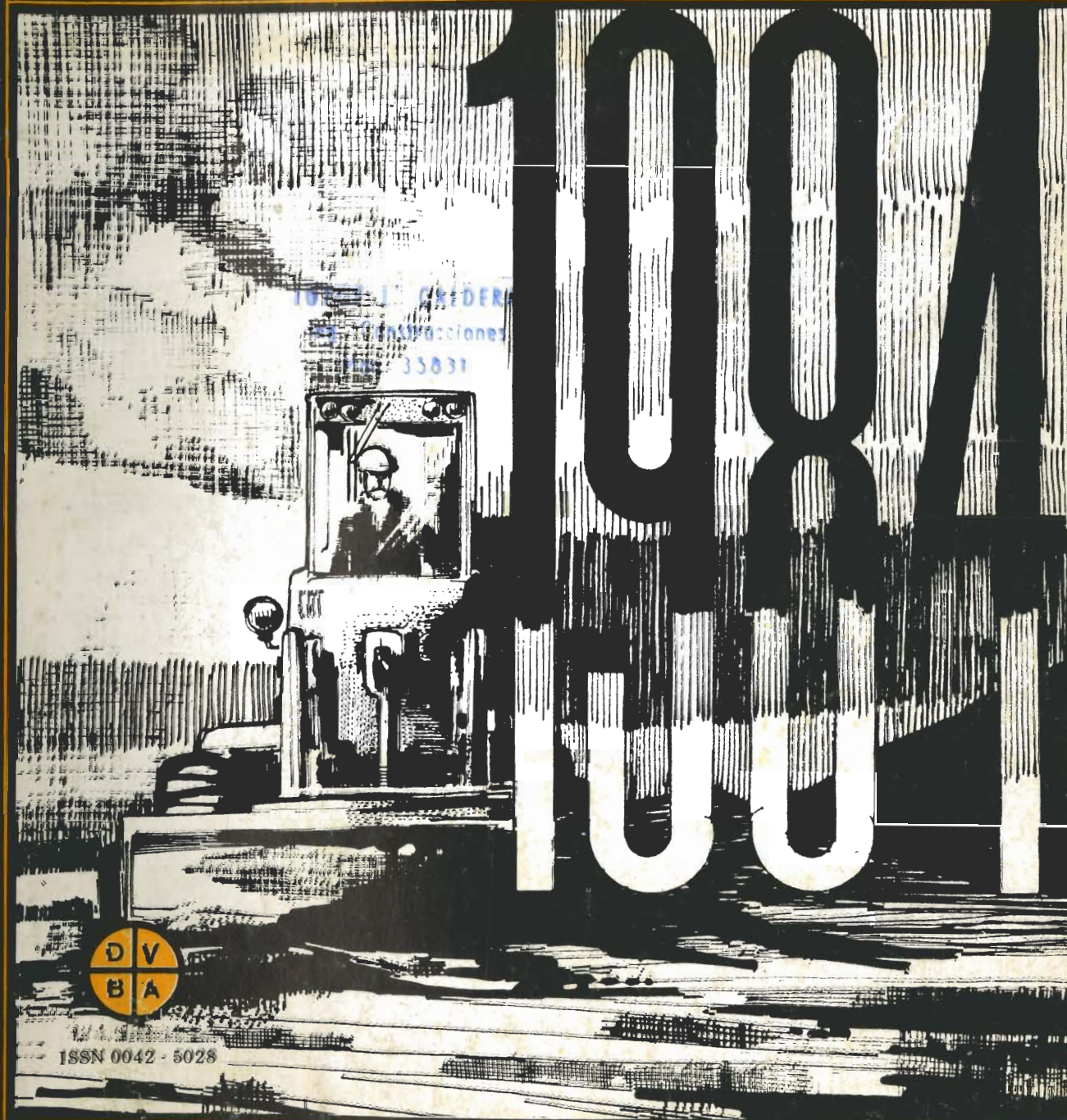


República Argentina  
Prov. de Buenos Aires

# VIALIDAD

Nº 88  
AÑO 1984



VIALIDAD - REVISTA DE LA DIRECCION DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES - AÑO XXV - AÑO 1984 - Nº 88



ISSN 0042 - 5028

JORGE L. CALDERA  
Ing. Construcciones  
Mat. 35831

REPUBLICA ARGENTINA  
PROVINCIA DE BUENOS AIRES  
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS

GOBERNADOR DE LA PROVINCIA	Dr. Alejandro Armendáriz
VICEGOBERNADORA	Arq. Elva Roulet
MINISTRO DE OBRAS Y SERVICIOS PUBLICOS	Ing. Daniel A. Castro
SUBSECRETARIO DE OBRAS PUBLICAS	Ing. Juan Carlos Albamonte
SUBSECRETARIO DE PLANEAMIENTO Y CONTROL DE GESTION	Ing. Juan Carlos Delorenzo
ADMINISTRADOR GENERAL DE VIALIDAD	Ing. Mario Augusto Ripa
SUB ADMINISTRADOR	Ing. Matías Yuffe
INGENIERO JEFE	Ing. Oscar Guillermo Scally

DIRECTORES	
Construcciones	Ing. Carlos Salomón López
Conservación	Agr. Norberto Chisari
Estudios y Proyectos	Ing. Nancy Villabona de Suárez
Vialidad Urbana	Ing. Enrique Silvio Benaglia

SUBDIRECTORES	
Construcciones	Ing. Salomón Zagorsky
Estudios y Proyectos	Agr. Jorge Chiabrando
Administración	Sra. Gloria Gratti
Conservación	Ing. Guillermo Cabana
Vialidad Urbana	Ing. Juan Alberto Domian
Zona I	Ing. Emilio Mario Soffiantini
Zona II	Agr. José María Scasso
Zona III	Ing. Roberto Luis Dapino
Zona IV	Ing. Salvador Elio Carpaneto
Zona V	Agr. Mario Domingo Garcia
Zona VI	Ing. José B. Roque Lapi
Zona VII	Ing. Abel Angel Speroni
Zona VIII	Agr. Eberto José Perez
Zona IX	Ing. Alberto Oscar Rossi
Zona X	Agr. Orlando René Ponte
Zona XI	Agr. Juan Carlos Cordisco
Zona XII	Ing. Víctor Rodolfo Fernandez

COMISION PERMANENTE DE PUBLICACIONES

Ingeniero	Matías Yuffe
Ingeniero	Oscar Guillermo Scally
Ingeniero	Nancy Villabona de Suárez
Ingeniero	Daniel Lugones
Ingeniero	Gustavo Soprana

# VIALIDAD

REVISTA DE LA DIRECCION DE VIALIDAD

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS

PROVINCIA DE BUENOS AIRES - ARGENTINA

Año XXVI

Año 1984

Nº 88



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

Publicación anual  
Técnico - informativa

DIRECCION DE VIALIDAD  
DE LA PROVINCIA  
DE BUENOS AIRES

Calle 7 Nº 1175 - La Plata  
Buenos Aires - Argentina

## SUMARIO

	Página
Nota Editorial .....	3
En un sencillo pero cálido acto, Vialidad festejó el día del camino .....	4
Discurso del Sr. Subadministrador General Ing. Matías Yuffe, en nombre de los agentes que al 5 de octubre de 1984, cumplieron 25 años de servicio en la repartición .....	7
Análisis de la zonificación vial provincial .....	11
Decreto Nº 1144 .....	17
Decreto Nº 1174 .....	19
Se realizó la licitación para contratar la Adquisición de 36 motoniveladoras .....	21
Estudio para la determinación de la capacidad portante de una pista de aterrizaje .....	23
Primeras experiencias de utilización de deflectógrafos LACROIX .....	37

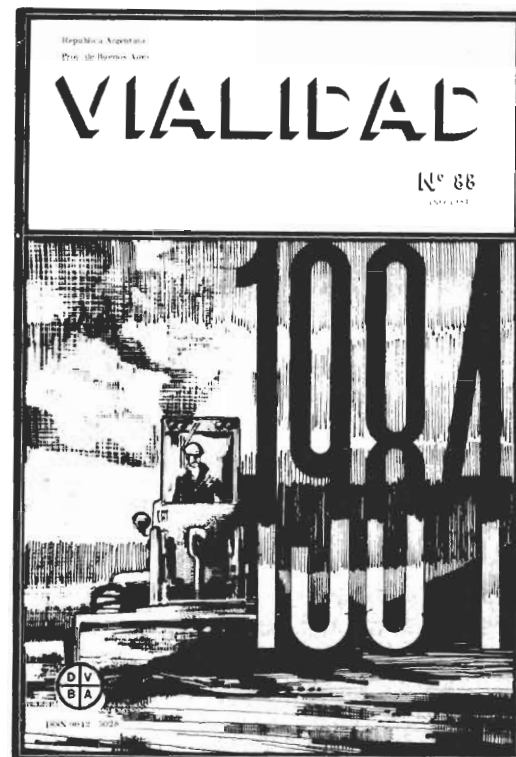
Los artículos pueden reproducirse citando la fuente.

Registro de la propiedad intelectual Nº 586.585

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



## Nuestra Portada



*El año 1984, fue un año distinto para todos los argentinos. Fueron 365 días de plena vigencia de la democracia. Vialidad acompaña esta nueva etapa con el fiel compromiso de volcar todo su esfuerzo a la reactivación del sector, preservando, mejorando y construyendo nuevos caminos, que abran las fronteras del desarrollo nacional.*

**Coordinación y Supervisión  
Period. Oscar Alfredo Rossi**

**Fotografía  
Néstor O. Aguirre  
Hugo Delía**

**Diseño  
Willy Ocampo**

**Composición en frío:  
MAKO Editora**

## Nota editorial

A partir del presente número se reanuda la publicación de nuestra Revista, que a lo largo de más de dos décadas posibilitó la materialización del vínculo que nos une al quehacer vial nacional.

Inconvenientes de tipo operativo felizmente superados determinaron una interrupción en la secuencia editorial, y a ello obedece que se haya cubierto la totalidad del año 1984 a través del N° 88, y el primer semestre por medio del N° 89 previéndose un carácter semestral para el N° 90, y cutrimestral para los subsiguientes.

En consecuencia, la Comisión de Publicaciones queda, como siempre, a disposición de los lectores para atender a las sugerencias que deseen formular, recibiendo asimismo todo tipo de colaboración que permita perfeccionar el logro de su finalidad de extensión técnica.

## En un sencillo pero cálido acto, Vialidad festejó el día del camino

Con la presencia del Administrador General de Vialidad, Ing. Mario Ripa y del Ministro de Obras y Servicios Públicos de la provincia de Buenos Aires Ing. Daniel A. Castro, se llevó a cabo el acto central que, con motivo de celebrarse en todo el País el 5 de Octubre el 'Día del Camino', se realizó en la sede de la Dirección Provincial de Vialidad.

En la oportunidad asistieron al acto, el vicepresidente primero de la cámara de senadores, licenciado Amilcar Zugriategui, el presidente de la Cámara de Diputados, Doctor Pascual Capellieri el Subsecretario de Obras Públicas, Ing. Juan Carlos Albamonte, el Fiscal de Estado Melchor Cruchaga y otros altos funcionarios.

Luego de Ejecutado el Himno Nacional, con el que dio inicio la celebración, hizo uso de la palabra, el señor Administrador General de Vialidad, Ing. Mario Ripa, quien se refirió a los motivos de la celebración y destacó el accionar futuro del Ente dentro de la democracia que gobierna en el País.

Siguiendo con la programación del acto, se procedió a la entrega de medallas recordatorias a los agentes que cumplieron 25 años de servicios en la repartición. Cabe destacar que luego de recibir la medalla que le correspondió, el señor Subadministrador, Ing. Matías Yuffe, hizo uso de la palabra para agradecer la distinción, en nombre del personal que fue reconocido por sus años de servicios.

Por último el Ministro de Obras Publicas, en representación del Gobernador de la Provincia de Buenos Aires, dirigió un



Administrador General de la Dcción de Vialidad  
Ing. Mario A. Ripa

mensaje en el que señaló que "el país ha cerrado un capítulo doloroso de su vida institucional y ha encarado la empresa histórica de refundar la vida republicana en el marco de la democracia, la libertad y la justicia. Partiendo de este marco de referencia, agregó, y en lo que concierne a la obra pública su objetivo es el de contribuir al desarrollo integral del territorio bonaerense, ayudando de esta manera junto con otras acciones de gobierno a revertir el ya histórico desequilibrio estructural que la provincia padece, para lo cual el plan vial que se estructure tendrá un rol significativo en la planificación de la obra pública". Luego de historiar la actividad vial de la provincia el ministro de Obras y Servicios Públicos expresó "En este 5 de octubre de 1984 con el país nuevamente en el camino de la democracia nos encontramos reunidos para comprometer, pueblo y gobierno, nuestros mayores esfuerzos y sacrificios para que definitivamente se cristalicen los principios de nustos hombres de mayo, y afirmar una vez más la necesidad de una convivencia progresista

dentro de la comprensión y la tolerancia En esta instancia debemos detenernos para rendir un sincero recuerdo a todos los hombres de esta institución que dieron lo mejor de sus vidas para llevar a este organismo al lugar de privilegio que alguna vez ocupara y que entre todos debemos recuperar".

### Nueva ley de Autarquía

El Ministro Ing. Castro anunció que "con la intención de rejerarquizar la repartición para que pueda cumplir con el rol protagónico que le ha sido asignado por el ministerio de Obras y Servicios Públicos, en la presente instancia histórica, el Poder Ejecutivo ha previsto la redacción de una nueva ley de autarquía. A tal efecto contará con el aporte de una comisión asesora integrada por representantes del ministerio y agentes de Vialidad, los que aportaran, a no dudarlo su valiosa experiencia y conocimiento sobre el particular".

JORGE L. CALDERA  
Ing. Construcciones  
Mat. 35831

DISCURSO DEL  
SR. SUBADMINISTRADOR  
GENERAL

## Ing. Matías Yuffe,

EN NOMBRE DE LOS  
AGENTES QUE AL  
5 DE OCTUBRE DE 1984  
CUMPLIERON 25 AÑOS  
DE SERVICIO EN LA  
REPARTICION.

Permítanme dirigirles la palabra en nombre de un grupo de agentes que ingresamos a la Repartición allá por los años 1958-59 cuando la Dirección de Vialidad recién cumplía, bajo esa denominación, sus primeros 25 años al servicio del proyecto, construcción y conservación de los caminos de la Red Provincial.

A partir de nuestro ingreso hemos sido **testigos y partícipes**, desde una u otra función, del quehacer vial de estos últimos 25 años.

Llegamos a la Repartición, y justo es reconocerlo, cuando la incorporación de personal se llevaba a cabo mediante riguroso concurso: cuando regía sus

destinos un Directorio integrado por representantes de las distintas Entidades Relacionadas con la temática vial; cuando recién se lanzaba un ambicioso Plan Vial Años 1959-63 minuciosa y detalladamente elaborado; cuando Vialidad ejercía con plenitud su propia autarquía y percibía íntegramente los recursos genuinos nacionales y provinciales; cuando su personal recibía un adecuado reconocimiento a su tan específica y particular labor a través de la vigencia de su propio estatuto - escalafón; cuando la Repartición ocupaba un lugar privilegiado dentro del contexto vial nacional; cuando su personal recibía capacitación técnica, administrativa y profesional a través de becas, conferencias y cursos y ya se programaba el establecimiento de la tan fructífera Escuela de Caminos instituida en el año 1960; cuando, en breve síntesis, la Repartición había asumido un rol preponderante en la obra pública de la Pcia. de Buenos Aires, en un marco de sobrada eficiencia técnica y absoluta responsabilidad y honestidad en su funcionamiento.

Varias de esas óptimas condiciones de operatividad se fueron diluyendo con el tiempo, tan es así que a fines de 1966 perdió su autarquía y su propio estatuto - escalafón y consecuentemente sufrió un permanente desmantelamiento de sus equipos, recursos y lo que es peor, de su invaluable material humano formado en la Casa.

Las cifras, a través del tiempo son bien elocuentes: De un plantel total de 6.288 agentes hoy en día cuenta con solo 1.826. En materia de equipos, de una dotación de 413 motoniveladoras, por dar un ejemplo, han quedado 76, muchas de ellas en estado casi obsoleto de **las cuales las últimas datan del año 1974. En lo referente a sus recursos específicos, el Fondo Provincial** instituido por Decreto - Ley N° 505/58 se fue cercenando a través de los años tan es así que actualmente solo el 9 0/0

de la recaudación total del impuesto a los combustibles se destinan al sector vial.

A pesar de todo ello Vialidad siguió adelante por su propia iniciativa y por el esfuerzo de su gente. Digamos solo, en apretada síntesis, que en el año 1959 se encontraban sin pavimentar entre otras, las siguientes rutas:

- \* R.N. 33  
desde Pigué a Gral. Villegas  
(construida luego por Vialidad Provincial).
- \* R.P. 85  
desde Tres Arroyos hasta R.N. 5
- \* R.P. 86  
Gral. Lamadrid - Juárez
- \* La misma R.P. 86  
Caseros - Tejedor - Gral. Villegas
- \* R.P. 51  
Bahía Blanca - Cnel. Pringles y desde Saladillo hasta Azul
- \* R.P. 73  
Tres Arroyos - Claromecó
- \* R.P. 55  
Lobería - Balcarce
- \* R.P. 30  
Tandil - Rauch - Las Flores
- \* R.P. 63  
Saladillo - Las Flores
- \* R.P. 41  
Baradero - Monte - R.N. 2
- \* Rutas Provinciales 36 y 11  
La Plata - Mar del Plata
- \* R.P. 65  
Gral. Arenales - Junín - 9 de Julio  
- Bolívar - Guaminí
- \* R.P. 6  
desde proximidades R.N. 2 hasta Luján
- \* R.P. 76  
Tornquist hasta proximidades de Laprida

Además en el año 1959 existían caminos pavimentados de solo 3 metros de ancho como la R.P. 74 desde Juárez a Gral. Madariaga y la R.P. 51.

Desde 25 de Mayo a Ramallo y un sinnúmero de cruces peligrosos que requerían alto - niveles o distribuidores de tránsito. Ni que decir de muchas localidades del interior de la Provincia sin vinculación por pavimento con las rutas provinciales.

Desde aquellos años de nuestro ingreso, una gran parte de las 219.000 horas vividas por cada uno de nosotros han transcurrido al servicio de Vialidad y nuestro modesto aporte, agregado al esfuerzo de los demás compañeros de trabajo, se refleja a través de los números: A fines del año 1958 la red primaria de la Provincia se hallaba pavimentada en 1.920 Km, sobre un total de 10.680. Al día de la fecha, la red troncal cuenta con 6.570 Km, pavimentados más otros 335 Km, en avanzada ejecución, todo sobre un total de 11.800

En síntesis, con el esfuerzo de todos Vialidad ejecutó en estos últimos 25 años a razón de un promedio de 200 Km de pavimentos nuevos anuales, amén de los ensanches y refuerzos de los ya existentes y la conservación de sus caminos de tierra a través de sus hoy restituidas 12 Zonas Camineras, todo lo que refleja no solo su importante aporte constructivo sino también su destacadísima actividad en materia de proyecto y mantenimiento de rutas.

A nivel individual, a través de nuestra actividad vial, cada uno de nosotros hemos cosechado amigos entrañables y a mi modesto entender entre tantas definiciones de la palabra "amigo" la mas representativa es la de nuestros propios criollos: "Un amigo es como uno mismo con distinto cuero". Los amigos viales no tienen horario administrativo son los que comparten la amistad durante todas las horas de todos los días, de una amistad que desborda los límites de alambrados del camino o de los

espesos muros de esta Casa y se extiende hasta sus hogares.

Algunos de ellos ya no se encuentran físicamente entre nosotros. Vaya hacia ellos nuestro reconocimiento y gratitud por la estima y la lealtad que nos brindaron. Que su sagrado recuerdo nos inspire en la verdad, la bondad y la paz.

Por todo lo expresado es que la simplemente llamada medalla de los 25 años que hoy recibimos, representa para cada uno de nosotros mucho más que unos granos de oro y una inscripción. En ella se refleja una larga e importante etapa de nuestra vida, desde aquellos inexpertos e impulsivos años juveniles, llenos de expectativa y esperanza, hasta estos más experimentados y serenos años del presente.

En nombre de quienes hoy recibimos la "redonda medalla de los 25 años" digo gracias a Vialidad, gracias por brindarnos el sustento con que formamos un hogar y ayudamos a crecer y a educar a nuestros hijos, gracias por aportarnos comprensión en nuestros momentos difíciles, gracias por posibilitar nuestro propio desarrollo técnico e intelectual, gracias por los amigos que conocimos bajo su techo y sobre sus rutas y gracias a tantos de sus maestros que nos enseñaron el A, B, C, del quehacer vial.

En este tan especial "Día del Camino" para nosotros, sean para Vialidad nuestros mejores deseos y esfuerzos para que, muy pronto, con todos los elementos y recursos de la técnica moderna pero por sobre ello con la comprensión, el respeto y la inteligencia de quienes la integran, retorne a una real y plena autarquía que permita revertir el proceso de deterioro que ha sufrido y alcanzar nuevamente un grado óptimo de capacidad operativa que la ubique en un lugar distinguido de la vialidad del País.

Al Sr. Gobernador de la Provincia, al Sr. Ministro de Obras y Servicios Públicos, a los señores funcionarios,

a los Sres. Legisladores, a los representantes de las distintas Instituciones relacionadas con Vialidad, a los miembros de las Comisiones Directivas de la Asociación del Personal y del sector profesional y a todos ustedes les agradecemos profundamente que compartan estos momentos tan gratos y especiales para nosotros.

Por último, me permito significarles nuestro más caro anhelo de que quienes ingresen de aquí en más a Vialidad, la encuentren en iguales o mejores condiciones de funcionamiento a las vigentes hace ya 25 años. Que así sea, como la respuesta más positiva a una pregunta que la humanidad toda se formula desde hace siglos.

¡Sino ahora, cuando?

Feliz "Día del Camino" para todos -  
MUCHAS GRACIAS

LA PLATA, 5 de Octubre de 1984

A continuación se ofrece la lista del personal vial que recibió la medalla recordatoria de los 25 años de servicio en la repartición.

YUFFE, Matías  
BALDONI, Ricardo Omar  
DI FAO, Antonio  
ALARCON, Jorge Raúl  
BENITEZ, Héctor Luis  
BONICATTO, Martha Dora  
CANO, Carlos Gregorio  
CIRACO, Mario Oscar  
CLAUDIO, Horacio Silvano  
D'ALESSANDRO, Néstor Mario  
FERRARIO, TEOGENES Miguel Angel  
IGLESIAS, Lydia Constanza  
KRASELSKY, Israel Máximo  
ONESCHUC, Ricardo Andrés  
RUIZ GIL, Horacio  
SALDIAS, Amado Wladimir  
SCASO, Ethel Myriam  
SILVERO, Silva y Antonio  
VERON, Pedro Angel  
ZEOIL, Carlos Ramón  
CESSARIO, José Salvador  
FILA, Jorge Federico  
LOPEZ, Luis Antonio  
OLIVERO, Omar Enrique  
ROUX, Osvaldo  
VILLAR, Marciano  
ARIAS, Néstor Omar  
TORRES, Julio Lindolfo



BARBAZAN, Félix Oscar  
 CACHERO, Rodolfo Oscar  
 MORO, Willy Edgar  
 BAEZ, Raúl  
 BALDI, Angel Jesús  
 BOBBIO, Emilce Esther  
 BUSTILLO, Yolanda Ofelia  
 COMAN, Jorge Luis  
 FAVA, César Francisco  
 FLORIN, Juan Carlos  
 LIZZIERO, Miguel Angel  
 MAIDANA, Oscar Ismael  
 MALDONADO, Hugo Edgardo  
 PEREZ, Isabel Angela  
 RODRIGUEZ, Roberto Dardo  
 SANCHEZ, Rodolfo  
 SANTORO, Luis Alberto  
 ANSELMINO, Aldo Leonidas  
 TISEYRA, Hugo  
 BORIES, Andrés Martín  
 CASTELLANI, Raúl Daniel  
 FRAGOSA, Alfredo Mario  
 MUSSO, Osvaldo Andrés  
 NUÑEZ HUGUES, Dante  
 PASCUCCIO, Martiniano  
 ALMIENTO, Donato  
 BILINSKY, Miguel  
 DAPINO, Roberto Luis  
 DIAZ, Raúl  
 ESPINOSA, Raúl  
 GUGLIEMUCCI, Héctor Ismael  
 LUCERO, Ramón Horacio  
 MARCOS, Domingo Angel

PANDOLFI, Ubaldo Nazareno  
 PEREZ, Haydee Marina  
 PIÑERO, Dardo Argentino  
 SANTANGELO, Alfredo  
 LUJAN, Emir C.  
 GOGLINO, Pablo Godofredo  
 ADROVER, Francisco  
 BANEGAS, Dario Quiterio  
 MANGINI, Raúl Aníbal  
 MINERVINO José Alfredo  
 NOVO, Orlando Melchor  
 RIMOLI, Juan Carlos  
 GADDI, Ricardo Víctor  
 MACHADO, Roberto Eleuterio  
 SARTI, Carlos Alfredo  
 CARREÑO, José Albano  
 BOSES, Néstor Omar  
 GUILARDUCCI, Aníbal  
 HOYOS, Horacio Alcides  
 LOCASTRO, Ramón Juan  
 MEDRANO, Ernesto Bautista  
 URTIZBEREA, Héctor  
 PEREZ, Agustín Eduardo  
 SILVA, Julio Argentino  
 ALESANDRI, Roberto Oscar  
 BELMONTE, Juan Lorenzo  
 CAVOTTI, Raúl Hernan  
 DIMARCO, Antoino  
 LUCAS, Ernesto Bautista  
 PATAT, Martha Helena  
 GUION, Ricardo Carlos  
 PELLIZZARO, Noemí Delia  
 FERNANDEZ, Víctor Rodolfo

*Ante una propuesta de las autoridades de la Dirección de Vialidad, el Poder Ejecutivo de la Provincia de Buenos Aires, sancionó el decreto por el cual se aprobó la reimplantación de las 12 zonas camineras.*

*A continuación se ofrecen los fundamentos que se tuvieron en cuenta en dicha oportunidad, como así también los decretos que establecieron la nueva zonificación.*

#### 1. -- Consideraciones generales:

La zonificación vial de la Provincia de Buenos Aires, que data desde hace casi cincuenta años, fue instituida por Decreto N° 602 de 1934, tiene por objeto fundamental el afianzamiento del proceso de centralización normativa y descentralización operativa.

Para ello, el accionar de las zonas debe ser compatible con la estructura caminera actual, su desarrollo futuro y los requerimientos de su mantenimiento y conservación, de forma tal que por su número, ubicación y área de influencia, se encuentren orgánicamente preparadas para el manejo descentralizado y directo de los programas de construcción y conservación de la Red Vial Bonaerense consituída por:

- a. Red Provincial Pavimentada.
- b. Red Provincial de Caminos de Tierra
- c. Red Terciaria Vial - Municipal

En cada uno de estos casos, este accionar debe manifestarse según distintos grados de operatividad, acorde con las normas legales vigentes y que resulta conveniente analizar en detalle:

#### ANALISIS DE LA ZONIFICACION VIAL PROVINCIAL



a) La Red Provincial Pavimentada que alcanza a 8.078 km, es competencia exclusiva de la Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires, en la que se refiere a su desarrollo, reconstrucción y mantenimiento, siendo las zonas las encargadas de realizar la conservación, en función del estado de dicha red y de las condiciones de uso a que se halla sometida.

b) La Red Provincial de Caminos de Tierra, alcanza a 25.579 km, de los cuales 4.200 pertenecen a la Red Primaria, cuyo servicio de mantenimiento fuera transferido a los Municipios por Ley 9173/78, pero manteniendo la Dirección de Vialidad su jurisdicción, supervisión general, coordinación intermunicipal y asesoramiento técnico de los trabajos a cargo de la Comuna a efectos de proveer la integridad y continuidad de esa Red en toda la Provincia (Art. 4° Resolución N° 1.015/77). Consecuente con ello, la Dirección de Vialidad, dispone cuando lo considera necesario la programación y ejecución de las obras mayores de conservación, reconstrucción de terraplenes y obras de arte, rectificación y diseño geométrico de trazados y obras complementarias (Art. 5° - Resolución 1.015/77). La supervisión general, programación, proyecto y ejecución de estas tareas se realizan a través de las zonas camineras (Art. 6° - Resolución N° 1.015/77).

La necesidad de devolver a la Dirección de Vialidad, la competencia exclusiva del quehacer vial de la Provincia de Buenos Aires, en todos sus aspectos entre ellos la recuperación del servicio de mantenimiento de la Red Provincial de caminos de tierra, traerá aparejado un importante incremento de las tareas de conservación que realizan dichas zonas camineras.

c) La Red Terciaria o de Coparticipación Vial - Municipal, tiene una longitud aproximada de 70.000 km, es la que se halla incluida en el régimen instituido

por la ley 8071/73, y comprende a los caminos que integran la Red Municipal de la Provincia de Buenos Aires.

La Dirección de Vialidad es la Repartición competente para atender todos los aspectos que se refieren a la aplicación de este régimen. Esta función se ejerce por intermedio de las Zonas Camineras, cuyos Consejos Zonales son presididos por el Jefe de la Zona respectiva.

Lo expuesto, pone de manifiesto la diversidad de las tareas que deben asumir las Zonas Camineras, como entes operativos del quehacer vial provincial, condiciones éstas que exigen disponer de una adecuada distribución territorial y de los instrumentos técnico-legales suficientemente dinámicos para que la respuesta sea acorde, en tiempo y forma con la demanda que la genera.

## 2. Zonificación propuesta:

Para cumplir con los objetivos detallados en el punto I, se ha estudiado la posibilidad de modificar la actual zonificación de la Provincia de Buenos Aires de ocho (8) Zonas Camineras, incrementando su número a doce (12) mediante, la incorporación de las Zonas con asientos en Arrecifes, Chivilcoy Dolores y Saladillo, localidades en las cuales ya existían estos Organismos en la Zonificación Vial Vigente hasta el año 1978, aprovechando la infraestructura existente, puesto que hasta la fecha funcionan como Delegaciones de las respectivas Cabeceras, Junín, Mar del Plata y Azul.

Para delimitar la jurisdicción territorial de cada zona, en esta nueva zonificación se ha tenido fundamentalmente en cuenta los parámetros comparativos que permitan establecer el grado de utilización de las rutas en cada una de estas áreas, y consecuentemente la intensidad del servicio a prestar, obtenido en función de la longitud de

la Red Primaria y del tránsito medio diario anual, se llega así para cada zona a un número que expresa con vehículo x kilómetro x año el grado de utilización de la red que le corresponde.

Tomando como base este grado de utilización, se distribuyen las áreas territoriales, de forma tal que el mismo se mantenga dentro de un cierto rango que haga comparables los servicios a prestar por cada zona.

En el gráfico adjunto se observa la relación entre el tránsito medio diario anual de cada zona y el valor promedio de la Provincia, como asimismo en las Planillas correspondientes, se consignan para cada caso, la superficie geográfica, la densidad poblacional, la longitud de la Red Pavimentada y de Tierra, el tránsito medio diario anual y el grado de utilización de la Red Primaria, tomada como base para el estudio.

De estos elementos de juicio se deduce que diez (10) zonas se mantienen dentro de un cierto entorno y que las dos (2) restantes con asiento en Morón y La Plata, presentan características diferenciales que se reflejan en el elevado volumen del tránsito medio diario anual 3,14 y 2,13 veces respectivamente, el promedio provincial, generado fundamentalmente por la alta densidad poblacional y por la influencia de la Capital Federal y del Conurbano Bonaerense lo que obliga, como ocurre actualmente, a una mayor intensidad de los servicios de conservación en función de esta demanda.

Se consideró también en el estudio, que la zonificación debe contemplar en lo posible áreas de cierta

homogeneidad topográfica y edafológica, como asimismo el tipo de producción predominante, a efectos de facilitar y unificar las operaciones de conservación a cargo de las zonas.

Otro elemento de juicio importante es que las cabeceras para las áreas que se delimitan sean las más convenientes considerando los aspectos precedentes.

Para ello se han tenido en cuenta la infraestructura de edificios y comunicaciones existentes, propiedad de la Repartición y además que la ciudad cabecera cuente con un desarrollo comercial e industrial apto para constituirse en un centro de atracción que polarice las actitudes de la región dentro de la jurisdicción zonal.

Consecuente con estos presupuestos básicos, se han mantenido los asientos de las ocho (8) zonas actuales y las cuatro (4) a incorporar se las ubica en aquellas localidades que con anterioridad el Decreto N° 343/78, fueron sede de las mismas.

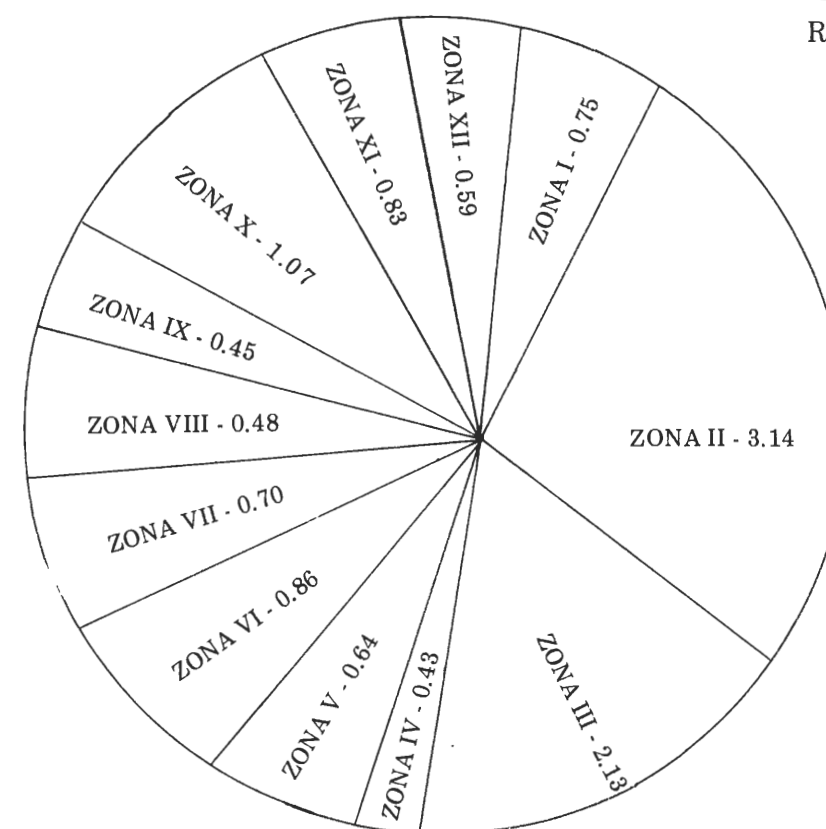
Con la nueva zonificación propuesta, de doce (12) Sub-Direcciones Zonales, se entiende que es posible atender con mayor eficiencia la Red Vial y aún en el caso de que la conservación de rutina de los Caminos de Tierra, actualmente a cargo de las Comunas por Ley 9173/78, se reintegre a la Dirección de Vialidad, la misma continuará siendo apta, resultando necesario, únicamente, proceder a un reequipamiento y adecuación de los planteles básicos acorde con las misiones y funciones asignadas a las Zonas Camineras.

Ingeniero Jefe, Enero de 1984

ZONA	Superficie Geográfica km <sup>2</sup>	Dens. Poblacional hab/km <sup>2</sup>	Longitud red Pavimentada km	Long red de tierra y/o mejorada km	Transito medio diario Anual Vehiculos /dia	IMDA respecto Promed. Prov.	Vehiculos x km x año (red Primaria) (millones)
I	15.088	23,72	614	1503	1.168	0,75	262
II	11.375	1.987,20	742	910	4.896	3,14	1326
III	18.152	1.771,19	1069	1728	3318	2,13	1295
IV	28.872	7,16	328	2875	665	0,43	80
V	17.700	12,15	403	2350	992	0,64	146
VI	14.488	7,61	310	1231	1340	0,86	152
VII	20.070	4,78	565	1643	1092	0,70	225
VIII	41.591	5,28	761	3325	658	0,48	183
IX	31.042	4,90	576	2542	705	0,45	148
X	22.093	56,56	819	2617	1670	1,07	499
XI	59.958	17,68	1230	3495	1300	0,83	584
XII	27.140	6,58	661	2360	916	0,59	221

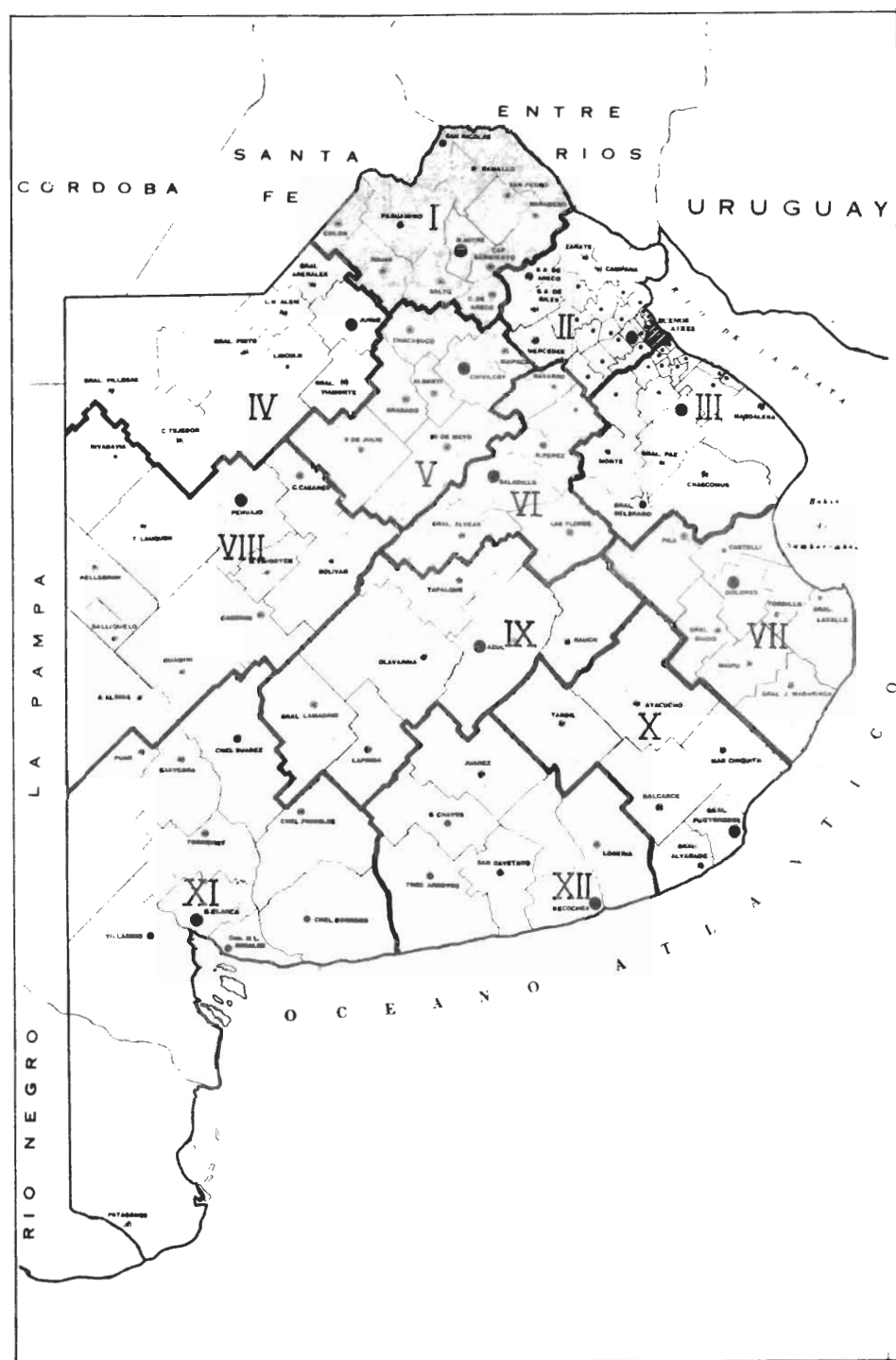
## Gráfico comparativo del tránsito medio diario anual de cada zona con respecto al valor promedio de la provincia

AÑO 1983  
RED PRIMARIA



## JURISDICCION ZONAL DE LA DVBA

de acuerdo a Resolución N° 317  
del Sr. Administrador General  
Ing. Mario A. Ripa



DECRETO N° 1144  
Del Poder Ejecutivo  
de la Pcia. de Bs. As.

La Plata, 21 de Febrero de 1984

VISTO la necesidad de devolver a la Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires, dependiente del Ministerio de Obras y Servicios Públicos, la competencia exclusiva del quehacer vial de la Provincia de Buenos Aires, en todos sus aspectos desde la confección de sus proyectos hasta la ejecución de las obras y conservación de las mismas, y

## CONSIDERANDO:

Que dichas atribuciones le fueron restringidas por sucesivos actos de gobierno, lo que culminó con la sanción del Decreto 343/78, que dispuso la reducción de las Zonas Camineras que la integraban en un total de 12 a 8;  
Que la experiencia ha demostrado que volver nuevamente a las doce Zonas originales es el medio más eficaz para lograr el cumplimiento cabal y completo de los altos fines de utilidad pública como los que persigue esa Repartición;

Que la Dirección de Vialidad es uno de los tantos Organismos Oficiales, que tiene asignada funciones de capital importancia, llamadas todas al cumplimiento de intereses colectivos y no pudiendo en la actualidad realizarlos en su totalidad con la estructura zonal vigente;  
Que se estima haber dado un paso de avanzada en materia de organización zonal lo cual en la práctica sin duda alguna ha de dar sus frutos a poco que se le permita su desenvolvimiento

sin trabas de ninguna índole a fin de demostrar sobre la marcha su bondad;  
Que el tipo de organización propuesto permitirá que el esfuerzo técnico de la Repartición se vuelque totalmente en el ámbito de su especialidad con el consiguiente beneficio para toda la Provincia de Buenos Aires;

Que las cuatro Zonas que se propicia crear, actualmente vienen desempeñándose como Delegaciones de Zonas cabeceras, con una magnitud de tareas similares a su principal, existiendo una infraestructura de edificios y comunicaciones de propiedad de la Repartición que posibilita el inicio de las tareas;

Por ello,

EL PODER EJECUTIVO DE LA  
PROVINCIA DE BUENOS AIRES,

## DECRETA:

ARTICULO 1º: Apruébase para la Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires, dependiente del Ministerio de Obras y Servicios Públicos, la nueva estructura de Zonas Camineras en un total de doce para el ámbito de la Provincia de Buenos Aires.

ARTICULO 2º: Dispónese como Asiento de Zonas las localidades que a continuación se indican:

Subdirección Zona Ia - ARRECIFES  
Subdirección Zona IIa - MORON  
Subdirección Zona IIIa - LA PLATA  
Subdirección Zona IVa - JUNIN  
Subdirección Zona Va - CHIVILCOY  
Subdirección Zona VIa - SALADILLO  
Subdirección Zona VIIa - DOLORES  
Subdirección Zona VIIIa - PEHUAJO  
Subdirección Zona IXa - AZUL  
Subdirección Zona Xa - MAR DEL PLATA  
Subdirección Zona XIa - BAHIA BLANCA  
Subdirección Zona XIIa - NECOCHEA

ARTICULO 3º. Apruébase la estructura orgánico funcional de las ya citadas doce Zonas, de acuerdo con el siguiente detalle

**SECCION II - INGENIERO JEFE****SUBDIRECCION ZONA Ia - ARRECIFES**

División Administrativa  
Departamento Operaciones  
División Conservación  
División Técnica

**SUBDIRECCION ZONA IIa - MORON**

División Administrativa  
Departamento Operaciones  
División Conservación  
División Técnica

**SUBDIRECCION ZONA IIIa - LA PLATA**

División Administrativa  
Departamento Operaciones  
División Conservación  
División Técnica

**SUBDIRECCION ZONA IVa - JUNIN**

División Administrativa  
Departamento Operaciones  
División Conservación  
División Técnica

**SUBDIRECCION ZONA Va - CHIVILCOY**

División Administrativa  
Departamento Operaciones  
División Conservación  
División Técnica

**SUBDIRECCION ZONA VIa - SALADILLO**

División Administrativa  
Departamento Operaciones  
División Conservación  
División Técnica

**SUBDIRECCION ZONA VIIa - DOLORES**

División Administrativa  
Departamento Operaciones  
División Conservación  
División Técnica

**SUBDIRECCION ZONA VIIIa - PEHUAJO**

División Administrativa  
Departamento Operaciones  
División Conservación  
División Técnica

**SUBDIRECCION ZONA IXa - AZUL**

División Administrativa  
Departamento Operaciones  
División Conservación  
División Técnica

**SUBDIRECCION ZONA Xa - MAR DEL PLATA**

División Administrativa  
Departamento Operaciones  
División Conservación  
División Técnica

**SUBDIRECCION ZONA XIa - BAHIA BLANCA**

División Administrativa  
Departamento Operaciones  
División Conservación  
División Técnica

**SUBDIRECCION ZONA XIIa - NECOCHEA**

División Administrativa  
Departamento Operaciones  
División Conservación  
División Técnica

**ARTICULO 4º:** Apruébanse las misiones y funciones establecidas en los Anexos 1/5 del presente decreto.

**ARTICULO 5º:** Autorízase al señor Administrador General de la Dirección de Vialidad, a distribuir los partidos de la Provincia de Buenos Aires sobre los que tendrán jurisdicción cada una de las Zonas nominadas en el artículo 2º

**ARTICULO 6º:** A partir de la vigencia de este decreto, la estructura aprobada será la única válida de las zonas camineras de la Dirección de Vialidad de la Provincia, quedando derogada en consecuencia toda otra norma que disponga sobre la materia, en cuanto se oponga o resulte sustituida por el presente.

**ARTICULO 7º:** El presente decreto será refrendado por el Señor Ministro Secretario en el Departamento de Obras y Servicios Públicos.

**ARTICULO 8º:** Comuníquese, publíquese, dése al Registro y Boletín Oficial y archívese.

**DECRETO N° 1174**

Del Poder Ejecutivo  
de la Pcia. de Bs. As.

La Plata, 22 de febrero de 1984

VISTO que por Decreto n° 1144/84 se aprobó la Estructura Orgánica funcional de las Doce (12) Zonas Camineras de la Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras y Servicios Públicos, y

**CONSIDERANDO:**

Que consecuentemente con ello y a fin de poner en funcionamiento la nueva estructura aprobada, resulta necesario cubrir los cargos del Agrupamiento Jerárquico correspondientes a Sub-Directores, conforme a la propuesta formulada por las autoridades de dicha Repartición;

Que de las doce (12) zonas aprobadas, en ocho (8) de ellas corresponden confirmar a los Sub-Directores que vienen desempeñándose como titulares desde la anterior estructura, debiéndose designar interinamente los Sub-Directores de cuatro (4) zonas restantes, conforme a lo establecido en el artículo 125º del Decreto-Ley n° 8.721/77;

Por ello,

EL GOBERNADOR DE LA  
PROVINCIA DE BUENOS AIRES

**DECRETA:**

**ARTICULO 1º:** Confírmase, por los motivos enunciados precedentemente, en la Jurisdicción 05 - MINISTERIO DE OBRAS Y SERVICIOS PUBLICOS, Item 01, Dirección de Vialidad, en los

cargos de Sub-Director, Clase I, Código 6-0000-I, Categoría 18, Agrupamiento 6) Personal Jerárquico, al siguiente personal pertenecientes a las zonas camineras que en cada caso se indican:  
SUB-DIRECTOR ZONA IIa, MORON, Agrimensor SCASSO, José María (M.I. 1.314.047, Clase 1915)  
SUB-DIRECTOR ZONA IIIa, LA PLATA, Ingeniero SCALLY, Oscar Guillermo (M.I. número 5.143.527 Clase 1933), dejándose establecido que la confirmación del cargo del citado profesional, es al solo efecto de la reserva del mismo de acuerdo al artículo 15 del Decreto-Ley n° 8.721/77;  
SUB-DIRECTOR ZONA Va, CHIVILCOY, Agrimensor GARCIA, Mario Domingo (M.I. número 1.436.128, Clase 1928);  
SUB-DIRECTOR ZONA VIIIa, PEHUAJO, Agrimensor PEREZ, Eberto José (M.I. 5.032.750, Clase 1933);  
SUB-DIRECTOR ZONA IXa, AZUL, Ingeniero ROSSI, Alberto Oscar (M.I. 5.298.094, Clase 1933);  
SUB-DIRECTOR ZONA Xa, MAR DEL PLATA, Agrimensor PONTE, Orlando René (M.I. número 5.346.963 Clase 1928);  
SUB-DIRECTOR ZONA XIa, BAHIA BLANCA, Agrimensor CORDISCO, Juan Carlos (M.I. número 5.382.486 Clase 1943);  
SUB-DIRECTOR ZONA XIIa, NECOCHEA, Ingeniero FERNANDEZ Víctor Rodolfo (M.I. número 5.346.994 Clase 1928);  
**ARTICULO 2º:** Designase, en forma interina, en la Jurisdicción 05 - MINISTERIO DE OBRAS Y SERVICIOS PUBLICOS, Item 01, Dirección de Vialidad, en los cargos de Sub-Director, Clase I, Código 6-0000-I, Categoría 18, Agrupamiento 6) Personal Jerárquico, en las condiciones que establece el Artículo 125º del Decreto-Ley n° 8.721/77, al siguiente personal pertenecientes a las zonas camineras que en cada caso se indican;



SUB-DIRECTOR ZONA Ia, ARRECIFES, Ingeniero SOFFIANTINI Emilio Mario (M.I. número 4.970.659 Clase 1944), perteneciente al Agrupamiento 5) Personal Profesional Clase II, Código 5-0098-II, Ingeniero Vial "B", Categoría 15;

SUB-DIRECTOR ZONA IIIa, LA PLATA, Ingeniero DAPINO, Roberto Luis (M.I. 5.183.266, Clase 1940), perteneciente al Agrupamiento 5) Personal Profesional, Clase I, Código 5-0097-I, Ingeniero Vial "A", Categoría 17, ratificándose dicha designación dispuesta por Decreto n° 331/84.

SUB-DIRECTOR ZONA IVa JUNIN Ingeniero CARPANETO, Salvador Elio (M.I. 4.952.317, Clase 1935), perteneciente al Agrupamiento 6)

Personal Jerárquico, Clase II, Código 6-0000-II, Jefe Departamento, Categoría 16;

SUB-DIRECTOR ZONA VIa, SALADILLO, Ingeniero LAPI, José Bindo Roque (M.I. número 7.385.499, Clase 1929), perteneciente al Agrupamiento 5) Personal Profesional, Clase I, Código 5-0097-I, Ingeniero Vial "A" Categoría 17;

SUB-DIRECTOR ZONA VIIa DOLORES. Ingeniero SPERONI, Abel Angel (M.I. 5.275.908, Clase 1924), perteneciente al Agrupamiento 5) Personal Profesional, Clase I, Código 5-0097-I Ingeniero Vial "A", Categoría 17.

**ARTICULO 3º:** Autorízase el pago de los haberes del personal afectado por la reestructuración dispuesta por el Decreto n° 1144/84, en la situación de revista que poseían en la estructura anterior, hasta CIENTO OCHENTA (180) días corridos, plazo este que se le otorga a la Dirección de Vialidad del MINISTERIO DE OBRAS Y SERVICIOS PUBLICOS para aprobar los respectivos Planteles Básicos, de acuerdo a los Artículos 3º y 4º del citado decreto; el personal mencionado en los Artículos 1º y 2º, percibirán sus haberes de acuerdo con el carácter de la presente designación.

**ARTICULO 4º:** El presente Decreto será refrendado por el señor Ministro Secretario en el Departamento de Obras y Servicios Públicos.

**ARTICULO 5º:** Comuníquese, publíquese, dése al Registro y Boletín Oficial y archívese.

## Se realizó la licitación para contratar la adquisición de 36 motoniveladoras

Bajo la presidencia del señor Administrador General, Ing. Mario A. Ripa, se llevó a cabo el acto por el cual se procedió a iniciar la licitación pública para contratar la adquisición de 36 motoniveladoras. El acto se realizó el día 5 de noviembre de 1984, y asistieron al mismo; el señor Sub-administrador: Ingeniero don Matias Yuffe; el señor Ingeniero Jefe don Oscar G. Scally; la señora Sub-directora de Administración doña Gloria Gratti, el Jefe del Departamento Administrativo, Interino don Walter Ivan Fallesen. Se hallaban también presentes el señor Ministro de Obras y Servicios Públicos, Ingeniero Civil don Daniel A. Castro; el señor Subsecretario de Obras y Servicios

Públicos Ingeniero Juan Carlos Albamonte; el Escribano adscripto de la Escribanía General de Gobierno, don Enrique Tercero Saraví, el señor Director de Conservación Agr. Norberto Chisari, el señor Contador Delegado don Roberto Brunand, el señor Jefe de la División Licitaciones y Contratos don Carlos Raimondi y público asistente.

La licitación pública fue autorizada por resolución número 1836 de fecha 11 de Octubre del corriente año, obrando a fojas 111 del expediente 2410-8-1252/84, para contratar la adquisición de treinta y seis (36) motoniveladoras sobre rodado neumático, autopropulsadas con motor Diesel de 120 H.P. de potencia intermitente en el volante, de fabricación nacional, cuyo presupuesto oficial asciende a la suma de \$a. 342.000.000.

A continuación se informa sobre las cuatro propuestas presentadas:

**PRIMERA PROPUESTA:** Corresponde a la firma MAQUINARIAS MEREX S.A. que cotiza las 36 motoniveladoras en la suma de \$a. 503.568.000, adjunta pliego de condiciones, nota aclaratoria, declaración jurada aceptando jurisdicción, nota citando usuarios estatales, provinciales, municipales y privados de motoniveladoras; listado, prospecto, memoria, balance, folletos ilustrativos, pagaré a la vista por la suma de \$a. 25.178.400, que cubre el 5 % de su oferta y fija domicilio en la calle 58 nro. 625 de La Plata.

**SEGUNDA PROPUESTA:** Corresponde a la firma VIALVEN S.A. que cotiza las 36 motoniveladoras en la suma de \$a. 403.627.536, adjunta pliego de condiciones, planillas de datos a suministrar; pagaré a la vista por la suma de \$a. 21.600.000 que cubre el 5 % de su oferta, nota, referente a su carácter de representante exclusivo de Siam S.A.; declaración jurada aceptando jurisdicción, descripción, servicios, repuestos para motoniveladoras; especificaciones; y fija domicilio legal



en Paraná 4510-Olivos-Provincia de Buenos Aires.

Presenta también Memoria y Balance General al 28 de febrero del cte. año y Ejercicio Económico y Balance General de Siam S.A.

**TERCERA PROPUESTA:** Corresponde a la firma KLIA S.A. que cotiza las 36 motoniveladoras en \$a. 637.920.000, presenta oferta alternativa con respecto al plazo de entrega cotizando cada motoniveladora en \$a. 15.600.000, acompaña pliego de condiciones, pagará a la vista por la suma de \$a 31.896.000 que cubre el 5 0/o de su oferta, prospecto, nota ofreciendo oferta, nota de repuestos, Memoria y Estados Contables, Poderes Generales y fija domicilio en la calle 45 N° 1215 de La Plata.

#### CUARTA Y ULTIMA PROPUESTA:

Corresponde a la firma ASTARSA S.A. que cotiza las 36 motoniveladoras en la suma de \$a. 511.200.000, acompaña pliego de condiciones, pagará a la vista por la suma de \$a. 28.800.000 que cubre el 5 0/o de su oferta detalle sobre la propuesta presentada, sugerencia de repuestos; notas de distintas Municipalidades, referencia sobre licitación, contrato con la Dirección Provincial de Vialidad -Santa Fe-; lista de usuarios, nota de la Dirección General de Información Industrial prospectos; planillas de datos y fija domicilio en la calle Solís y Río Luján Tigre - Provincia de Buenos Aires.

Siendo las 15,44 y no habiendo más propuestas, se dio por finalizado el acto, previa lectura y ratificación de la presente, que firmaron de conformidad las autoridades y el público asistente.

## Estudio para la determinación de la capacidad portante de una pista de aterrizaje

Ing. Omar Sotero Infante

El estudio consistió en determinar la vida útil de la pista, en función de la cantidad de operaciones anuales, teniendo en cuenta los tipos de aviones que allí operan y características estructurales de la pista.

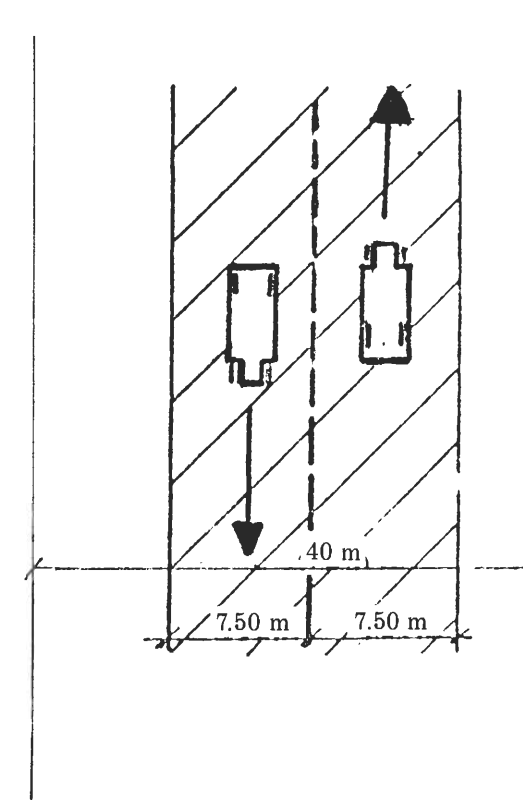
#### I) Determinación de las características estructurales de la pista

- a) Características geométricas.  
40 m de ancho  
2100 m de largo
- b) Características superficiales  
Capa de rodamiento: asfáltica

A los efectos de comenzar el estudio de las características estructurales, se realizó del mismo modo que lo que se usa en pavimentos asfálticos de la red pavimentada de la Pcia. de Buenos Aires en base a un ensayo de deformación, bajo una carga standarizada que es

Deflexión con Viga Benkelman, ensayo no destructivo ya con una amplia difusión en nuestro país.

Se realizaron ensayos de deflexión cada 20 mts. en ambas franjas laterales al eje de la pista, con rueda interna y rueda externa de acuerdo al siguiente esquema:



Se eligió la franja total de 15 mts. pues es la que normalmente tocan los trenes de aterrizaje de los aviones que en ella operan.

En cada punto se determinó la deflexión máxima (Dmáx.) y la Deflexión a 25 cm (D 25) de acuerdo a gráfico y planillas que se adjuntan.

Se realizó el estudio estadístico a los efectos de determinar los valores característicos de la pista y cuyos resultados son los siguientes:

TRAMO	DEFLEXIONES					RADIO DE CURVATURA						
	X	VX	X 1/2	Xmax	X95º/o	Variac.	R	VR	R 1/2	Rmi	R95º/o	Variac.
PROG. 000 - 1894 desde cabecera 05-Rueda interna	66	9	81	92	84	014	153	32	100	101	104	021
PROG. 1894 - 000 desde cabecera 23 - Rueda interna	68	10	84	96	86	015	156	30	106	87	112	019
PROG. 000 - 1894 de cabecera 05 - Rueda externa	80	13	101	117	106	016	107	23	69	71	78	021
PROG. 1894 - 000 de cabecera 23 - Rueda externa	78	11	96	112	98	014	97	26	54	68	78	027

## DETERMINACION DE DENSIDAD POR EL METODO DEL VOLUMENOMETRO

## CAMINO Punta Indio

## RUTA: Pista de Aterrizaje

PROGRESIVA	0.980	0.980	1.400	1.400	1.400
PROFUNDIDAD	de 22 cm a 52 cm	de 52 cm a 90 cm	de 20 cm a 33 cm	de 50 cm a 90 cm	de 33 cm a 50 cm
MUESTRA N°	D1	D2	D3	D5	D4
1 VOLUMEN INICIAL	1.680	1.680	1.575	1.575	1.575
2 VOLUMEN FINAL	1.290	1.240	1.060	1.100	1.070
3 VOLUMEN DEL HOYO (1 - 2)	390	440	515	475	500
4 PESO SUELO HUMEDO	684,60	788,50	1069,30	955,30	1042,50
5 PESO SUELO SECO	589,40	700,00	989,00	835,00	920,60
6 AGUA = (4 - 5)	95,20	88,50	80,30	120,30	121,90
7 HUM = (6 0/o 5 x 100)	16,15	12,64	8,11	14,40	13,24
8 P.U.V.S. = (5 0/o 3)	1,511	1,590	1,920	1,757	1,841

OBSERVACIONES: N°s. Laboratorio: D1 74376; D2 74377; D3 74378; D4 74379;  
D5 74380

En base a los resultados anteriores se eligieron los puntos característicos en los cuales se le hace la calicata respectiva.

Esos puntos son:

- 1) RUEDA INTERNA  
Progresiva 1.400 D máx.  $\cong$  80
- 2) RUEDA INTERNA  
Progresiva 0.980 D máx.  $\cong$  60

En dichos puntos se realizaron pozos característicos que son:

POZO 1 en progresiva 0.980

POZO 2 en progresiva 1.400

POZO 1:

- a) Carpeta asfáltica (dividida en tres partes) en buen estado espesor 22 cm.
- b) D<sub>1</sub>: Conchilla con arena muy compactada espesor 30 cm.
- c) D<sub>2</sub>. Suelo del lugar compactado

POZO 2:

- a) Carpeta asfáltica en buen estado, espesor 20 cm.

- b) D<sub>3</sub>: Conchilla con arena muy compactada espesor 13 cm.  
c) D<sub>4</sub>: Suelo arcilloso con partículas de

calcareo muy compactado espesor 17 cm  
d) D<sub>5</sub>: Suelo natural del lugar compactado.

## POZO 1

22 cm Carpeta Asfáltica  
30 cm Conchilla con Arena  
38 cm Suelo del lugar

## POZO 2

20 cm Carpeta Asfáltica  
13 cm Conchilla con Arena  
17 cm Suelo arcilloso con partículas Calórico  
40 cm Suelo natural

## II) Tipo de aviones que operan

AERONAVE	Peso Máximo Lbs.	Peso Normal Lbs.	Peso por rueda simple en Lbs. Nariz Ppal.	Presión de ruedas Nariz Ppal. Lbs. Lbs.	Cantidad Despegues ANUAL
A	11.500	8.800	575 5.462,5	70 107	1296
B	13.000	5.900	650 6.175	70 110	1.765
C	8.800	8.800	440 4.180	40 50	386
D	12.500	10.400	625 5.937	55/60 62	1.921
E	5.500	4.300	275 2.612,5	70 90	14.196
F	73.000	60.000	3.650 34.675	77 110	186
G	22.500	16.000	1.225 10.637	160 200/350	10
H	24.000	22.800	1.200 11.400	175 122	30
I	23.000	12.880	1.165 11.117	75 112	52
J	80.000	70.000	4.000 38.000	125 153	6
K	116.000	64.200	5.800 55.600	100 150/155	16
L	6.100	3.900	305 2.897,5	(cola) 32 17	10

D.E.T.E.  
LABORATORIO CENTRAL

CORRESPONDE A:

CITAR INFORME N°

ENSAYOS DE IDENTIFICACION, COMPACTACION Y VALOR SOPORTE

OBRA O CAMINO:

MUESTRA ENVIADA POR: Ricardo Casas

ENTRADA:

SALIDA:

N° DE LABORATORIO	74378	74379	74380
IDENTIF. PROCEDENCIA	pozo 2 <sub>0,20 - 0,33</sub>	pozo 2 <sub>0,33 - 0,50</sub>	pozo 2 <sub>0,50 - 0,90</sub>
MATERIAL	conchilla c/arena	suelo c/calcareo	suelo del lugar
LIMITE LIQUIDO	22	23	31
INDICE DE PLASTICIDAD	NP	5	16
3/4-3/8	100-86	100-91	100-90
o/o PASA 4 - 10	64 - 45	78-66	75-62
TAMIZ N° 40	27	46	49
200	16	33	38
CLASIF H.R.B. e I.G.			
PESO ESPECIFICO(Gr/cm3)			
DENSIDAD SUELTA Kg/cm3 (D)			
COMPACTACION	p.u.v.s. hum %aire	p.u.v.s. hum %aire	p.u.v.s. hum %aire
PROCTOR STANDARD (1)	1.920 8,1	1,841 13,2	1,754 14,4
AASHO MODIFICADO			
ESTADO DE EQUILIBRIO (2)			
o/o 100 (1)	1,920 8,1	1,841 13,2	1,754 14,4
o/o (2)			
DATOS DE MOLDEO	1,928 7,6	1,845 12,9	1,758 14,1
CONDICIONES DE ENSAYO	S/EMB. EMB.	S/EMB. EMB.	S/EMB. EMB.
P 2,5 mm	47 37	24 17	11 6
E 5,0 mm	53 33	23 17	10 6
N 7,5 mm	53 33	25 18	10 5
E 10,0 mm	52 32	25 19	10 5
S 12,5 mm	53 33	26 19	10 4
O R			
P HUM EN 0 - 1,5	13	16	19
R CAPAS SUP DESPUES 1,5 - 3,0	13	16	19
E DE EMBE-BIDO			
HINCH VOLUM o/o	—	—	0,3
CARGA ESTATICA DE MOLDEO	7 tn	4,5 tn	4,5 tn
ARO	3000 Kg 3000 Kg	.	.

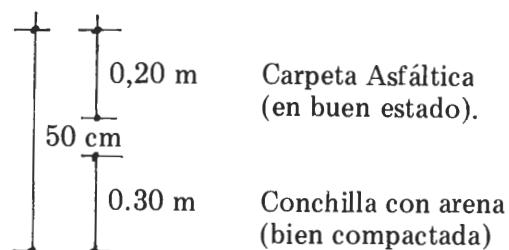
OBSERVACIONES:

JEFE SECCION

JEFE DIVISION



De acuerdo a los pozos realizados se toma como estructura tipo de diseño la siguiente;



Suelo VS mayor 50/o

Asimismo otro dato suministrado de importancia fue el de la tasa de crecimiento anual (para un período estimativo de 10 años).

Que es  $r = 0$  0/o (Tasa de crecimiento anual).

### III. Evaluación

Se trató de usar un método que tuviera en cuenta la cantidad de repeticiones de una carga tipo.

Los ingenieros W. Turnbull, C. R. Foster y R. G. Ahlvin de la U. S. Corps of Engineers han desarrollado un método muy novedoso que permite calcular un espesor cuando actúan cargas de diferente peso en forma sucesiva. Con ello la carga por rueda o por eje viene a quedar sustituida por la frecuencia de cargas de distinta categoría y así el método contempla los conceptos modernos de repetición de cargas y permite una ampliación directa para el caso del aeropuerto.

Este método fue presentado a la Confederación Internacional de Diseño Estructural de Pavimentos de Asfalto (Michigan U.S.A., Agosto de 1962).

En el mismo se parte de la relación teórica entre espesor, carga sencilla (Carga sencilla equivalente) presión de contacto y C.B.R. dada por la siguiente expresión de las curvas del Corps of Engineers.

$$t = \sqrt{P \frac{1}{8,1 \times \text{CBR}} - \frac{1}{p\pi}}$$

donde.

- $t$  = espesor de diseño en pulgadas.  
 $P$  = Carga sencilla por rueda (ó carga sencilla equivalente) en libras.  
 $p$  = Presión promedio de contacto en libras por pulgada cuadrada.

Para poder considerar un criterio de efecto de frecuencia se utiliza el gráfico Número 1, en el cual en forma semilogarítmica se establece en función de coberturas (frecuencia para el caso de aeropuertos) y porcentajes de diseño donde 5.000 coberturas, corresponden al diseño total, es decir 100 0/o.

Para operar con este método se deben dar los siguientes pasos:

- Se adopta una carga de referencia; en este caso es considerado como tal la de 18000 Libras por eje sencillo y rueda dual.
- El espesor de diseño requerido para cualquier otra carga, puede ahora ser expresada como porcentaje del necesario por la carga básica considerada; todos los espesores se calculan con la fórmula anterior.

Por ejemplo, una carga por eje de 24.000 Libras requiere aproximadamente 115 0/o del espesor necesario para la carga básica de 18.000 Libras mencionada anteriormente, esta relación, porcentual se mantiene no obstante cualquiera sea el valor CBR de la subrasante considerada.

C) Determinado el porcentaje de cada carga con respecto a la carga básica se obtiene en el gráfico Número 1, el número de Cobertura correspondientes a cada porcentaje. Así por ejemplo el 115 0/o de diseño encontrado para 24.000 Libras representa 15.000 coberturas, 5.000 coberturas con los que

corresponden a 100 0/o de diseño que en nuestro caso se refiere a la carga de 18.000 Libras.

d) La relación de coberturas entre las que corresponden a cada carga y las 5.000 de la carga tomada como referencia para 100 0/o, de diseño; implican un factor que relaciona los efectos de las distintas cargas, así pues y desde que la relación  $15.000$  0/o  $5.000 = 3$  ello significa que una cobertura de la carga de 24.000 Libras por eje es equivalente a 3 (tres) coberturas de la carga básica de 18.000 Libras por eje:

Repetiendo las etapas b, c y d) anteriores para una cierta gama de cargas se obtiene una relación entre Cargas y Factores operacionales de equivalencia que para el presente trabajo se ha graficado en Fig. 11 (A) y (B).

Se ha hecho la comparación con la fórmula del AASHO Road Test.  $\left(\frac{P}{P_1}\right)^4$

siendo  $P_1$  la carga de referencia; y la misma no arroja diferencias sustanciales para las distintas cargas.

$$\text{Así por ejemplo } \left(\frac{24.000 \text{ libras}}{18.000 \text{ libras}}\right)^4$$

$\cong 3.16$  valor aceptable con respecto al valor 3 obtenido en base al método anterior.

En la relación básica entre cargas y repeticiones equivalentes de una carga según lo expresado anteriormente comprenden la parte básica de este método, con el cual se convierten las cargas en repeticiones de una cualquiera tomada como referencia o patrón, y entonces el criterio de diseño (ó de verificación de diseño) se basa más en repeticiones que en carga.

La carga sencilla por eje de 18.000 libras (ruedas duales), tomada como referencia el número de operaciones equivalentes de la misma nos permitirá calcular con el gráfico semilogarítmico de fig. n° 12, el espesor del pavimento.

En la verificación de un diseño el dato es el espesor del pavimento, como así mismo el valor soporte de la subrasante, obteniendo en este caso la cantidad de operaciones de la carga simple de 18.000 libras por eje (ruedas duales) en su vida útil (Fig. 12).

Para este ejemplo se desprecia la carga de la rueda de maríz pues representa un 5 0/o del peso total y no afecta al cálculo de la evolución propuesta.

Por lo tanto tendremos la cantidad de operaciones anuales referidas a la tomada como referencia 18.000 libras y son las siguientes:

La cantidad de ruedas duales de 18.000 Libras por eje simple anual es 38.122 y suponiendo una tasa de crecimiento  $r = 0$  0/o anual. Utilizando el gráfico Fig. 12 y tomando el VS = 5 0/o y teniendo el espesor total de la estructura (50 cm) sacamos:

$N_{18.000 \text{ Lbs}} = 1 \times 10^6$  cantidad de ejes equivalentes de 18.000 lbs; durante su vida útil.

Para determinar la vida útil del pavimento que estamos analizando tendremos:

$$\text{Vida Util} = \frac{1 \times 10^6}{38.122} \cong 26 \text{ años}$$

La vida útil en función de las cargas previstas se puede estimar en 26 años aproximadamente.

Los aviones críticos para esa pista son:

- F
- J
- K

Por ejemplo si se duplicaran los despegues anuales de estos tres tipos de aviones, tendríamos realizando el mismo procedimiento anterior que la vida útil sería aproximadamente 12,7

AERONAVE	Carga (total en rueda principal (Lbs)	Coef. refer. a 18000 lbs (1)	Cant despeg. anuales (2)	(1 y 2) cant de ejes equiv de 18000 Lbs
A	11.000	0,10	1.296	130
B	12.000	0,30	1.765	530
C	8.500	0,09	386	35
D	12.000	0,30	1.921	576
E	5.200	0,01	14.196	142
F	51.000	64	186	11.904
G	21.500	2,5	10	25
H	22.800	3	30	90
I	26.000	9	52	468
J	110.000	1.395	16	22.320
K	76.000	1.317	6	1.902
L	6.000	0,01	10	0,1
				38.122

años, es decir que la vida útil se reduce aproximadamente a la mitad.

$$\text{Vida util} = \frac{1 \times 10^6}{74248} = 13 \text{ años}$$

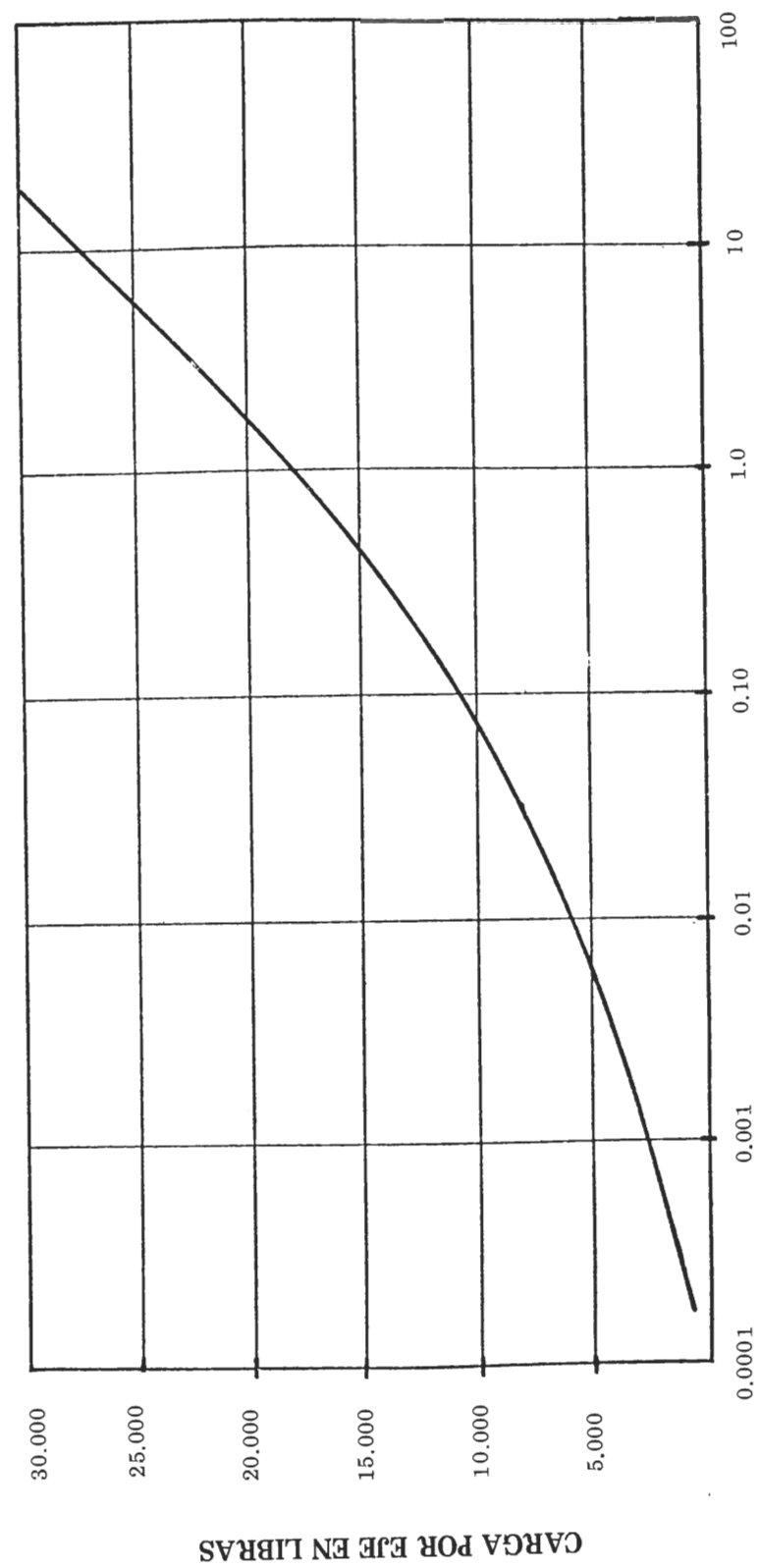
Por todo ello es importante limitar el uso a un mínimo (estimado en Planilla N° 1) de las siguientes aeronaves F, J y K.

CUBERTURAS



Gráfico N° 1

## CARGA POR EJE SIMPLE

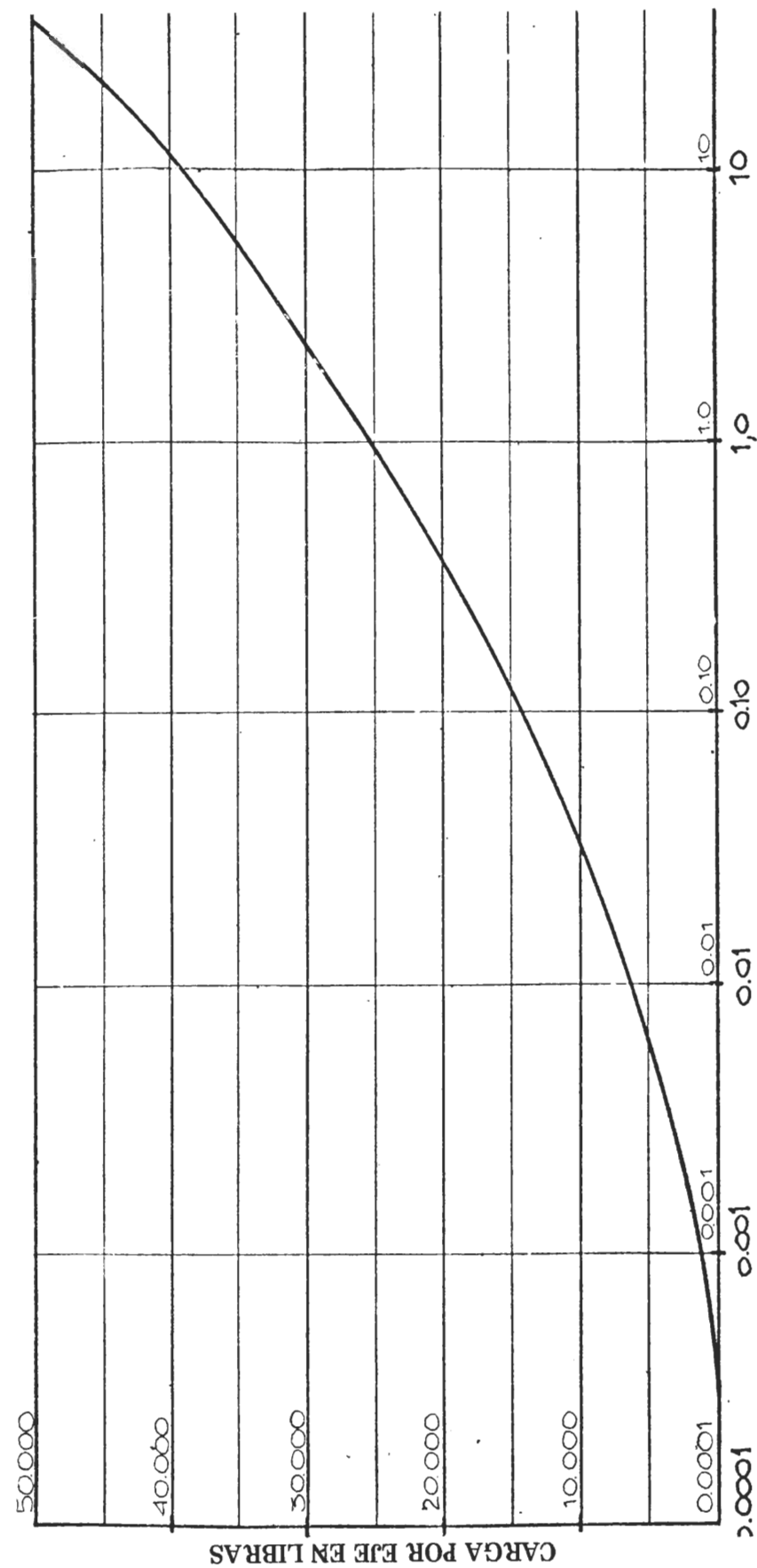


## FACTOR EQUIVALENTE DE OPERACIONES

DTO. ESTUDIOS TECNICOS  
DIV. DISEÑO ESTRUCTURAL  
OCTUBRE 1983

Fig. 11 - A

## CARGA POR EJE TANDEM



DTO. ESTUDIOS TECNICOS  
DIV. DISEÑO ESTRUCTURAL  
OCTUBRE 1983

FIG. 11 - B

## FACTOR EQUIVALENTE DE OPERACIONES

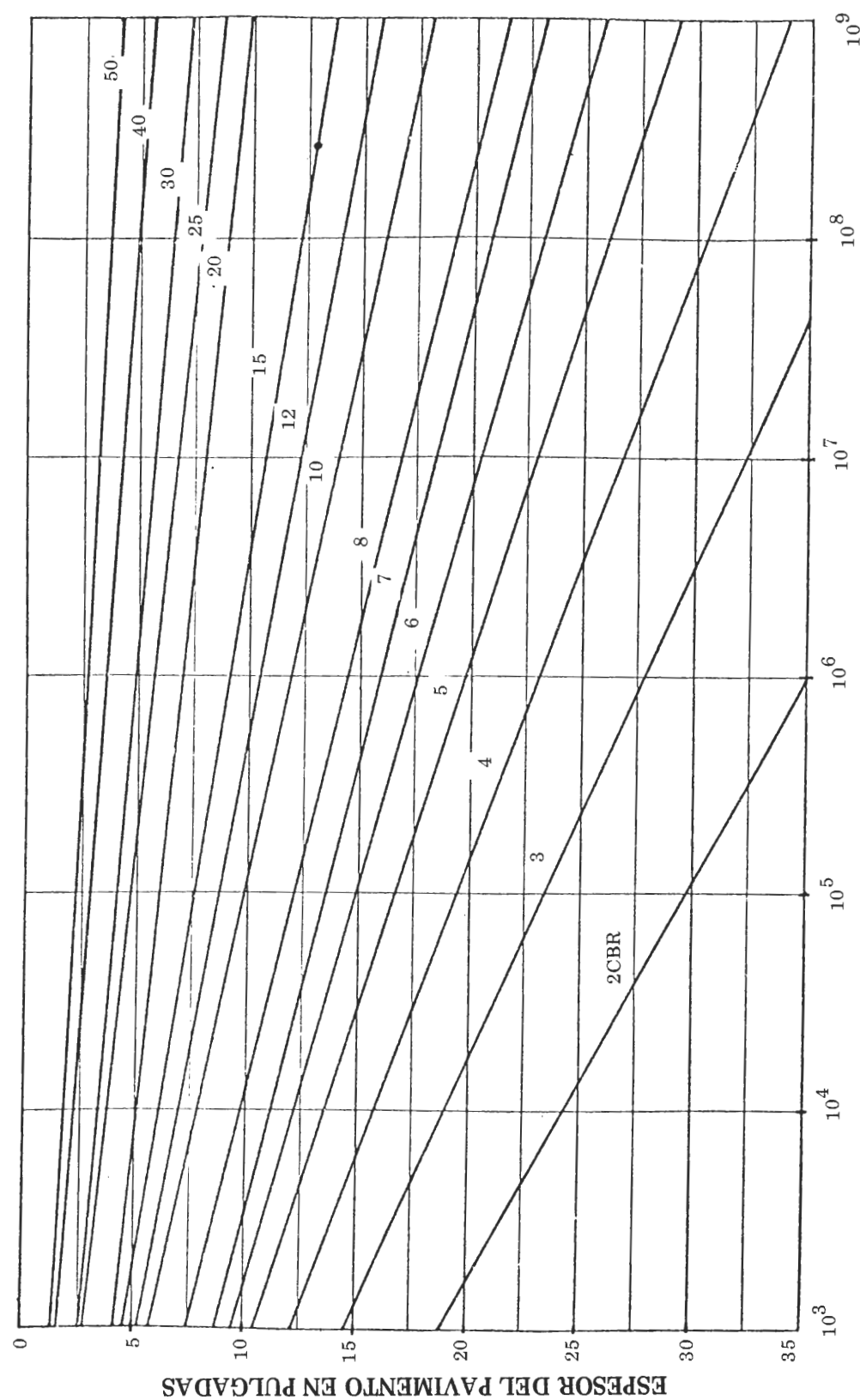


FIG. 12

## Bibliograficas

- XII Reunión de la Comisión Permanente del Asfalto (1962) Diseño actual de Pavimentos Flexibles para Aeropuertos por Ings. Luis M. ZALAZAR y Tomás F. HUGHES
- X Reunión de la Comisión Permanente del Asfalto (1958) Pavimentación Asfáltica en Aeropuertos. por los Ings. Tomás F. HUGHES y Luis M. ZALAZAR
- XXII Reunión de la Comisión Permanente del Asfalto (1980) Consideraciones generales respecto a los pa-

vimentos asfálticos de aeropuertos.  
Por el Ing. Tomás F. HUGHES

- XVII Reunión de la Comisión Permanente del Asfalto (1971) Sobre la Determinación de Deflexiones y Radio de Curvatura en Pavimentos Flexibles. por el Ing. J. R. TOSTICARELLI

Autor: Ing. Omar Sotero INFANTE  
Colaboración de Ingenieros y Técnicos.

del Departamento de Estudios Técnicos.

Divisiones: Diseño Estructural y Suelos y Fundaciones.



EN ARGENTINA

# Primeras expe- riencias de utilización de deflec- tógrafos LACROIX

Por los Ings. Alejandro TAGLE \*, Jorge TOSTICARELLI \*\*, Dr. Eberto PETRONI \* y Grupos de Trabajos.

## INTEGRANTES

Grupo Departamento de Estado Evaluación y Seguridad de Caminos: Ings. Adriana Mensio de OVELAR, Agr. Pablo RODRIGUEZ Agr. Raúl Monez RUIZ, Ing. Vsevolod RAKITIN. Ing. Pedro TANG, Agr. Armando SANVITALE Ing. Martín BRUCK, Ing. Carlos E. MONTICELLI, Ing. Tomás SANDOR, Ings. Liliana PALESTRA; Ing. Jorge ETCHEVERRY Tec. José Luis DESTEFANO, Tec. Luis MANCINI.

Grupo Universidad Nacional de Rosario: Ing. Guillermo VITTONI, Inga. Marta PAGOLA, Ing. Oscar GIOVANON, Ing. Luis E. CRENNNA.

Grupo Departamento de Tecnología D.N.V.: Ing. Gerardo G. VENIER, Ing. Oscar MORENO Ing. Carlos CASAL

\* De la Dirección Nacional de Vialidad.  
\*\* De la Universidad Nacional de Rosario,  
Coordinador Misión LCPC

## I. Incorporación de deflectógrafos a la Dirección Nacional de Vialidad.

La idea de medir la deformación producida por una carga, en la superficie de los pavimentos para conocer su respuesta estructural, no es nueva en la Argentina, contándose con una considerable experiencia a través de mediciones con regla de Benkelman.

El conocimiento de la deflexión y del radio de curvatura eran y son considerados parámetros valiosos para la evaluación de los pavimentos, siendo su uso ya generalizado entre los ingenieros de numerosos países.

En Argentina, tras las primeras experiencias de Gonnella y Font (1), el Dr. Ruiz propuso en 1971 un manual para el Refuerzo de los pavimentos atribuyendo gran importancia a la correcta interpretación de estos parámetros (2) y (3).

El gradual envejecimiento de la extensa red vial nacional hacía necesario el apoyo de diversos técnicos en planeamiento vial, con el objeto de asignar prioridades a los proyectos de conservación, reconstrucción y refuerzo de pavimentos con un máximo de objetividad.

Esta necesidad orientó hacia la búsqueda de equipos de auscultación de pavimentos que con rendimiento aceptables posibilitaran seguir el comportamiento de las rutas, y a su vez, usando la información por ellos recogida, encarar en forma expeditiva el diseño de la obra necesaria.

## II. Selección de un equipo de auscultación deflectométrica.

Ante la existencia de numerosos equipos construídos y desarrollados para este fin por los principales organismos viales del mundo, Vialidad Nacional solicitó un análisis técnico al respecto a profesionales de reconocida experiencia en el país, con el objeto de ver cuál equipo se adaptaba mejor a las condiciones de nuestra red vial, constituida

en su mayor parte por pavimentos flexibles.

Los principales equipos tenidos en cuenta fueron los deflectógrafos montados sobre camión: el "LACROIX" del LCPC, el "CURVIAMETRO" (CBTP); el "CALIFORNIA TRAVELING DEFLECTOMETER" y de los equipos dinámicos: el Dynaflect, el Road Rater dentro de los vibrantes y el "Falling Weight Deflectometer" o deflectómetro de impacto.

En el análisis se descartó como elemento definitorio el sólo rendimiento kilométrico, debido a que para evaluar el pavimento es fundamental, además del número total de mediciones, que pueden ser interpretadas y convertidas en resultado de uso directo, práctico e inmediato.

Finalmente, se estimó que para nuestras condiciones, era más aconsejable el deflectógrafo LACROIX, montado sobre un camión de chasis largo, debido a las siguientes características.

- Sistema de medición directa y simple.
- Fácil a controlar, por su posible verificación directa.
- Equipo muy probado y operacional con su etapa de desarrollo experimental completada y uso intensivo en varios países. (Fabricado en serie desde 1964).
- Suministra información prácticamente continua y sobre ambas huellas con rendimiento aceptable.
- Extensa bibliografía de su uso, sobre todo francesa e inglesa (4, 5 y 6).
- Posible correlación entre la deflexión LACROIX y Benkelman, lo que posibilita aprovechar la extensa experiencia nacional e internacional.

Vialidad consideró que 5 equipos permitían satisfacer las necesidades de la red y complementarían el trabajo que ya realizaban 3 rugosímetros BPR y 2 medidores de fricción (MUMETER) ya adquiridos con el objeto de establecer una metodología de evaluación sistemática de la red pavimentada.

### III. Función del deflectógrafo en el estudio de necesidades viales de la red nacional.

El objetivo final de este estudio es realizar un Programa, de las obras de conservación, reconstrucción y refuerzo a realizar cada año.

Para este fin se realizó un Concurso de Firms Consultoras con cuya asistencia se estableció para el programa la siguiente metodología:

#### 1º) Detección de necesidades de obras.

Se recorren las rutas con el objeto de precisar las progresivas que corresponden a los siguientes defectos:

- a) Problemas estructurales del pavimento, mal drenaje, o rasante insuficiente.
- b) Inconvenientes en el trazado, curvas horizontales o verticales cuyos parámetros están en desacuerdo con la categoría de ruta que le corresponde en función del tránsito y la categoría.
- Falta de capacidad para servir al tránsito, etc.
- c) Falencias desde el punto de vista de la seguridad.

#### 2º) Proposición de diversas alternativas de mejoras

Comprendiendo el Anteproyecto de las obras y orientadas a solucionar las fallas detectadas con soluciones alternativas de distinta calidad y costo.

#### 3º) Determinación de costos

A partir de cómputos métricos simplificados, se calculan los costos de las mejoras, tratando que los valores obtenidos estén dentro de un orden del 20 % de error como máximo. Además se calculan los costos de operación para cada tipo de vehículo y para distintas condiciones prevalecientes de tránsito y de calzada.

#### 4º) Evaluación económica.

Se determinan índices de rentabilidad para cada tramo en estudio estableciéndose:

- a) Las alternativas más convenientes.
- b) Una lista de las obras de reconstrucción y refuerzo ordenadas en forma prioritaria en función del presupuesto de la Repartición.
- c) Fecha de oportunidad de realización de las obras.

Para realizar el PRIMER PASO se analizan anualmente alrededor de 18.000 km, el sistema de detección de obras se apoya en los resultados obtenidos con

- a) Rugosímetros o medidores de la variación del perfil longitudinal. Se dispone de tres equipos que tienen un rendimiento horario de 30 km, que es la velocidad de trabajo.
- b) Evaluación de Estado, que se realiza con un grupo de profesionales especialmente entrenados, y que miden las fallas o deterioros del camino, ahuellamiento, fisuración, desprendimientos, analizando además las condiciones de drenaje. En un día de trabajo un profesional hace un promedio de 100 km deteniéndose para cuantificar los parámetros por lo menos cada 2 km.
- c) Rango de suficiencia que se hace también con técnicos entrenados, comparando las condiciones reales que tiene la ruta respecto a las que debería tener de acuerdo a su categoría, atendiendo fundamentalmente las condiciones de seguridad y trazado. El rendimiento es algo mayor a los 100 km diarios.

El SEGUNDO PASO se desarrolla sobre alrededor de 3.000 km. de la red de caminos, ya seleccionados en base al análisis de los resultados obtenidos en el PRIMER PASO.

- a) Se busca, ante todo, los antecedentes existentes que permitan ser adaptados a este Programa evitando repetir tareas.

b) Se realizan mediciones de deflexión con los DEFLECTOGRAFOS LACROIX, y del análisis de los resultados se divide el tramo estudiado en zonas de similar comportamiento, y se eligen y marcan, al día siguiente de realizada la medición, los lugares donde se realizan las perforaciones exploratorias del estado de las capas del pavimento. Posteriormente las deflexiones son utilizadas como elemento de análisis para determinar el tipo de refuerzo necesario. Las mediciones contribuyen además a la elaboración del dimensionamiento del refuerzo.

Si bien este trabajo, tiene por objetivo anteproyectar para estimar el costo de la mejora, algunos elementos como el deflectograma, son de gran ayuda para el proyecto definitivo.

- c) Se hacen perforaciones en el pavimento en los lugares ya determinados, característicos de zonas de deflexiones semejantes. Esto ayuda a generalizar las conclusiones que se infieren de una sola perforación realizada cada 10 km aproximadamente, minimizando el elevado costo y tiempo de esta tarea y de los ensayos de laboratorio.
- d) Se realizan ensayos de laboratorio sobre las muestras obtenidas de las perforaciones.
- e) En gabinete se proyecta el refuerzo y, en los casos necesarios, el resto de las mejoras de trazado, siempre con un esquema simplificado y con el mismo objetivo de calcular los costos con un 20 % de tolerancia.

*Aplicación del Deflectógrafo a perfeccionar el primer paso.*

En los últimos meses se ha experimentado para perfeccionar el PRIMER PASO de detección de necesidades, medir con Deflectógrafo en el 20 % de la

longitud total, de manera de tener cada no más de 10 km aproximadamente 2 km con mediciones de deflexiones.

Esto traería como ventaja inmediata una selección más objetiva de los tramos deficientes, y en segundo lugar posibilitar el mejor seguimiento del comportamiento de los pavimentos en distintas etapas de su vida en servicio.

Para la red nacional de alrededor de 28.000 km pavimentados (se excluyen las redes provinciales) se entiende razonable medir por año el 20 % de unos 9.000 km.

De los resultados de medir efectivamente alrededor del 20 % de 2.200 km se ha obtenido un rendimiento de 15 km diarios lo que representan 75 km/día auscultados con este método, lo que se considera satisfactorio.

#### IV. Funcionamiento del deflectógrafo

Se puede decir que el deflectógrafo LACROIX es la automatización de

la Regla Benkelman, y permite efectuar mediciones sin detener la marcha del camión que la transporta. Por medio de su instrumental electrónico se registra la deformada del pavimento en ambas huellas bajo el peso transmitido por el par de ruedas duales del eje trasero.

El equipo registra las deflexiones, o mas claramente, mide las deformaciones verticales producida en un punto de la superficie del pavimento debido a la acción de una carga de valor conocido que se desplaza a una velocidad uniforme de alrededor de 3 km/hora.

Estas deformaciones verticales en el palpador B (Fig. N° 1) se transmiten por una pequeña rotación del brazo de medición (FB) alrededor del eje fijo F solidario a un trineo en forma de T que hace de plano de referencia de la medición definido por tres puntos de apoyo: el punto C (zapatas centrales traseras) y los dos puntos A (zapatas delanteras).

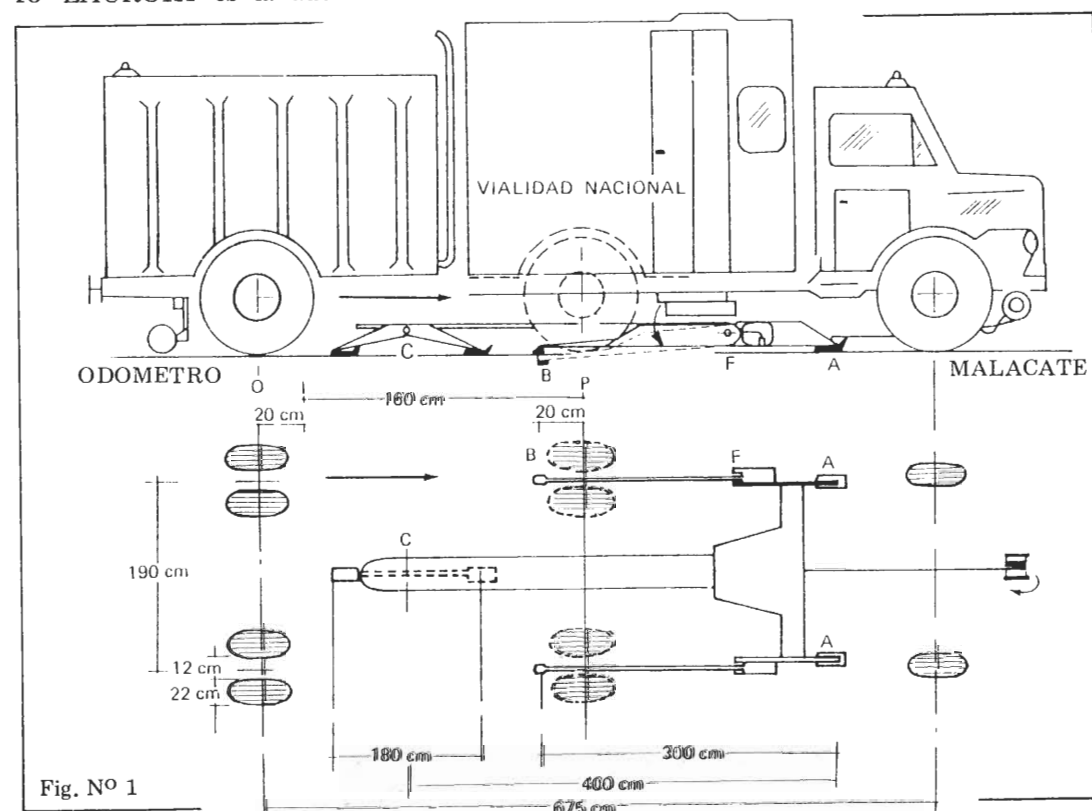


Fig. N° 1

Un transductor inductivo transforma este movimiento en una corriente eléctrica, que es registrada gráficamente en papel y simultáneamente en cinta perforada.

La medición se repite a intervalos de unos 6 m, en tanto el camión, avanza sin detenerse a velocidad constante, desarrollándose el ciclo de medición de la siguiente manera:

- 1º) El palpador apoya en el punto B; en ese instante el eje de las ruedas duales está en el punto O.
- 2º) Luego de un tiempo de retardo regulable que se traduce en un recorrido OI, comienza la medición.
- 3º) El eje trasero avanza, pasa sobre B y sigue hasta el punto P en que se termina automáticamente la medición.
- 4º) El trineo es arrastrado con un cable por un sistema de malacate hasta un nuevo punto de medición aproximadamente 6 m y queda listo para comenzar una nueva medición.

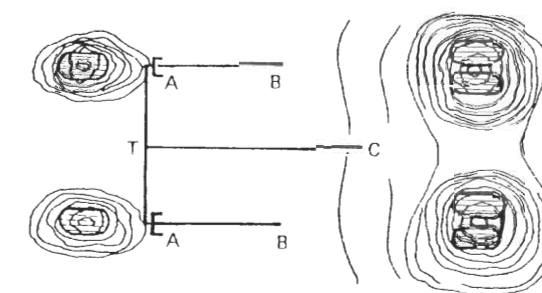
Se tiene entonces registrada la línea de influencia entre O y P estando el punto P situado alrededor de 15 cm adelante del punto B para permitir medir la deflexión máxima en B que se produce desfasada del momento del paso del eje cargado, a causa de fenómenos de retardos.

En líneas generales se acepta, que dada la escasa velocidad del camión, las deflexiones medidas son producidas por cargas cuasi estáticas.

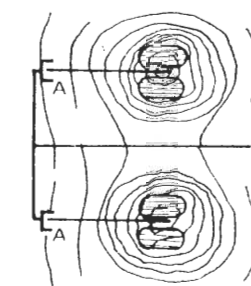
#### V. Mejoras al sistema de medición.

Todas las ruedas del camión, debido a la carga que transmiten, deforman la superficie del pavimento. La extensión de esta concavidad es tanto mayor cuanto más rígido sea el sistema estructural del camino. Para visualizar esto en la figura N° 2 se han dibujado las líneas de igual deflexión y un esquema del trineo, pudiéndose observar:

- El Punto B es el lugar donde se pretende medir la Deflexión.
- Los puntos A y C, correspondientes a las zapatas de apoyo tienen una deformación variable que puede modificar el plano de referencia y perturbar la medición.



INICIO DE LA MEDICION



FIN DE LA MEDICION

Fig. N° 2

Se puede observar en la Figura N° 3 como influye sobre el palpador B

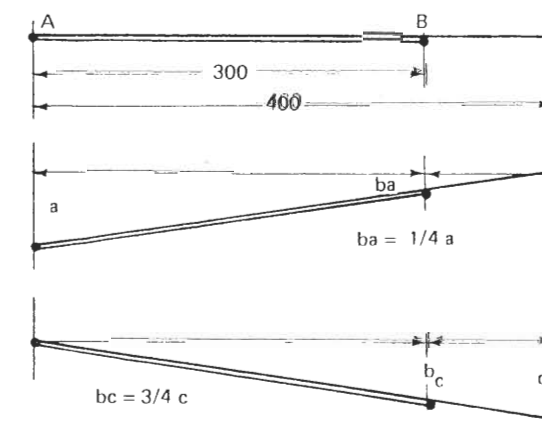


Fig. N° 3

el descenso de las zapatas delantera A y trasera C y sumando los efectos se puede deducir la fórmula (10)

$$D_R - D_M = b_o + \frac{1}{4} (a_t - a_o) + \frac{3}{4} (C_t - C_o)$$

donde:  $D_R$  es la deflexión real;  $D_M$  la medida por el deflectógrafo;  $b_o$  es la deflexión que puede haberse producido en el palpador B antes de comenzar a actuar el sistema de medición, y por lo tanto no ser registrada por el equipo;  $a$  y  $c$  son las deflexiones en las zapatas A y C indicando los subíndices cero el valor inicial y  $t$  el valor en el instante  $t$ .

En esta fórmula no se tienen en cuenta otros errores sistemáticos que puedan proceder de la medición, como ser transductores, rulemanes, etc., los que son aceptables en condiciones normales.

Las condiciones normales para que  $D_R - D_M$  sea mínimo, o sea la deflexión medida lo más cercano posible a la real son:

- 1º) Cuanto más alejado de B esté el eje trasero al iniciar la medición  $b_o$  tenderá a ser nulo.
- 2º) Cuanto más grande sea el brazo de medición AB, más alejado podrá estar el punto A de la superficie de influencia de las ruedas duales al final de la medición y por lo tanto atenderá a ser nulo.
- 3º) El punto A al comienzo de la medición deberá estar lo suficientemente lejos de la zona de influencia de las ruedas delanteras para que  $a_o$  tienda a cero.
- 4º) Por último el punto C como se puede observar en la figura, es influenciado por la deformación que producen las ruedas traseras. La mejor forma de eliminar esta pertur-

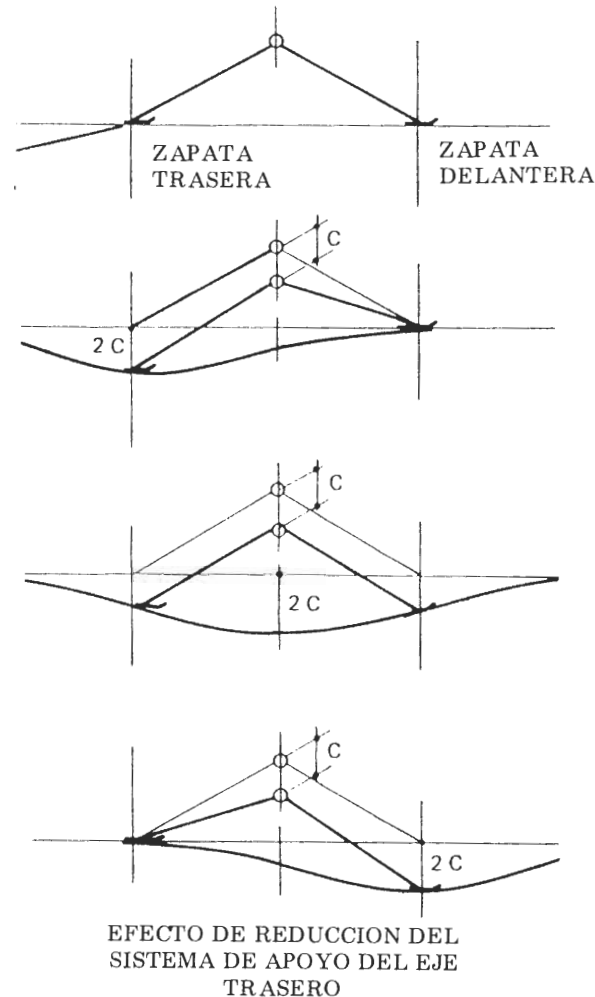
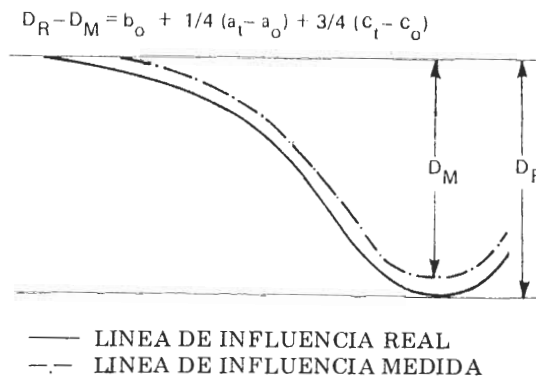


Fig. N° 4



bación es sacar el punto de apoyo de esa zona o reducir su influencia en el sistema.

Todas estas deducciones llevaron en su momento a los franceses a modificar en este aspecto el modelo 01 hacia lo que es

hoy el nuevo modelo 03 cuyas características significan una solución de compromiso pues mejorando un punto se comprometen los otros. El efecto mayor se logró alargando la distancia entre ejes del camión de 4,50 m iniciales a 6,75 m y de esta forma se pudieron aumentar las medidas cuestionadas.

Para el cuarto punto se presentan dos soluciones alternativas. El LCPC invirtió la vida central TA llevándola hacia adelante disminuyendo así la perturbación por quedar influenciada por las ruedas delanteras de menor carga en el eje (5,5 t).

En cambio la fábrica MAP que comercializa bajo licencia del LCPC los equipos adquiridos por Vialidad prefirió modificar el apoyo trasero buscando que no varíe la curvatura de la deformada. Para ello diseñó un sistema modificado para el apoyo trasero consis-

tente en una zapata doble articulada alrededor de C, cuyo funcionamiento durante la medición hace que se minimicen las influencias perjudiciales y se mantenga el paralelismo entre la deformada real y la medida por el deflectógrafo. Las figuras N° 4 y N° 5 ilustran sobre el funcionamiento de este sistema.

## VI. Características del deflectógrafo de Vialidad Nacional.

Además de los detalles vistos y analizados en los dos capítulos anteriores es interesante comentar otras piezas claves del equipo. En la figura N° 6 se observó el marco guía (1) que juntamente con los ejes guía (12) colocan al trineo en la posición correcta de manera tal que el palpador no sea pisado por las ruedas duales.

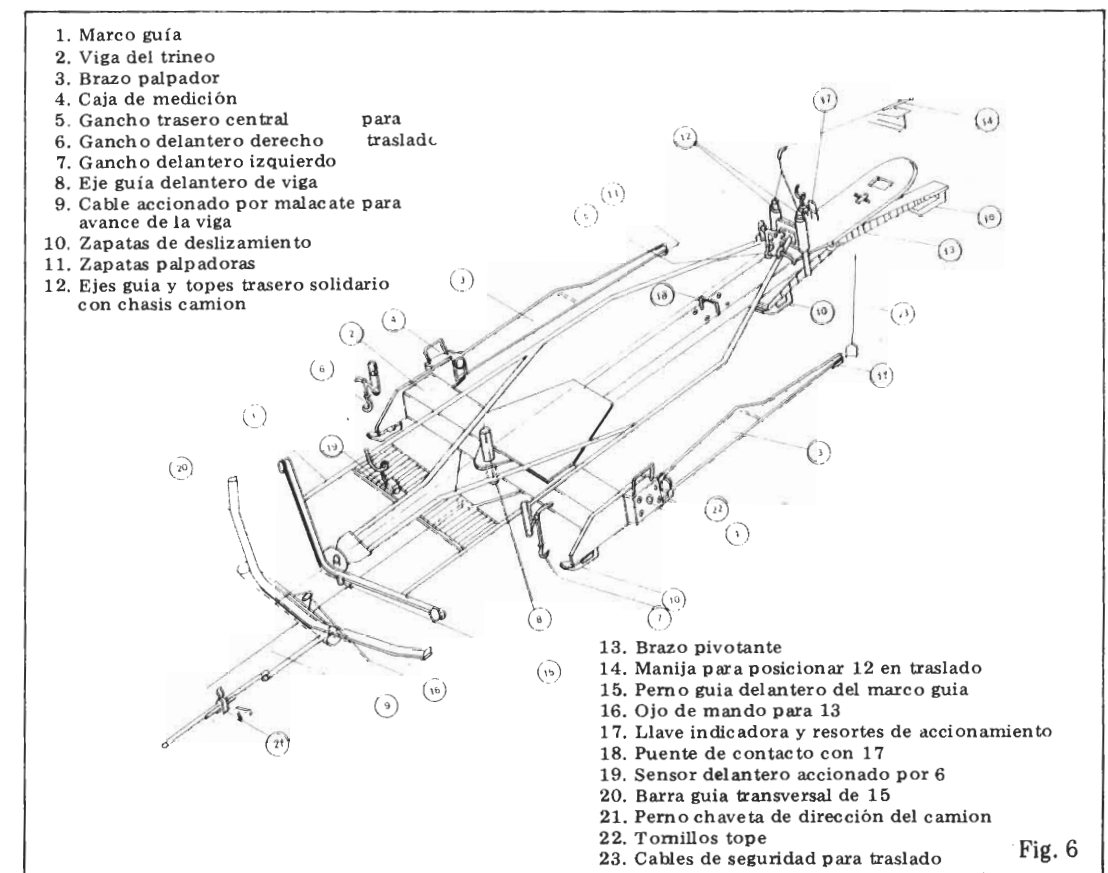


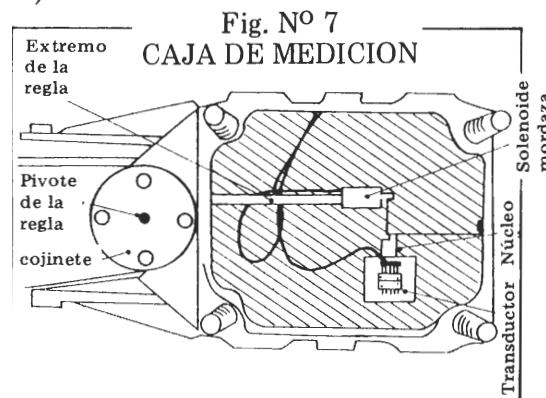
Fig. 6



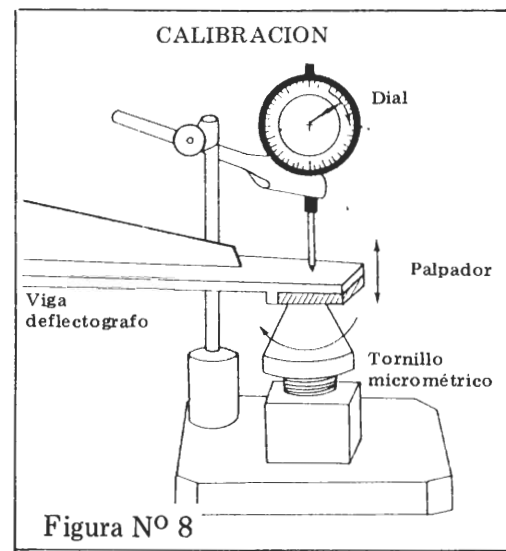
Este eficiente sistema de guiado está unido mediante un perno (15) solidario al marco con una cremallera combinada con la dirección del camión, que posibilita la medición hasta en las curvas más cerradas.

El equipo cuenta con un odómetro de 3/1000 de precisión, que intercala automáticamente la distancia con las deflexiones, cada por lo menos 50 m. Esto junto con los eventos físicos (postes kilométricos, puentes, intersecciones con rutas, etc.) que pueden ser incorporados también simultáneamente con las mediciones, permitan luego del análisis del registro volver al camino y reubicarse en el lugar deseado.

El corazón del equipo es la caja de medición. Al comenzar la medición, reacciona el solenoide, que amordaza una lámina metálica que solidariza el extremo de la regla con el núcleo del transductor a inducción, que estaba en su posición de cero por acción de un resorte. La deformación del pavimento hace descender el palpador en el extremo de la regla, mientras asciende el otro extremo en una relación 1/8 debido a la ubicación del pivote, generándose una señal eléctrica, proporcional a la deflexión, que es procesada y registrada en la cabina de comando. (Ver figura N° 7).



Para comprobar el buen funcionamiento del sistema de medición se coloca debajo de la regla de calibrador (Fig. N° 8) con el objeto de verificar que al provocar con el tornillo



micrométrico el equivalente a una cierta deflexión medida en el dial del flexímetro, sea reproducida en el graficador y en el visor del equipo. En caso contrario se procederá a su recalibración. Esta operación se realiza 2 veces por día; al comenzar y al finalizar las tareas de medición en el camino.

Sobre el mismo chasis "largo" del camión está montada la cabina de comando en la cual va alojado el operador supervisando los controles y completando la información registrada automáticamente en una "Hoja de ruta" y "planilla de eventos" (Ver figura N° 9 y 10).

Un sistema de equipos electrónicos sirve de comando y registro de las mediciones. El principal es el registrador "MH 200" que controla el accionamiento general del sistema, que recibe amplifica y procesa la señal enviada por el transductor y el odómetro y registra gráficamente la deflexión. Además alimenta simultáneamente la unidad de procesamiento "Keyboard" que digitaliza las señales y permite completar la información automática, con la que manualmente introduce el operador en forma sistematizada por medio de un teclado de 10 dígitos. Este equipo posee un visor que permite observar directamente la deflexión medida y la infor-

mación introducida y comanda a una perforadora de cinta "FACIT", donde todo queda registrado para su posterior procesamiento electrónico.

Por último por la parte trasera del chasis está montado un tanque de agua con su correspondiente "rompe olas" que permite graduar la carga del eje trasero entre 5 y 13 ton. La carga de ensayo adoptada en Argentina es de 10,6 Tn, que es la carga máxima legal para un eje simple. Un tubo graduado, ubicado entre el tanque, y la cabina, permite verificar fácilmente el peso del lastre.

#### VII. Mision francesa.

Frente al importante número de equipos adquiridos. Vialidad Nacional consideró conveniente acelerar la "puesta a punto", el entrenamiento del personal y todo detalle operacional para poder obtener rápidamente resultados concretos, estimado además de gran utilidad el conocimiento directo de la técnica francesa estructurada en torno de una participación importante de los Deflectógrafos en la auscultación de pavimentos desde hace unos veinte años. Fue así que contrató una Misión de Técnicos y Profesionales del Laboratorio Central de Puentes y Caminos de Francia que estuvo presidida por el Dr. Ing. P. AUTRET siendo Jefe de Misión el Ing. J. C. GRAMMSAMER; la que se desarrolló durante tres meses y contó con la contrapartida de activa participación de Profesionales y Técnicos Argentinos de Vialidad Nacional y de distintas firmas consultoras.

Los objetivos cubiertos con la Misión Francesa fueron:

- \* Preparación del personal argentino de operación, mediante la operación conjunta de mediciones sobre distintas rutas típicas, encajando la solución de los problemas

prácticos que se presentaban debido a las condiciones particulares de nuestras rutas.

- \* Preparación de una Norma de ensayo para el Deflectógrafo La-croix.
- \* Definición de los informes de campaña suministrados por el operador, como así también los roles de los distintos componentes de la comisión.
- \* Manual de utilización: manejo, mantenimiento y reparaciones simples.
- \* Capacitación de Técnicos Electrónicos para el mantenimiento periódico y reparaciones mayores, para lo que se contó con la asistencia del especialista del LCPC Ing. G. BRIANT.
- \* Programación de instalación de un laboratorio de mantenimiento.
- \* Construcción de un simulador del sistema electrónico y caja de medición. Esto resultó de suma utilidad para el conocimiento profundo de funcionamiento de todo el sistema, permitiendo además la verificación del estado de las piezas de repuesto o de las reparadas y complementariamente como elemento didáctico para la formación de nuevos operadores.
- \* Análisis y programa preliminar de los estudios, e investigaciones tendientes a establecer las necesarias correlaciones entre las deflexiones medidas con el Deflectógrafo y con la Regla de Benkelman, con el objeto de obtener un máximo aprovechamiento de la experiencia Argentina con este último método de medición.

- \* Asimilación, a través del trabajo conjunto, de los fundamentos de la metodología Francesa con el objeto de analizar las posibilidades de su aplicación adaptada a nuestras características propias.

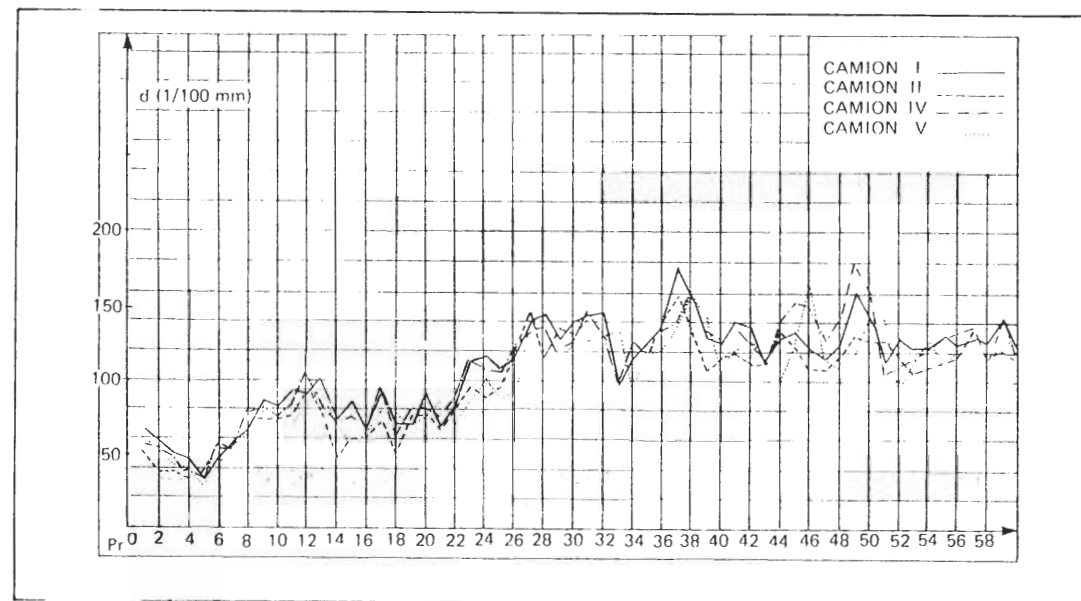
### VIII. Pruebas de recepción de los equipos.

Durante el período de pruebas necesarias para la recepción de fábrica de los equipos, pudo contarse con la experimentada asistencia de la mencionada Misión Francesa, lo que permitió superar los inconvenientes iniciales de recepción.

Luego de analizado el funcionamiento de las distintas partes y el comportamiento individual de cada Deflectógrafo, se efectuaron pruebas conjuntas de repetibilidad, pasando con todos los Deflectógrafos sobre una misma Sec-

ción de pavimento. Luego de los lógicos ajustes, la repetibilidad obtenida fue satisfactoria, como puede observarse en la figura N° 11. Debe tenerse en cuenta que es prácticamente imposible lograr que todos los deflectógrafos al pasar actúen exactamente en los mismos puntos, lo que justifica algunas diferencias individuales.

Esta prueba se repitió tres meses después, antes de finalizar el período de garantía, con resultados satisfactorios, previéndose en el futuro efectuarla al principio y al final de cada campaña anual de mediciones.



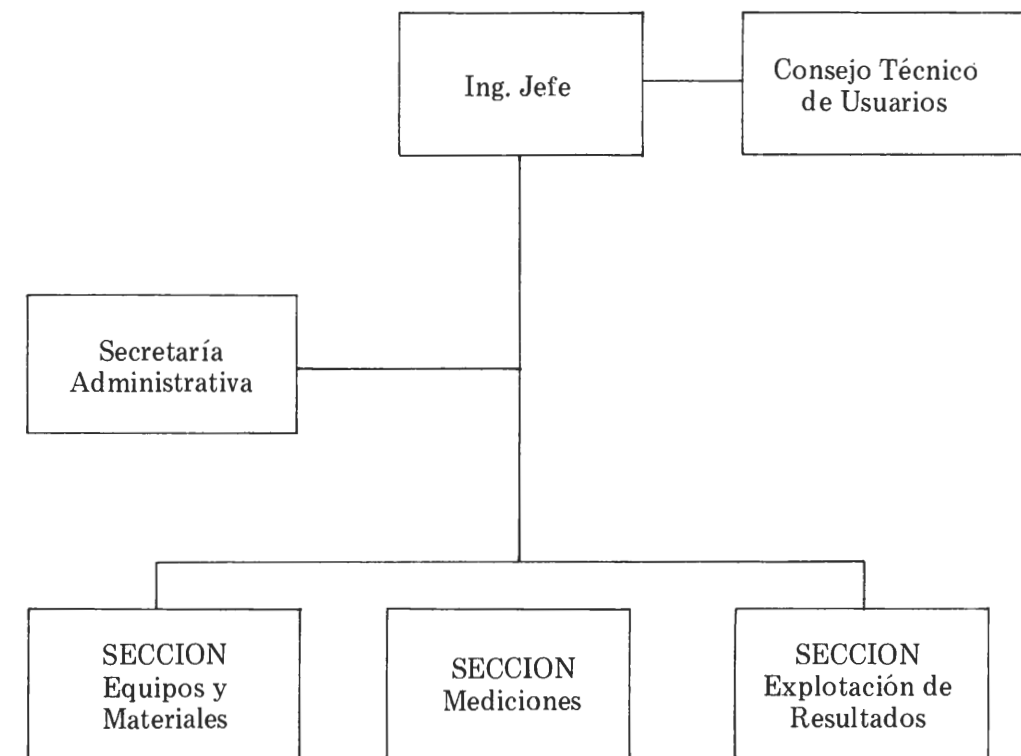
### IX. Centro operacional de deflectógrafos.

Debido a las características similares de organización que requieren los equipos de auscultación, VIALIDAD NACIONAL los agrupó dentro de una misma área administrativa absorbiendo las nuevas necesidades con la misma estructura ya existente.

Esto ha obligado a replantear el esquema organizativo aunque todavía no se haya implementado formalmente estando en la actualidad a consideración de las autoridades.

La responsabilidad ejecutiva recae sobre el Ingeniero Jefe, pero las pautas estarán fijadas por el Consejo formado por los usuarios de las distintas áreas técnicas de VIALIDAD: Planificación, Proyectos, Construcciones y Conservación. Dentro del Consejo se hace necesario contar con asistencia técnica especializada, sin descontarse la posibilidad de asistencia extranjera.

Una secretaría bien dimensionada, permite a los profesionales y técnicos de todas las secciones el mejor rendimiento en las tareas para las cuales han sido específicamente capacitados.



Dentro de la sección Equipos y materiales, se realizarán las tareas de mantenimiento y reparaciones para lo cual se cuenta con un pequeño laboratorio electrónico, taller, instrumentos de medición y herramientas especiales. Es también necesario contar con un stock de Repuestos actualizado en forma periódica.

La sección Mediciones está integrada por todos los operadores y choferes de los equipos, al mando directo de un profesional con posibilidad de mantener estrecho y continuo contacto con las comisiones garantizando la calidad y uniformidad de criterio en la ejecución del trabajo.

En la Sección Explotación de Resultados se vuelcan todas las mediciones recogidas por los diferentes equipos a informes tipo de acuerdo con el que se les pretende dar. Allí se ubica el siste-

ma de procesamiento automático que consiste en una lectora de cinta perforada, una mini computadora de diálogo con visor de indicación alfanumérica, un sistema de archivo de datos y una impresora graficadora. La dotación mínima comprende un Profesional, un Ayudante de computación y un dibujante.

Resulta claro que sin un esquema centralizado de este tipo, que por otra parte ha dado excelentes resultados en Francia, se corre el riesgo de que en poco tiempo los distintos equipos sean modificados y reparados en forma diferente, comiencen a medir distinto y dificulten la interpretación de resultados. Por otra parte esta operación centralizada enriquece rápidamente la experiencia de los técnicos especializados, lo que implica una mayor seguridad y eficiencia.



los segmentos para lo que se pueden seleccionar distintas escalas de trabajo en la botonera de comando. A medida que el camión avanza, el papel de registro también, lo hace, con una velocidad que puede aumentarse considerablemente con el fin de visualizar la forma de la línea de influencia y su curvatura, tal como se puede ver en la decimosexta deflexión registrada.

Las restantes dos líneas centrales representan, una de ellas, las distancias edométricas efectivamente recorridas, y la otra los distintos eventos que el operador ha indicado con el objeto de una mejor ubicación posterior sobre la sección medida de quien analice el deflectograma. Los eventos están codificados y así por ejemplo, 53 es una señal vertical, 54 una alcantarilla, y 55 un mojón kilométrico. Esta información se registra muy sumariamente en la cinta perforada, por lo que el operador debe

completar los demás detalles en la Planilla de Eventos (ver Fig. N° 9). El informe del operador se completa con la Hoja de Ruta (Fig. 10).

Este conjunto de elementos que proporciona el Deflectógrafo, pueden ser aprovechados en forma inmediata por un técnico entrenado, quien en forma expeditiva pero suficientemente precisa para sus fines, puede interpretar el deflectograma.

Uno de los métodos simplificados consiste en dividir la Sección en estudio en tramos de 100 o 200 metros y calcular el valor promedio, confeccionando posteriormente un gráfico de los valores medios como lo muestra el ejemplo de la Figura N° 13, donde posteriormente se ha dividido la Sección en Sub-secciones de similares condiciones de deformabilidad para las que se han calculado los valores de la Deflexión Media y Característica.

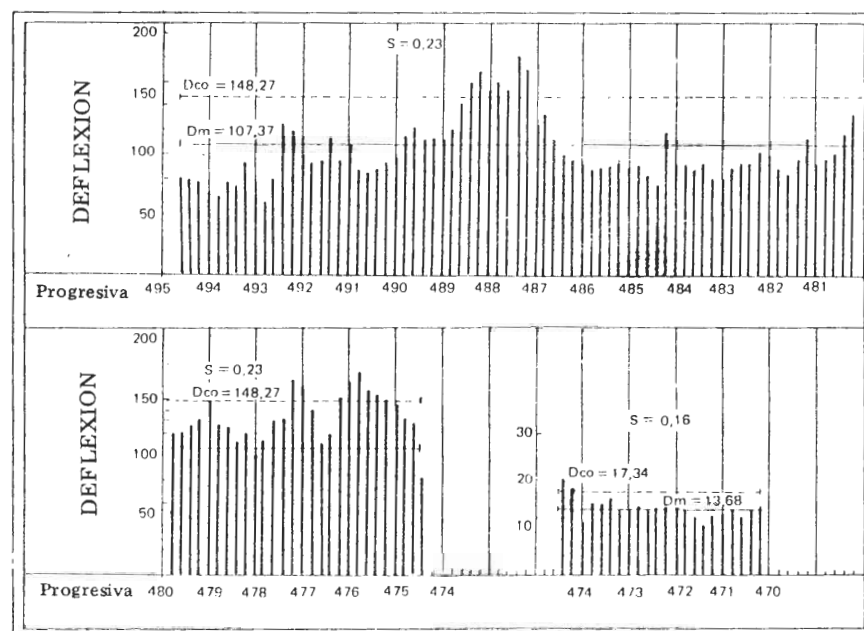


Fig. N° 13  
Ejemplo de análisis expeditivo  
de un Deflectograma

Fig. N° 10  
Ejemplo de Hoja de Ruta que cumple el Operador.

D.N.V.

Hoja N° 1 de 2

### HOJA DE RUTA DEFLECTOGRAFO

CAMION N° 05

FECHA: 22/10/80

CLIMA: NUBLADO

PROVINCIA: SAN JUAN

TRAMO: MDA. AGUA - SAN JUAN

RUTA: NAC 40

TIPO DE PAVIMENTO: MEZCLA ASFALTICA

- TRATAMIENTO BITUMINOSO

Progresiva de inicio según mojones kilométricos: PROX. 454

Total de distancia

Progresiva del final según mojones kilométricos: 456

recorrido: 2050

OPERADOR: RODRIGUEZ

CHOFER: GONZALEZ

APOYO: RUIZ

VELOCIDAD DEL CAMION (RPM): 1.100

CARGA SOBRE EJE TRASERO (Kg) 10.600

PRESION DE INFLADO NEUMATICOS (Lbs) Traseros: 115 Delanteros: 110

VELOCIDAD DE AVANCE PAPEL DEL MH 200 - INICIO DE OPERACION: II

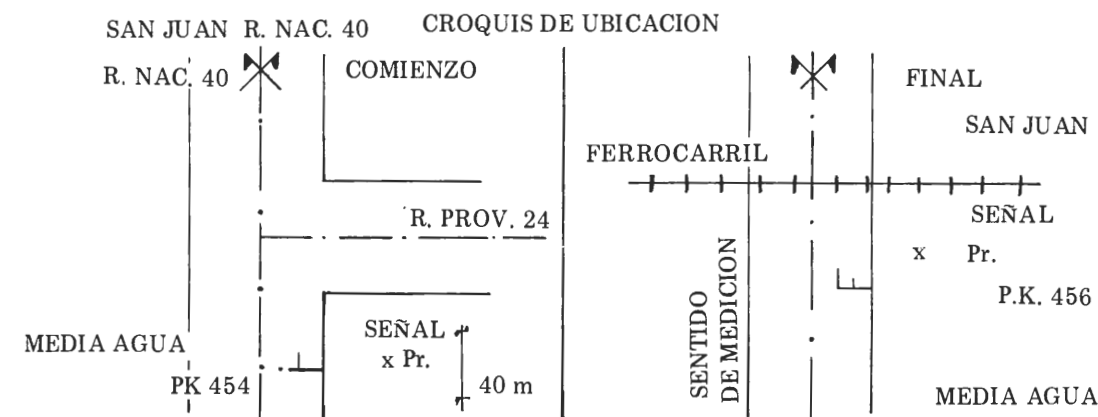
ESCALA GRAFICA DEL MH 200 EN CALIBRACION: 4

ESCALA GRAFICA DEL MH 200 DE INICIO EN OPERACION: 4

DISTANCIA AUTOMATICA: 200

SELECTOR PROGRAMA DE MEDICION DEL KEYBOARD: MIXED

Temperatura	Horario Medición (Hs. min.)	Lectura Odométrica (Mts.)	Tipo Banquina	Ancho Calzada (Mts.)	Separación Borde (cm.)	Espesor Pavimento (c.)	
27°	12:05	000	N	6,60	75	5	Comienzo
31°	16:20	2050	T	7,20	90	5	Final



OBSERVACIONES: NO SE PRESENTARON INCONVENIENTES EN OPERACION

DRENAJE ES MALO EN UN 70 %: IDEM FISURAS COCODRILO - SE VERIFICA

ESCALA 4 - 2



Otro método expeditivo de procesar el Deflectograma es con ayuda de una computadora de bolsillo como lo muestra el ejemplo de la Fig. N° 14. En el mismo se muestra el resultado de obtener la media de cada 100 metros (representada por cada barra) y la característica (punto sobre la barra) para calcular luego la Deflexión Media y Característica de la Sección con un simple programa.

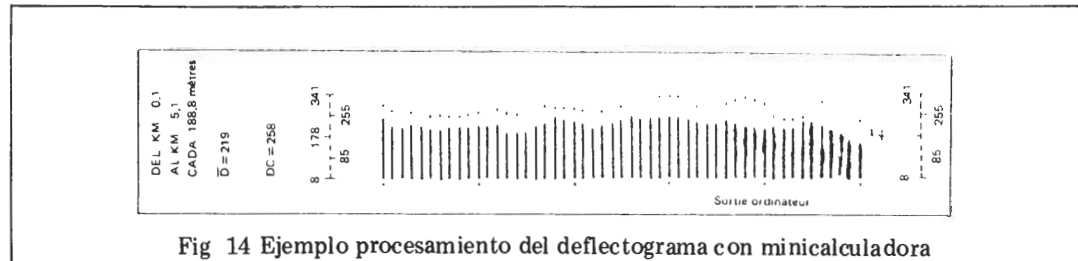


Fig. 14 Ejemplo procesamiento del deflectograma con minicalculadora

En la figura N° 15 se muestra un ejemplo de las hojas que componen la salida de computadora del programa de procesamiento de las deflexiones. En la columna izquierda se enumeran correlativamente las deflexiones, en la siguiente la ubicación del punto en metros y al lado de Deflexión en centécimas de mm. El valor de la columna siguiente, titulada Media, es el promedio de 60 deflexiones contiguas, cubriendo alrededor de 360 metros, en el medio de las cuales se encuentra ese punto. Por ejemplo la medición 329 ubicada en progresiva 2050 donde se registró una deflexión de 76, está en el medio de un tramo de

El procesamiento de la cinta perforada por computadora, abre lógicamente todo un panorama de posibilidades en cuanto a presentación y análisis de los resultados. Un desarrollo de este tema escapa a los objetivos del presente trabajo por lo que sólo se hará una breve descripción de los dos programas más utilizados actualmente; uno para las Deflexiones y otro para el Radio de Curvatura.

unos 360 m. cuya deflexión media es de 81,5 con desviación standard de 13,3 y deflexión característica de 103,1 A la derecha y en la misma línea, aparecen graficadas con la letra I la Deflexión media y con asteriscos la característica.

Este programa permite detectar cambios en la respuesta de deformabilidad bajo carga del pavimento en estudio. Por ejemplo puede observarse que a partir de la progresiva 2.166 comienza a aumentar la deflexión, lo que queda gráficamente evidenciado con el aumento claro en la deflexión característica.

Deflexión máxima registrada en M.M./100 = 92  
Cant. de puntos de aproximación = 9  
Delta A = .038  
Distancia de influencia en mts. = 0.46

Medición N° 159  
INTERNA

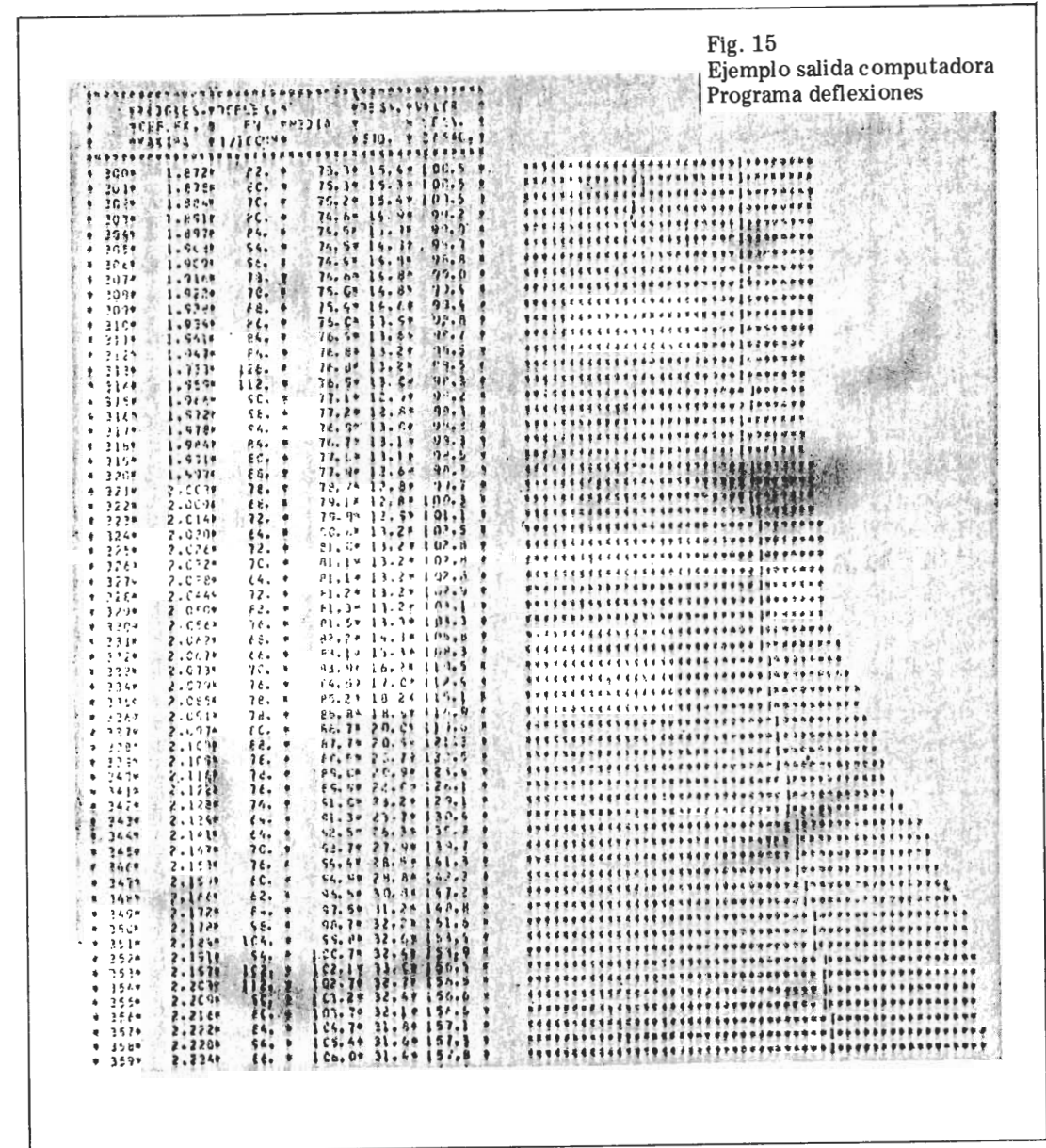
/17/35 6 8 10 92  
D EN 1/100 MM 50 58 66 76  
Y EN 1/100 MM 50 58 66 74  
X EN M. . 304 . . 268. . 228.

A1 0.111 50 04  
A2 -0.158 28 04  
A3 0.145 38 05

R = 39.6 D = 93 R.D. = 3690

RD2 = 0.34428 06  
D/R = 0.23588 01

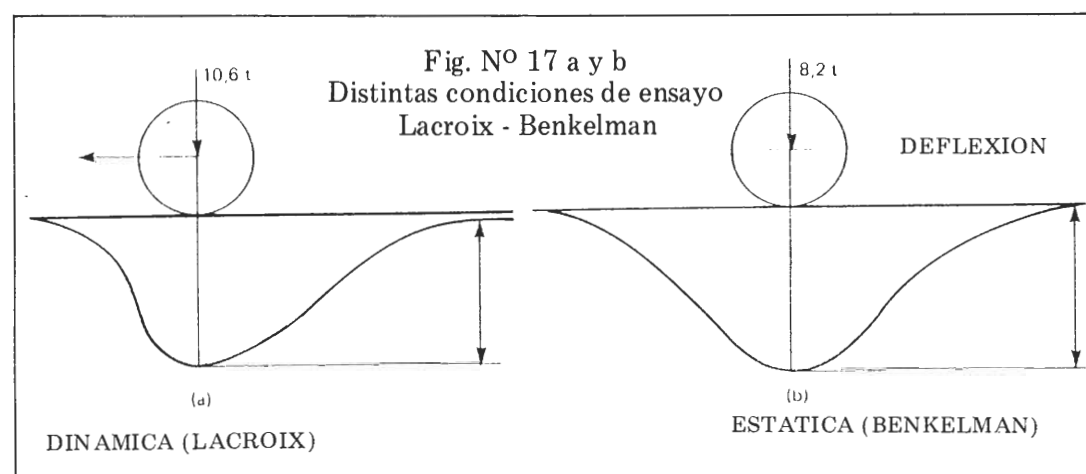
Fig. 15  
Ejemplo salida computadora  
Programa deflexiones



En la figura N° 16 se muestra un ejemplo de la salida de computadora para el programa que analiza la deformada y el Radio de Curvatura, en este caso para la medición N° 159. En la quinta fila se lee 17/35 que significa que de la medición continua de la deformada, el sistema electrónico del deflectógrafo ha registrado 35 valores, de los cuales 17 son menores que 6 x 1/100 mm, y el resto son los que figuran a continuación indicados numéricamente.

En la tercera fila se da el valor entre puntos relevados (3,8 cm), valor con el que se calcula la "Distancia de Influencia", es decir la distancia en metros entre el palpador y la primera deflexión mayor que 6'. De todos estos puntos se utilizan los 9 últimos para asimilar la curva a una parábola por medio de un polinomio. Con este programa de Radio de curvatura todavía se está experimentando, para lo cual se le hacen imprimir para su análisis los valores de la curva real, y abajo los del polinomio





de aproximación sobre los que calculará la inversa de la deriva segunda para proporcionar el Radio de Curvatura en metros. Los valores A1 A2 y A3 son los coeficientes del polinomio.

#### XI. Correlación entre la deflexión Benkelman recuperable y la deflexión Lacroix

En la Argentina se emplea con cierta frecuencia el análisis deflectométrico para el cálculo del espesor de refuerzo de un pavimento flexible siguiendo la metodología y la expresión desarrollada por Ruiz que relaciona el espesor ( $h$ ) con la Deflexión Benkelman Recuperable ( $D_o$ ) del pavimento existente y la Deflexión ( $D_h$ ) que se pretende obtener después de construido tal espesor de refuerzo, utilizando una mezcla asfáltica en caliente que queda individualizada por la llamada "Constante de Refuerzo" ( $R$ ).

Tal expresión es (1) (2):

$$h = \frac{R}{0,434} \lg \frac{D_o}{D_h}$$

Para nuestros concretos asfálticos  $R$  tiene un valor del orden de 25 (cm).

Posteriormente, Petroni y Colaboradores (3) presentaron un estudio experimental, utilizando también la Deflexión Benkelman Recuperable, cuyo objetivo era lograr una mayor caracterización del pavimento existente, mediante el empleo de rangos del radio de curvatura, y obtener una expresión que se adaptara mejor a la variación de la Deflexión con el espesor de refuerzo utilizando diferentes tipos de mezclas asfálticas preparadas y colocadas en caliente. Por otro lado definieron los límites de validez de la nueva expresión obtenida mediante la adopción de un mínimo y un máximo de espesor.

La relación hallada es:

$$\ln \frac{D_o}{D_h} = k_1 h + K_2$$

Para  $5 \text{ cm} \leq h \leq 25 \text{ cm}$

El valor de las constantes  $k_1$  y  $k_2$  depende, además del tipo de mezcla de la capacidad estructural del pavimento existente.

A partir del año 1981 se ha comenzado a utilizar el deflectógrafo Lacroix en la Argentina para determinar la deflexión en los pavimentos flexibles que deben ser reforzados debido, entre otras razones, a la información prácticamente continua que el mismo suministra. Esta circunstancia trajo como consecuencia la necesidad de determinar la

correlación existente entre ambos ensayos para poder seguir utilizando la experiencia adquirida y las expresiones empleadas para el cálculo del espesor de refuerzo cuando resulta aplicable la metodología basada en el análisis deflectométrico.

El método aplicado en la Argentina para determinar la Deflexión Benkelman Recuperable es el establecido por la técnica Canadiense mediante la cual se obtiene la deformación elástica instantánea más la elasto retardada por medio de un ensayo estático con una carga de 8.175 kg en el eje, igualmente distribuida sobre sus dos ruedas duales, provistas de cubiertas normalizadas (10" x 20", 12 telas) y una presión de inflado de 5,6 kg/cm<sup>2</sup> (80 Libras/pulg. cuadrada).

La técnica para efectuar el ensayo Lacroix adoptada en la Argentina consiste en medir la deformación total del pavimento bajo la acción de una carga que se desplaza a velocidad de "creep" (en el ensayo normal la velocidad del camión es del orden de 3 km/h). La carga en el eje de medición es de 10.600 kg sobre ruedas duales con neumáticos de 12" x 20" y una presión de inflado de 8,05 kg/cm<sup>2</sup> (115 Libras/pulg. cuadrada) Ver fig. N° 17 a y b.

La marcada diferencia en el tipo y método de obtención de la deformación en la superficie del pavimento bajo carga, que surge de cada uno de los ensayos descriptos, hace que el problema de la correlación entre ambas mediciones deba ser resuelto experimentalmente y que tal correlación tenga que depender del tipo de estructura auscultada en cuanto a la presencia de capas con ligantes hidrocarbonados (sistemas visco-elásticos). Es previsible, teóricamente, que la expresión que vincule ambas deflexiones varíe con el aporte estructural relativo de la capa asfáltica con respecto a la estructura total lo que puede provenir de las diferencias de espesores relativos entre la capa de carácter visco-elástico y la capa granular o, a relación constante de espesores y

para una misma capa asfáltica, de variaciones cualitativas del valor estructural de las capas granulares incluida la subrasante.

Ello es consecuencia de que el Stiffness de una mezcla asfáltica dada depende de la temperatura y del tiempo de aplicación de la carga; a igualdad de todas las demás condiciones el Stiffness disminuye al aumentar el tiempo bajo carga por lo que la deformación de una capa asfáltica en el ensayo Benkelman como se realiza en la Argentina, debe ser mayor que en el ensayo Lacroix. Es la misma razón por la cual la deflexión Benkelman, por ejemplo aumenta con la temperatura de ensayo, a igualdad de todas las demás condiciones, cuando en la estructura existe cierto espesor de capas asfálticas.

Por el contrario tratándose de una capa, granular incluida la subrasante, la deformación bajo el ensayo Lacroix debe superar a la obtenida con Benkelman, de acuerdo con Boussinesq, por ser del mismo orden el radio efectivo del área de contacto y mayor la presión de contacto efectivo en el primero (según Dormon).

A la luz de todo lo dicho resulta claro que la deflexión Benkelman puede ser mayor, menor o igual a la deflexión Lacroix, tal como se determina en la Argentina, según las características estructurales del pavimento bajo examen. Asimismo se compromete que en una estructura constituida por una capa asfáltica y una capa granular de espesores dados, el sentido de la relación entre la magnitud de ambas Deflexiones puede invertirse al aumentar la deflexión del pavimento bajo carga como consecuencia de variaciones cualitativas del aporte estructural de la capa granular y/o de la subrasante.

La experiencia confirmó este análisis teórico. El programa experimental desarrollado comprendió mediciones sobre tres tipos distintos de estructuras correspondientes a casos comunes en Argentina y con distintas condiciones de materiales locales, clima y tránsito.

Con el objeto de eliminar la influencia de la temperatura en el establecimiento experimental de las correlaciones las mediciones fueron efectuadas durante la noche, correspondiendo en todos los casos al rango  $19^{\circ} \pm 3^{\circ}\text{C}$ . Por otra parte se tuvo especial cuidado en efectuar ambas mediciones (lacroix y Benkelman) exactamente en los mismos puntos de la superficie del pavimento. Para ello se efectuó siempre en primera instancia la medición con el Deflectógrafo, marcándose con pintura los lugares precisos donde se ubicaban los patines palpadores, ubicándose luego el extremo de la Regla Benkelman exactamente en los mismos puntos.

Las estructuras ensayadas y los resultados obtenidos fueron los siguientes:

**Caso 1:** Ruta Prov. N° 33 - Catamarca, Capa de rodamiento de aproximadamente 2 cm de tratamiento superficial tipo doble y base granular de 20 cm., apoyando sobre 20 cm de suelo seleccionado.

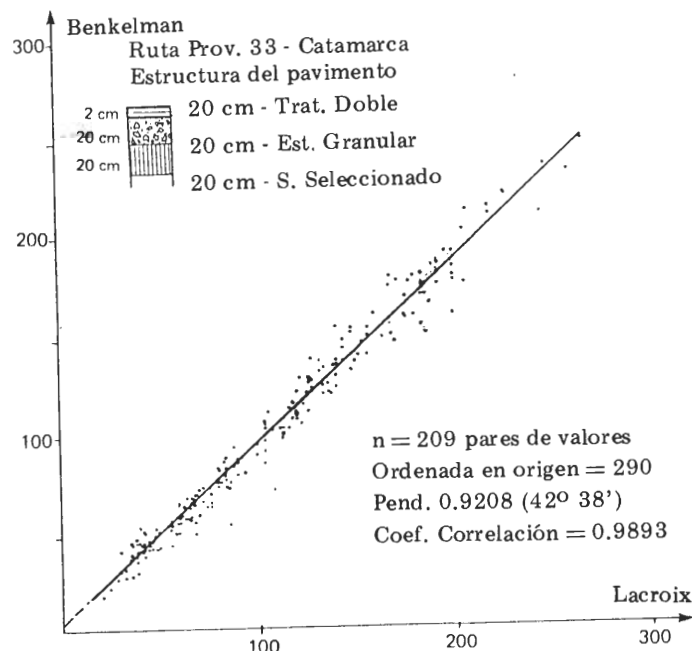


Fig. N° 18  
Correlación Benkelman  
Lacroix Caso 1

La correlación obtenida es lineal y ha sido representada gráficamente en la figura N° 18 resultando la recta de regresión de acuerdo a la siguiente expresión:

$$D_B = 0.921 D_L + 2,90$$

donde.

$D_B$  = Deflexión Benkelman

$D_L$  = Deflexión Lacroix

Coefficiente de correlación

$$v = 0,988$$

Número de pares de valores

$$n = 209$$

La deflexión Lacroix está comprendida prácticamente entre 40 y 200 (0,01 mm).

**Caso 2:** Ruta Nac. 188 - Buenos Aires. Capa de rodamiento de concreto asfáltico de 10 cm de espesor y 20 cm de base granular apoyando sobre una sub base de 20 cm de suelo - cal.

Los resultados obtenidos están representados por la línea A de la figura N° 19 ; la correlación también en este caso es lineal y la recta de regresión resultó:

$$D_B = 0.868 D_L + 16,66$$

$$v = 0.972$$

$$n = 175$$

La deflexión Lacroix está comprendida prácticamente entre 60 y 200 (0,01 mm).

**Caso 3:** La misma ruta y estructura del Caso 2, pero en un tramo en que el espesor de concreto asfáltico es de 21 cm.

Los resultados están representados por la línea B de la figura N° 19; puede aceptarse una correlación lineal aún cuando el coeficiente de correlación es menor que en los dos casos anteriores lo que se atribuye al reducido rango de trabajo ya que la deflexión Lacroix está comprendida aproximadamente en 30 y 70 x 10<sup>-2</sup> mm. Se obtuvo la siguiente recta de regresión:

$$D_B = 0.686 D_L + 25,19$$

$$v = 0,771$$

$$n = 101$$

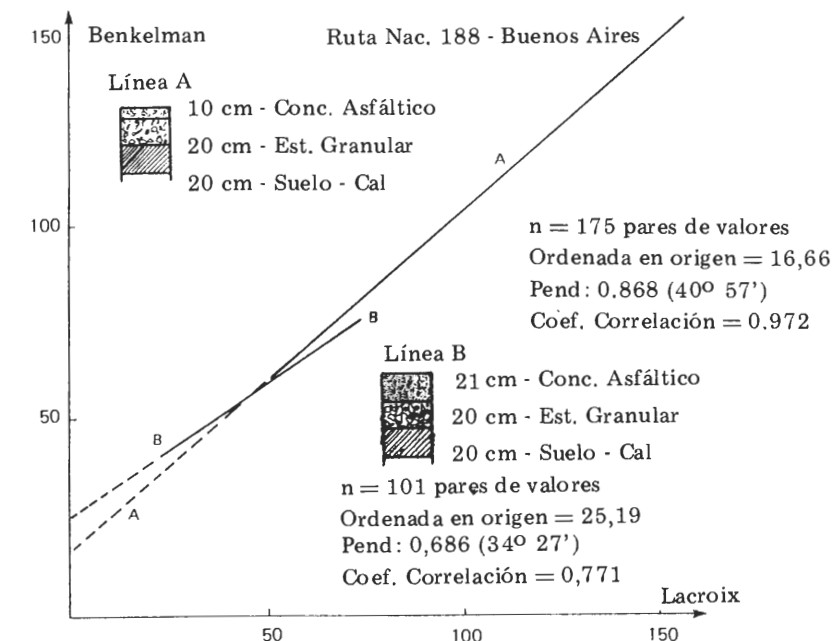


Fig. N° 19  
Correlación Benkelman  
Lacroix CASOS 2 y 3

Comparando las tres rectas obtenidas puede constatar que la ordenada en el origen, que es un valor extrapolado ya que no tiene sentido físico, aumenta con el aumento del espesor de la capa asfáltica. Esto además de razones aquí expuestas, tiene relación directa con las consideraciones que respecto al sistema de medición y la posición de la zapata se hicieron en el punto V.

De acuerdo con los rangos reales de trabajo, expresados por los valores de la deflexión Lacroix ya indicados, la deflexión Benkelman resulta siempre menor que la Lacroix en el Caso 1.

En el Caso 2 resulta:

$$D_B < D_L \text{ para } D_L > 128 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

$$D_B > D_L \text{ para } D_L < 128 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Por último, en el Caso 3 la Deflexión Benkelman resulta siempre mayor que la Lacroix dentro del rango de trabajo.

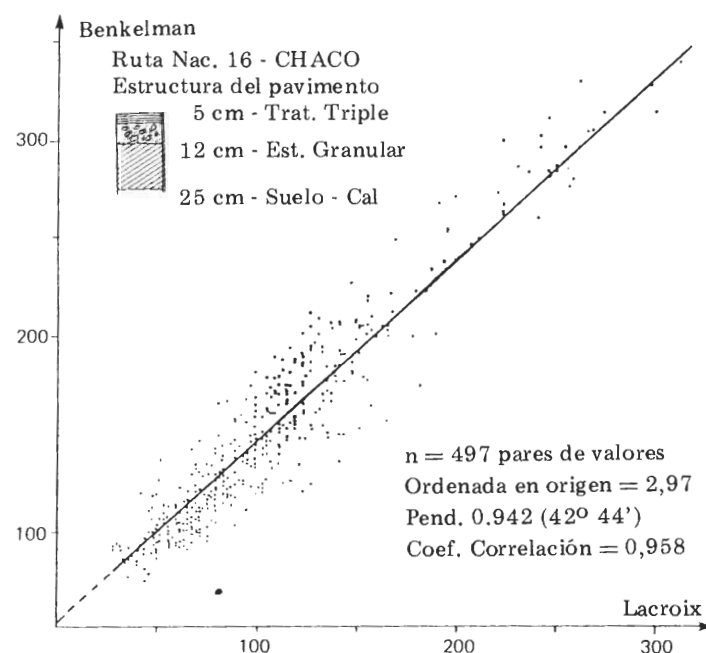


Fig. N° 20  
Correlación Benkelman  
Lacroix Caso 4

Resulta evidente la confirmación del análisis teórico y en consecuencia la necesidad de efectuar ensayos de correlación en otros tipos de estructuras en particular en el caso de la presencia de capas cementadas, antes de generalizar los resultados obtenidos. Debe remarcar que las correlaciones obtenidas lo son con respecto a la deflexión Benkelman a temperaturas del orden de los 20°C (19° ± 3°C) que es la temperatura generalmente utilizada como de referencia.

Caso 4: Ruta Nac. 16 - Chaco. Capa de rodamiento de tratamiento triple y retratamientos, con espesor medio de unos 5 cm, base granular de 12 cm, que apoya sobre una sub-base de 25 de suelo - cal.

En este caso, se trató de analizar la relación, para situaciones de pavimentos con alto grado de deterioro superficial, sobre un rango más amplio de valores de deflexiones (en la práctica, la Deflexión Lacroix varió entre 40 y

300 centímetros de milímetro) y para condiciones de variaciones de temperatura durante un día normal de mediciones (en la práctica la temperatura del pavimento varió entre 13°C y 32°C).

Si bien éstas no son evidentemente las condiciones deseables para un estudio de este tipo, debe tenerse presente que son las condiciones de trabajo que imperan en Argentina, sobre todo en las evaluaciones estructurales con vistas a refuerzos o reconstrucciones.

De la contrastación de 497 pares de valores surgió una correlación también lineal, siendo la recta característica representada por la siguiente expresión:

$$D_B = 0,942 D_L + 2,97$$

$$r = 0,958$$

$$n = 497$$

Como puede observarse en la fig. N° 20, la recta resultante está caracterizada por parámetros casi exactamente iguales a las del Caso 1, que corresponde a una estructura similar. No obstante, la dispersión de los puntos es mucho mayor aunque por su forma de distribución le haya correspondido un elevado coeficiente de correlación.

#### Influencia de la temperatura

Durante el curso de estas experiencias se determinó también la variación de la deflexión Lacroix con la temperatura con el objeto de determinar la incidencia de esta variable comparativamente con la estudiada oportunamente por Petroni y colaboradores (4) para la Deflexión Benkelman. Se adoptó para ello el pavimento del Caso 3 por su mayor espesor de capa asfáltica (mayor

sensibilidad a la temperatura) efectuándose las determinaciones sobre una sección de 200 m de longitud a tres temperaturas diferentes. Los resultados obtenidos fueron los siguientes para la Deflexión Lacroix.

Temp. Pavim.	Deflex. Media	Desviación Standard
16°C	40	8,72
23°C	41	9,60
28°C	44	9,10

Se observa una incidencia muy reducida de la temperatura, del orden del 10% para una variación de 12°C.

Para comparar esta incidencia con la que se hubiera verificado para la misma variación de temperatura sobre una deflexión Benkelman que a 16°C hubiera sido igual a la deflexión Lacroix se aplicó la expresión propuesta por los autores en el trabajo mencionado para calcular la deflexión Benkelman a 28°C. Se obtuvo una deflexión igual a 51 (0,01 mm), es decir un aumento del 27,5% de la deflexión para el mismo incremento de temperatura.

Este resultado podría justificar la modalidad actual de los creadores de la técnica Lacroix de no introducir correcciones por temperatura en las mediciones de rutina.

La diferente susceptibilidad a la temperatura que presentan ambas técnicas experimentales surge de la marcada diferencia en el tiempo de aplicación de la carga que es de algunos décimos de segundo para Lacroix y está en el orden de varios cientos de segundos en el ensayo Benkelman, según la técnica adoptada en la Argentina.

Esta conclusión surge claramente del análisis de la figura N° 21 donde se indica la variación del módulo dinámico del concreto asfáltico y del suelo calcáreo - arena - asfalto normalmente usados en Argentina con la temperatura y el tiempo de aplicación de la carga (5).

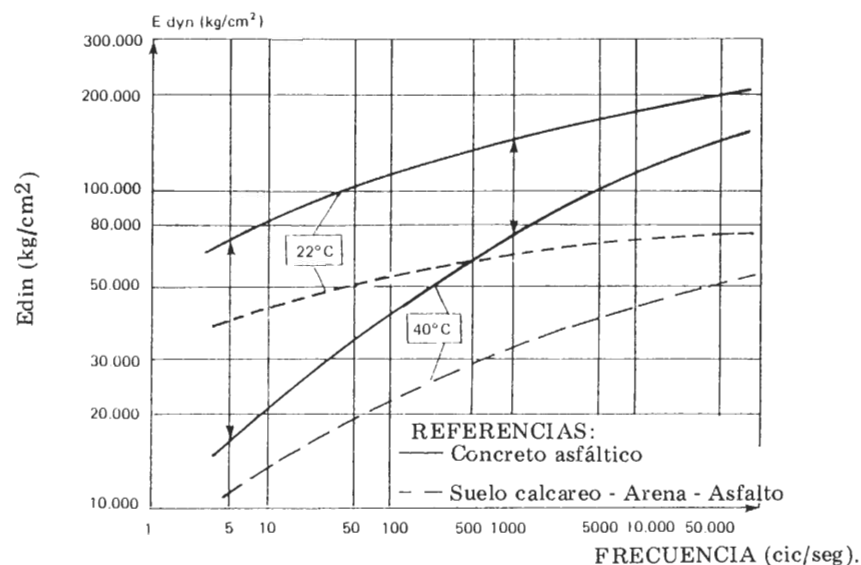


Fig. N° 21  
Variación de Edin con la frecuencia  
a temperatura de servicio.

Para ambas mezclas se observa que la variación del módulo dinámico (Stiffness) con la temperatura aumenta, marcadamente con la disminución de la frecuencia, es decir, con el aumento del tiempo de aplicación de la carga.

## XII. Límites prácticos de utilización del deflectógrafo

Existen algunos casos especiales en que por el estado de la carpeta de rodamiento el trineo de medición del deflectógrafo puede dañarse.

- Cuando hay exudación y la temperatura ambiente es elevada, o se está midiendo por alguna razón sobre un riego asfáltico reciente, es posible que una de las zapatas A se adhiera durante el período en que el trineo es posicionado por el

bastidor guía provocándole una rotación respecto del eje de avance. En estas condiciones las ruedas traseras pueden pisar el trineo, pudiéndose ocasionar un serio daño al sistema de medición.

Sin embargo, si se toma la precaución en estos casos de asignar un hombre a la par del deflectógrafo, si se presenta el problema, podría avisar al operador, quien apretará el botón del comando manual que desembraza el malacate electromagnético tirando del cable del trineo y posicionándolo correctamente. El chofer del camión colaborará disminuyendo la velocidad de marcha y prestando especial atención.

- Hay otros casos que pueden producir un efecto similar al arriba

indicado, los más comunes son: caminos poceados, cruces ferroviarios, juntas en las lozas de aproximación de los puentes, etc.

- El ahuellamiento excesivo de algunos pavimentos es otra fuente de posibles problemas. Las zapatas delanteras, quedan simultáneamente hundidas en las huellas mientras que el apoyo trasero C queda elevado en la entrehuella.

Esto complica el sistema de accionamiento del fin de medición y además en casos extremos el trineo puede chocar con el diferencial del camión.

El inconveniente de la llave de corte fue solucionado por los técnicos de Vialidad Nacional reemplazando el contacto mecánico original por un sistema emisor-receptor de rayos infrarrojos modulado, que por medio de una llave en el comando funciona como sistema alternativo.

Además, se usa para los casos extremos un juego de zapatas de altura reducida lo que implica una revancha de más de dos centímetros, que en términos de ahuellamiento es muy significativo.

## XIII Rendimientos

Para visualizar mejor los rendimientos obtenidos con los deflectógrafos se cree interesante hacer la comparación con los obtenidos con Regla Benkelman por el método Canadiense (estática) que es el utilizado en Argentina.

Una comisión para medir Benkelman suele estar compuesta por un técnico operador, un ayudante, dos choferes, uno para el camión y otro para la movilidad de apoyo que suele acompañar a la comisión.

Estando bien familiarizados con el trabajo necesitan alrededor de 10' si se efectúa otra medición unos pocos metros más adelante como es de práctica. Si se tiene en cuenta que a este valor se

le debe sumar el traslado entre punto y punto (200 m comúnmente) podemos decir que en una hora se tiene medido (sin procesar) 1 km con 5 valores de deflexión recuperable y radio de curvatura en la huella cercana al borde del pavimento.

En ese lapso con el deflectógrafo LACROIX se recorren unos 3 km con un intervalo de medición de 6 m en ambas huellas de la trocha (1.000 deflexiones máximas) más los 30 valores por deflexión máxima, para integrar la línea de influencia (30.000 valores), y además todas estas mediciones se han dibujado prolijamente en un gráfico en función de la distancia, y cada valor encuentra perforado en una cinta de papel que permite en pocos minutos leer, procesar estadísticamente e imprimir los resultados con la ayuda de un minicomputador de mesa.

Se debe tener en cuenta también que con el deflectógrafo se puede medir con lluvia, e incluso de noche, simplemente reforzando las medidas de seguridad.

En otro orden, un cálculo de rendimiento más real, se debe hacer con los resultados de los km. medidos por una comisión durante un mes, o mejor aún el rendimiento anual.

Las comisiones de los deflectógrafos en la Argentina están formadas por el operador y dos choferes, uno del camión y otro la movilidad de apoyo y vuelven todos los meses (por razones administrativas) al centro de operaciones además no trabajan en general los sábados y domingos y deben computarse los tiempos de calibración y de traslado de la comisión entre las secciones a estudiar (unos 300 km en promedio), y lógicamente los tiempos de reparaciones mayores y mantenimiento de rutina que tienen también un esquema centralizado.

En los primeros 9 meses de 1981 con cuatro camiones se han medido 3,840 km de los cuales 440 km correspondieron a auscultar 2.200 km al

20 0/0 y 3.400 km de medición en forma continua. El record de medición en un mes siempre con cuatro camiones fue en abril, con 763 km habiendo medido 240 km un solo deflectógrafo.

Teniendo en cuenta la menor incidencia de la temperatura en las Deflexiones Lacroix respecto a las Benkelman (ver capítulo XI), los límites de temperatura del pavimento para la medición han sido ampliados, trabajándose actualmente entre 5°C y 40°C cuando la capa de rodamiento es de concreto asfáltico y sin límites cuando es de tratamiento superficial.

#### Referencias bibliográficas.

1. GONELLA E. y Font. J. "Estudio de las Deflexiones Benkelman en diversos pavimentos de la Red Nacional". XI Reunión Anual de Asfalto - 1960.
2. RUIZ, Celestino L. "Sobre el cálculo de Espesores de Refuerzo de Pavimentos". XIII Reunión del Asfalto - 1964.
3. RUIZ, Celestino, L. y Col. "Manual para Proyectos de Obras de Mejoramiento Pavimentos Flexibles". VII Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito - Mendoza - 1972.
4. Ph LEGER "Le Défectographe Lacroix. Evolution du matériel et des procédés d'exploitation. Revue générale des routes et des aérodromes, juin 1969.
5. E. PRANDI "Lacroix - LCPC Deflectograph, 2nd International Conference on the Structural Design of Asphalt Pavements Proceedings; University of Michigan, August, 7th to 11th, 1967.
6. NORMAN, P., SNOWDON R. and JACOBS J. "Pavement Deflection measurements and their application to structural maintenance and overlay design T.R.R.L. Laboratory Report 571.
7. PETRONI E. y Col. "Variación de la Deflexión Benkelman Recuperable con el espesor de capas asfálticas tipo Mezcla en Caliente" XXII Reunión del Asfalto - San Juan - 1980.
8. PETRONI E. y Col. "Variación con la temperatura de la Deflexión Benkelman Recuperable". XX Reunión del Asfalto. VIII Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito - Buenos Aires - 1977.
9. TOSTICARELLI J. y Col. "Determinación en Laboratorio del Módulo de Elasticidad Dinámica de Mezclas Asfálticas". XXI Reunión del Asfalto C.P.C. - 1978.
10. AUTRET P. "Analyse de la mesure au défectographe Lacroix, Rapport de Recherche LCPC - nov. 1967.
11. TOSTICARELLI J. "Sobre la determinación de Deflexiones y Radio de Curvatura en pavimentos Flexibles" XX Reunión Anual del Asfalto - 1972.