han sido consideradas generalmente en una forma apresurada y bajo presión.

A-2. Subestimación del tránsito. La subestimación del tránsito en un proyecto de pavimento puede ser causa de su deterioro prematuro. Generalmente el tránsito por nuestras carreteras es extremadamente pesado, y en muchos casos los índice indicativos de su poder destructivo se salen por exceso del ámbito abarcado en los diagramas y ábacos de diseño de espesores. Muchas veces sucede en estos casos que la persona encargada de determinar el espesor del pavimento, se atiene al valor máximo del tránsito que puede encontrar en los ábacos y gráficos de uso general para otros países, pero que en nuestro medio resultan cortos, debido al excepcional valor destructivo de nuestro tránsito, que no están sujetos a ningún control; resultando una subestimación del tránsito.

A-3. Falta de información respecto a tránsito y clima. Frecuentemente se encuentra el ingeniero, cuando va a diseñar un pavimento, con que no existe una información precisa del tránsito, debido a que la carretera en estudio es una vía nueva, en una zona donde no existe vialidad. El ejemplo típico de esta situación se presentó en el Estado Apure, cuando se empezaron a estudiar los pavimentos para las primeras carreteras de esa región (1962); entonces sucedió que las estimaciones que se hicieron del tránsito futuro fueron cortas, debido a que no se tomó en cuenta que las vías que se estaban diseñando, deberían soportar el tráfico pesado que generaría la construcción de las carreteras, que posteriormente deberían construirse en el interior del Estado.

La falta de información respecto al clima de la región puede también ser causa de futuras fallas en el pavimento. Un relleno de una carretera

construido en suelos arcillosos, en una región donde exista un clima excesivamente tórrido, con una estación extremadamente seca y otra extremadamente lluviosa, resultaría sometido a cambios de volumen causados por las variaciones en la humedad, que generarían en el pavimento solicitaciones o esfuerzos que podrían conducir a su deterioro. Se necesita la información sobre el clima y las características de la subrasante, para tomar las previsiones y hacer las recomendaciones pertinentes.

A-4. Evaluación defectuosa de los materiales. Un aspecto muy importante en el diseño de un pavimento, lo constituye la evaluación de los materiales disponibles en la zona y su utilización racional. Si se evalúa en forma defectuosa el poder de soporte de una capa del pavimento, (por ejemplo un ensayo CBR mal ejecutado, o se ignora el carácter resiliente de una subrasante, etc.) o la resistencia de un agregado cualquiera a los efectos del clima, del tráfico, etc.; o se miden en las mezclas asfálticas, o en las bases granulares o estabilizadas, parámetros que no son precisamente los que reflejan el comportamiento del material como pavimento, el resultado puede ser la falla de toda la estructura del afirmado de la carretera.

B) Factores de construcción

B-1. Realización distinta a lo contemplado en el proyecto. Como se anotó en el punto A-1, resulta que muchas veces se realizan durante la construcción y sobre la marcha, cambios sustanciales a los proyectos, esta práctica puede conducir a un mal comportamiento del pavimento, en atención a la premura con que algunas veces se hacen las evaluaciones de los diferentes factores. Otras veces sucede que por conveniencia económica ante la escasez de los fondos, o por otras razones distintas, se utilizan materiales que no han sido en-

sayados ni contemplados en el proyecto original, o se modifican las capas, los espesores, etc., aparentemente con la intención de lograr una economía, pero que a la larga resulta en muchos casos en desperfectos futuros.

B-2. Interpretación errada de las especificaciones. Con mucha frecuencia se interpretan erradamente las especificaciones de construcción, o no se interpretan en ninguna forma. Vale la pena mencionar en este punto lo conveniente que es para una construcción el uso de especificaciones formuladas en base a conceptos estadísticos y la utilización de métodos de prueba modernos, no destructivos y rápidos, que permiten obtener muestras de mediciones, que sirven para inferir el estado del universo (parte de la obra donde se hicieron las medidas). Pero mal pueden aplicarse especificaciones en forma estadística si no se interpretan éstas en forma correcta.

B-3. Abuso en la utilización de los materiales. Sucede a veces que en la realización de los cambios contemplados en A-1 y B-1 se emplean materiales que se pueden llamar marginales, cuyo uso se pretende justificar muchas veces con razones traídas por los cabellos; por ejemplo: que no es necesario usar para una base el valor CBR saturado a los cuatro días, porque ese material nunca se va a saturar debajo del pavimento, etc... otras veces se recurre a especificaciones raras que aparentemente justifican el uso de un material determinado; como por ejemplo, unas especificaciones portuguesas, para Angola o no sé qué Colonia Africana, que una vez vi mencionar para justificar el uso de un determinado material, con unas características que no encajaban dentro de las especificaciones venezolanas, o las especificaciones generalmente aceptadas.

B-4. Vicios de construcción. Corrupción del personal de inspección. Los vicios en la construcción se producen, o bien por negligencia de parte de los servicios de inspección o por corrupción del personal subalterno de ésta. La corrupción del ingeniero inspector, aunque podría darse, es menos frecuente. En ambos casos el contratista tiene una gran culpa.

Yo considero como lo más grave en este aspecto, la corrupción que generalmente se opera en el personal de técnicos de tipo medio al servicio de las inspecciones, procurada por medio de regalías, gabelas y halagos de todo tipo, dirigidos a lograr que el laboratorista, topógrafo, etc., adultere cifras y las acomode de manera que parezca que el trabajo que realiza el contratista está cumpliendo con las especificaciones. (No me refiero aquí al robo que se realiza adulterando medidas y cantidades de obra, por cuanto que eso no influye en la calidad). Este soborno que día a día se cumple en nuestro país, es un crimen contra la ingeniería y contra la dignidad de nuestro pueblo representado por esos cuadros de técnicos medios de la construcción; pues al empleado o técnico a quien se le compra una vez, se acostumbra a obtener el dinero en forma fácil, y en el futuro será él el chantajista, que para obtener más dinero que el que puede ganarse honestamente, exigirá dádivas o regalos como condición "sinequanon" para que los resultados que él dé, conduzcan a la aceptación del trabajo que está inspeccionando.

Debido a este lamentable factor tan generalizado, se producen fallas y deterioros en las carreteras, pues no se cumplen las especificaciones. Este es un caso que parece no tuviera remedio, a menos que se haga una toma de conciencia por parte de los ingenieros contratistas y de los contratistas en general, dirigida a combatir este cáncer que tanto daño le hace al país.

C) Factores de mantenimiento

C-1. Falta de programas de mantenimiento. No existe, que yo sepa, programas de mantenimiento para las carreteras de este país. Parece que no se estudiaran las fallas que se están desarrollando, tanto en los pavimentos como en las carreteras en general, para obtener la información necesaria para trazar una estrategia, planificar el trabajo de conservación para un plazo, digamos de un año, etc. Parece que estas cosas se trataran a la ligera, de bulto, y sin analizar el conjunto en sus variadas partes.

C-2. Reparación de las fallas des-

pués que éstas aparecen. Los servicios de mantenimiento casi siempre andan atrasados con respecto a la aparición de los deterioros. Cuando se va a formar un hueco en un pavimento, por ejemplo, aparecen siempre grietas que indican la inminencia del deterioro; lo lógico sería que los servicios de mantenimiento se adelantaran a la aparición de ese hueco, cortaran la parte agrietada o dañada, y la repararan antes de que se produzca, y no como acontece en la realidad, que el hueco nace, crece y se extiende, y muchas veces dura meses reventando amortiguadores y resortes.

C-3. Reparación defectuosa de las fallas. Generalmente se puede observar, que las reparaciones de fallas, o los trabajos de conservación son deficientes, por cuanto se limitan a "tapar" chapuceramente los deterioros, sin atender las causas que los produjeron; así se ve muchas veces que en un pavimento que falló en un sitio dado por deficiencia de espesores, se limitan a quitarle la capa asfáltica dañada y a reponerla, sin atender a la verdadera causa del mal. Otras veces, lo he visto, quitan un granzón en un sitio dañado y lo reemplazan por otro de inferior calidad; o reemplazan una capa asfáltica por un pegoste asfáltico.

La impresión que dan estos deficientes servicios, es la de una falta de ingeniería en la conducción de los trabajos.

C-4. Falta de atención a los puentes y alcantarillas. Pareciera ser que las personas encargadas del mantenimiento de las carreteras, no les gustase revisar por debajo los puentes y las alcantarillas, para observar el estado en que éstas se encuentran. He tenido la oportunidad de revisar las alcantarillas de una carretera, las cuales encontré en estado ruinoso; y creo que la gente encargada del mantenimiento nada sabía de esta situación.

Considero que por falta de atención se derrumba mucho puente en nuestras carreteras. Si se prestase más atención a estos aspectos, se corrigiesen o canalizasen debidamente los cursos de agua, se hicieran a tiempo trabajos de recalzo en las fundaciones que estén amenazando derrumbarse, se pintaran debidamente los puentes metálicos para evitar que la corrosión dé cuenta de ellos,

se hicieran zampeados y obras de protección en los cabezales de las alcantarillas, etc., etc., no se derrumbarían tantos puentes y alcantarillas en las carreteras nacionales.

D) Factores de funcionamiento, o de tráfico

D-1. Carga por eje excesiva. Toda la vida se ha dicho, y se seguirá diciendo en este país, que las cargas que transitan por nuestras carreteras son extremadamente pesadas, que las cargas por eje (sin ningún control) sobrepasan todas las especificaciones de todos los países del mundo; que las presiones del inflado de los cauchos son excesivamente altas; que los resortes de los vehículos —para poder soportar esas cargas— son excesivamente rígidos, etc., etc. Este clamor no ha tenido repercusión de ninguna naturaleza, y por esta causa los pavimentos siguen y seguirán deteriorándose año tras año; y el país seguirá gastando ingentes sumas de dinero en reconstrucciones y reparaciones de carreteras. Se necesitaría construir pavimentos del tipo de los aeropuertos de primer orden para que resistan las cargas que día tras día destrozan nuestras carreteras.

D-2. Circulación de las ruedas más pesadas por la orilla del pavimento. Esta es una situación que puede observarse en la llamada carretera panamericana, en el tramo Caracas-Los Teques-Guayas, en la cual tomaron el hombrillo como trocha de circulación para los camiones. En esta forma pusieron a circular las ruedas más pesadas por la zona más débil del pavimento, la orilla. En este caso la cosa es más grave, pues existe una honda cuneta a continuación del hombrillo. El resultado de esta circulación, inadecuada bajo el punto de vista estructural, puede verse en los deterioros que se producen en la orilla.

D-3. Goteo de gasolina y asfalto. Muchas veces los vehículos gotean gasolina y como nuestros pavimentos son casi todos de tipo asfáltico, esto trae como consecuencia deterioros por disolución del bitumen. También sucede que los camiones cisterna que transportan asfalto RC2, con frecuencia gotean su contenido sobre el pavimento, desmejorándolo y causando daños.

D-4. Cargas de altura excesiva. En todas nuestras autopistas, pero especialmente en las de Caracas, puede verse que los puentes, en los pasos inferiores, han sido dañados casi en su totalidad por la parte inferior, debido a los golpes que han recibido de las voluminosas cargas, objetos o equipos pesados, que en camiones y gandolas trafican por nuestras carreteras sin ningún control de altura. Las vigas de concreto están rotas, con el acero descubierto, y muchas de ellas se han ido al suelo o ha habido necesidad de derribarlas por el peligro que constituían.

En épocas pasadas, para proteger los puentes de estructura metálica superior, se establecieron en las carreteras gabaritos, que no eran otra cosa que unos pórticos de acero que se colocaban por parejas, uno a cada lado del puente que se deseaba proteger y tenían una altura algo inferior a la del puente. Con el tiempo y el descuido esos gabaritos han desaparecido, muchos de ellos picados con soplete por los mismos transportistas, con el objeto de lograr pasar sus elevadas cargas por los puentes. Hoy día puede verse que casi todos, si no todos los puentes de armadura superior, tienen los portales rotos y doblados por los golpes que han recibido.

Una conclusión a que se llega después de la consideración de todos estos factores de tipo D, es a la necesidad ya urgente del ferrocarril, al menos para esas vías que soportan un tráfico demasiado pesado de gandolas, las cuales además de representar un peligro grande para los vehículos menores —ya han cobrado una cuota apreciable de víctimas.

Como un comentario final, y por considerarlo una causa de deterioro vial, voy a referirme a un aspecto que tiene que ver con el tan manido tema de la contaminación ambiental, se trata de los olores nauseabundos y pestilentes, que forzosamente tiene que inhalar el viajero que transite por la carretera Guatire-Caucagua, o por la pomposamente llamada Autopista Regional del Centro, entre Cortada de Maturín y Guayas, producidos por cochinerías ubicadas a los lados de la carretera, y por un incinerador de pollos podridos que opera cerca de Guayas.

DE MEXICO

Problemas de tránsito en el Distrito Federal

México, Distrito Federal, con 12.403 semáforos electrónicos, 1.940 cruces viales conflictivos, 156.000 kilómetros de calles, 2.400.000 automóviles y un déficit de 450.000 lugares de estacionamiento, enfrenta graves problemas de circulación debido a la escasa vigilancia y desperfectos continuos del sistema de regulación del tránsito. La falta de mantenimiento del equipo, las constantes fallas mecánicas de vehículos particulares en las llamadas horas-pico, han provocado que el promedio de velocidad sea entre 3 y 5 km/h, en contraste con el de Nueva York que es de 6,8 km/h, Montreal con 7,2 km/h y Londres con 6,3 km/h.

La Dirección General de Policía y Tránsito considera que a partir del 24 de noviembre pasado, en que se inició oficialmente la operación del nuevo sistema computarizado de semáforos, los congestionamientos se han reducido sustancialmente, teniendo en cuenta que las horas-hombre que se perdían a diario en la transportación en el D.F. significaban casi el 40 % del total de las horas de producción.

Proyectos viales y crisis económica

Por seguridad nacional y para aumentar la producción petrolera de exportación, la Secretaría de Gobernación del Estado de Chiapas y la PEMEX tienen interés en que concluyan los trabajos de la carretera fronteriza en ese Estado, que atraviesa la selva chiapaneca desde los lagos Montebello hasta la cabecera municipal de Palenque, para lo que se necesitan 13.000 millones de pesos (casi 87 millones de dólares a enero 1983). Su construcción se inició en 1980 con un presupuesto inicial de 3 millones de pesos para 463 km del tramo Palenque-Montebello, frontera con Guatemala, pero se suspendieron en mayo de 1982 porque la S.P.P. no autorizó el presupuesto.

En el mismo orden, no parece haber posibilidad de que las autoridades federales continúen la autopista México-Acapulco porque los recursos para carreteras serán para mejorar algunas o abrir otras pero no podrán hacerse inversiones cuantiosas.

Seguridad Vial

II SEMINARIO IBEROAMERICANO DE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL

Durante los días 22 a 26 de noviembre de 1982, se desarrolló en Buenos Aires el II Seminario Iberoamericano de Tránsito y Seguridad Vial, organizado por la Comisión Nacional del Tránsito y la Seguridad Vial dependiente de la Subsecretaría de Transporte del Ministerio de Obras y Servicios Públicos.

En la oportunidad, los delegados representantes de los gobiernos de Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Chile, Ecuador, El Salvador, España, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Perú, Portugal, Puerto Rico, Uruguay y Venezuela, consideraron en distintas sesiones de trabajo un programa y un temario preparado de acuerdo a las recomendaciones surgidas del I Seminario, reunido en Madrid entre el 23 y 27 de noviembre de 1981. Entre esos puntos se destacaron el estudio sobre la constitución de la Asociación Iberoamericana del Tránsito y la Seguridad Vial; prevención de accidentes y sus principales problemas (alcohol, ciclistas y peatones, velocidad, correajes de seguridad); formación del conductor (formas de preparación previa, exámenes inicial y periódicos); planes nacionales de seguridad vial y entes multidisciplinarios de coordinación; y educación vial.

Al término del programa de actividades, los asistentes **acordaron la creación de la Asociación Iberoamericana del Tránsito y la Seguridad Vial**, aprobando su Estatuto y ratificando para actuar como Secretaría General Provisional a la Delegación de España, al mismo tiempo que se aceptó el ofrecimiento de la Delegación de Brasil para realizar en Río de Janeiro la primera Asamblea de la Asociación en una fecha tentativa: el tercer trimestre de 1984. En

el Estatuto aprobado, se define la finalidad del nuevo ente como el de servir de órgano de cooperación e intercambio en materia de tránsito y seguridad vial, poniendo al alcance de todos sus miembros los métodos y técnicas que cada momento demande, en distintas materias: aspectos técnicos (regulación del tránsito, señalización vial, mantenimiento y conservación de carreteras, etc.); Educación Vial (infantil, escolar y de adultos; formación de conductores; campañas divulgativas); vigilancia y disciplina del tránsito (policía de tránsito, sanción de infracciones, comportamiento de conductores); acción normativa y organización administrativa.

La sesión de trabajo sobre prevención de accidentes acordó recomendar que se establezcan legalmente tasas alcohométricas o porcentuales, sobre las cuales se penalice la conducción de automotores incluyendo la inhabilitación parcial o definitiva y/o el trabajo social y/o la privación de la libertad, y que dichas tasas sean lo más reducidas posibles en función del ámbito socio-geográfico-económico en que se apliquen; que se establezcan precisas normas de circulación para ciclistas y peatones; y que la colocación de dispositivos de seguridad (correajes o cinturones) sea obligatoria como mínimo en los asientos delanteros de los vehículos de cuatro ruedas o mayores y su utilización obligatoria como mínimo en carretera y fuera de las zonas urbanas.

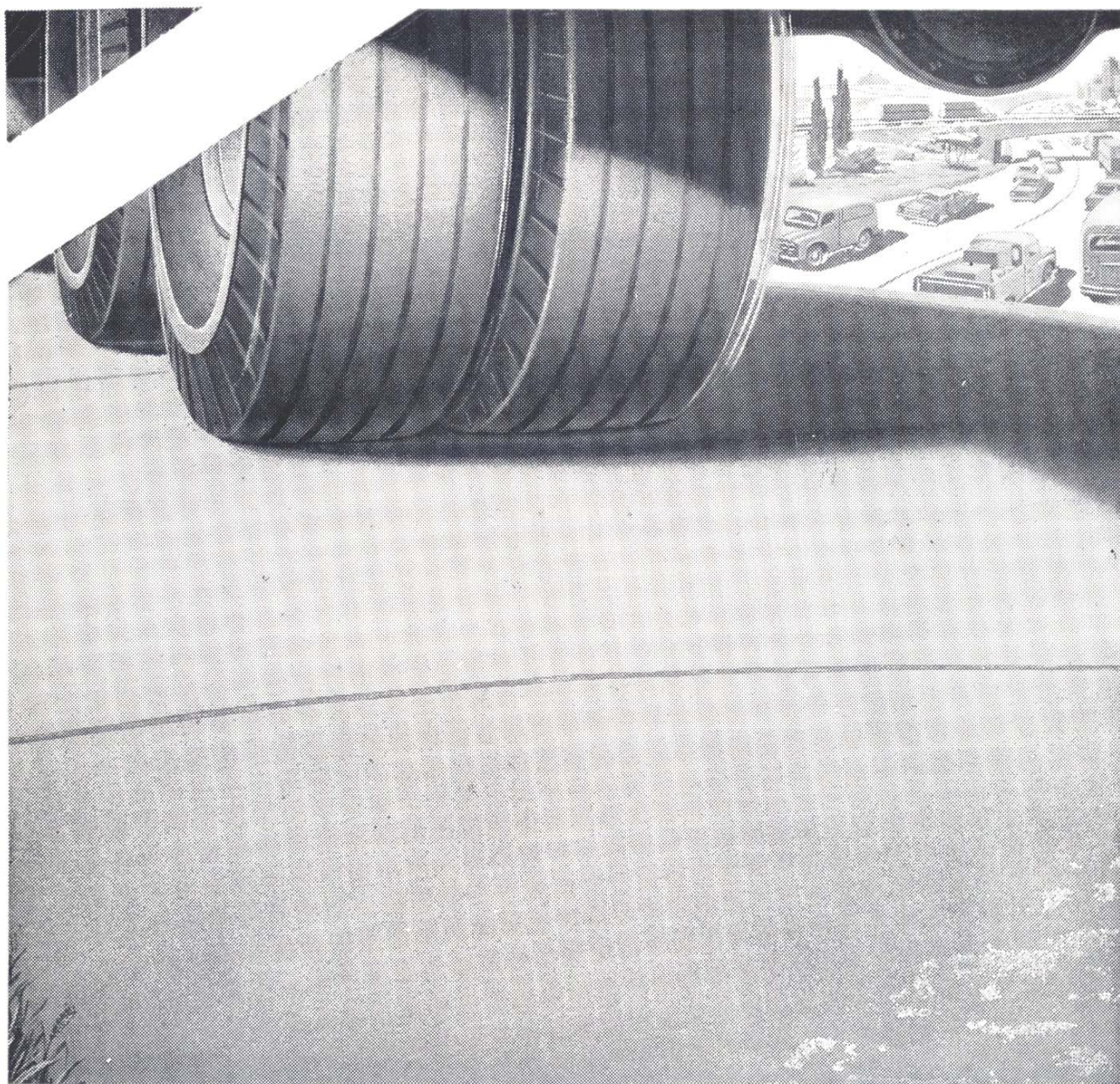
Con respecto a planes nacionales de seguridad vial y entes multidisciplinarios de coordinación, se resolvió recomendar que se creen comisiones nacionales de seguridad vial para el estudio y propuesta al gobierno de un plan, el seguimiento de

su cumplimiento y la coordinación de las acciones, teniendo en cuenta la uniformidad de exigencias y criterios, a fin de lograr normativas compatibles a nivel internacional.

Por fin, sobre el tema de Educación Vial, los delegados recomendaron establecer en aquellos países donde no lo esté, como un tratamiento multidisciplinario a todos los niveles de la enseñanza, la educación vial con carácter obligatorio; promover la educación vial a través de la educación sistemática, parasistemática y continuada con criterio integrador; utilizar al máximo los medios de comunicación para la divulgación de los mensajes relacionados con la seguridad vial; crear comisiones que entiendan por su carácter multidisciplinario en todo lo referente a la educación vial; y crear escuelas para capacitar formadores de conductores.

IV Reunión Regional de Seguridad Vial - Noroeste Argentino

Durante los días 22 al 25 de marzo de este año, la ciudad de Salta se constituyó en sede de la IV Reunión Regional de Seguridad Vial. Estas reuniones, convocadas por la Comisión Nacional del Tránsito y la Seguridad Vial, organismo multidisciplinario de la Subsecretaría de Transporte de la Nación, constituyen una de las etapas que integran el Programa Nacional de Difusión para la Seguridad Vial. El evento se llevó a cabo en el Salón Auditorio del Ministerio de Bienestar Social, participando del mismo autoridades provinciales y organismos competentes de Salta, Tucumán, Santiago del Estero, Jujuy, La Rioja y Catamarca.



Pavimentos de Hormigón

DURACION A TODA PRUEBA

INSTITUTO DEL CEMENTO PORTLAND ARGENTINO

SECCIONALES: CORDOBA: Avda. Gral. Paz 70, Córdoba - TUCUMAN: 25 de Mayo 30, San Miguel de Tucumán -
LA PLATA: Calle 48 Nº 632, La Plata - **ROSARIO:** San Lorenzo 1047, Rosario (Santa Fe) - **MENDOZA:** San Lorenzo
170, Mendoza - **SAN JUAN:** Ignacio de la Roza 194, Oeste, San Juan - **BAHIA BLANCA:** Luis María Drago 23, Bahía
Blanca - **CORRIENTES:** Córdoba 1164, Corrientes - **NEUQUEN:** Avda. Argentina 251, Neuquén - **DEPARTAMENTO**
DE INVESTIGACIONES: Ensayos estructurales: Capitán Bermúdez 3958, frente Acceso Norte, Partido Vte. López.



**Empresa Lider
en desarrollar y producir:**

- Las Alcantarillas de chapa Ondulada "Tipo Encajable"
- Las Estructuras "MULTI-PLATE" - Las Chapas "TUNNEL LINER"
- Las Defensas Metálicas "FLEX-BEAM"



**Anuncia ahora la fabricación
en ARGENTINA de las Estructuras
"SUPER SPAN"
que permiten salvar luces de hasta
15 metros**

Para información adicional:

ARMCO ARGENTINA S. A.

División Productos para la Construcción
Corrientes 330 (1378) Bs. As.

Tel. 311 - 6215

Sucursales:

Arturo M. Bas 22 - P. 3 - Of. 2

Tel. 46718 (5000) Córdoba

Sarmiento 859 - P. 2 - of. 12

Galería Rosario - Tel. 217434

(2000) Rosario

ARMCO ARGENTINA S.A.