

CARRETERAS

AÑO VI
Nº 22

SETIEMBRE -
DICIEMBRE
1960

ASOCIACION
ARGENTINA
DE
CARRETERAS





CONSEJO DIRECTIVO

de la

Asociación Argentina de Carreteras



ADHERIDA A LA INTERNATIONAL ROAD FEDERATION

PRESIDENTE Luis De Carli
VICEPRESIDENTE 1º Edgardo Rambelli
VICEPRESIDENTE 2º Juan Agustín Valle
SECRETARIO Ezio M. A. Strazzolini
PROSECRETARIO Carlos Oppicci
TESORERO Lucas G. M. Marengo
PROTESORERO Walther Burgwardt
VOCALES Néstor C. Alesso

Marcelo J. Alvarez
Eduardo I. Arenas
Arturo A. Buxton
Juan F. García Balado
Enrique Humet
José María Raggio
Marcos Sastre
Tibor Teléki
Luis María Salazar

(Cámara Argentina de la Construcción)
(Shell, Compañía Argentina de Petróleo S.A.)
(Representante de la Categoría "A" - Socios Individuales)
(Yacimientos Petrolíferos Fiscales)
(Esso S.A. Petrolera Argentina)
(Marengo S.A.I.C.F.)
(Burgwardt y Cia. S.A.I.C. y Agroganadera)
(José M. Aragón S.A.)
(Representante de la Categoría "A" - Socios Individuales)
(Dirección Nacional de Vialidad)
(Automóvil Club Argentino)
(Instituto del Cemento Portland Argentino)
(Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires)
(Representante de la Categoría "A" - Socios Individuales)
(Representante de la Categoría "A" - Socios Individuales)
(Industrias Kaiser Argentina)
(Comisión Permanente del Asfalto)

Delegaciones en el Interior

CATAMARCA

(COMISION PROVISORIA ORGANIZADORA)

Presidente Edmundo Gelosi
Vicepresidente Mario Folquer
Secretario Pedro R. Puerta
Tesorero Pedro I. Gómez
Vocales Esteban Milanese
Mario S. Perdiguero
Rafael Pérez (h.)
Vocales Suplentes Oscar Niederle
Andrés Vázquez de Novoa
Renato Morandini

(Casa Gelli)
(Ferreya y Folquer (Estudios y Construcciones)
(Emp. Constructora Ing. Pedro R. Puerta)
(Emp. de Transportes Gómez Hnos.)
(Milanesi Hnos, Agentes Ford)
(Cámara Gremial del Transporte Automotor)
(Representante Mercedes-Benz Argentina)
(Representante de la Categoría "A" - Socios Individuales)
(Distrito 11 de la Direc. Nac. de Vialidad)
(Dirección Provincial de Vialidad)

(Continúa en la contratapa interior)

SO S. A. P. A.
ALCO S. A.
RECC. DE VIALIDAD
LA PROV. DE BS. AS.
P. F.
ONARG
ORP. CEMENTERA
RG. S. A.
STITUTO DEL CEMENTO
ORTLAND ARGENTINO
ANDER S. A.
MCO ARGENTINA S. A.
QUIMAC S. A.
EC
ORE, PANIZA Y TORRA

CARRERAS

ASOCIACION ARGENTINA DE CARRETERAS

AÑO VI

SETIEMBRE - DICIEMBRE 1960

Nº 22

Director: Ing. Eduardo Arenas. - Secr. de Redac.: Antonio P. Lomónaco. - Registro de la Prop. Intelectual Nº 641.111. - Revista cuatrimestral editada por la Asociación Argentina de Carreteras. - Adherida a la Asociación de la Prensa Técnica Argentina. - Direc., Redac. y Adm.: Venezuela 770, Buenos Aires, Argentina
Cables "Carreteras" - Teléfonos: 30-0889 y 34-8076.

SUMARIO

	Pág.
LA PATAGONIA: UN MUNDO NUEVO	
Editorial	2
EL PROCESO "WET SAND MIX" EN EL PANORAMA VIAL ARGENTINO	
Por el doctor Celestino Ruiz	3
COMENTARIOS AL MARGEN DEL SIMPOSIO SOBRE CALZADAS DE HORMIGON	
Por el ingeniero Oscar Marino Barros	15
ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE DEFLEXIONES	
Por el agrimensor Alfonso de la Torre	18
OBRAS DE DEFENSA PARA RIOS DE CAUCE ARENOSO. DEFENSAS DESARROLLABLES DE ALAMBRE TEJIDO	
Por el ingeniero Pablo E. de la Vega	28
PORTADA: Ruta 7, tramo Polvareda-Límite con Chile. Vista del camino, con la cordillera nevada. Al fondo, el cerro Tolosa (foto Vialidad Nacional)	
CONTRATAPA (Exterior): Del Sistema Argentino de Señales Camineras. Nueva señal de curva y contracurva cerradas.	



Por Más y Mejores Caminos

La Patagonia:

Un mundo nuevo

Acaba de realizarse en Comodoro Rivadavia la XIIIª Mesa Redonda del Congreso Argentino de Legislación, Técnica y Economía de los Transportes.

Fue una reunión fructífera, y los problemas se discutieron en un alto nivel técnico, político y económico.

La Asociación Argentina de Carreteras, representada por su presidente, tuvo participación muy activa en todos los debates, muy especialmente al tratarse el tema vial. En las varias sesiones se consideró el transporte automotor, ferroviario, marítimo y aéreo.

Con intervención del vicegobernador del Chubut, del intendente municipal y otros funcionarios de la zona se consideraron los problemas del transporte, que tan substancialmente afectan la vida patagónica, que en su vigoroso despertar ve trabada su vida por la precariedad de los varios elementos que integran la tarea de transportar hombres y cosas.

En nuestros órganos de información daremos detallada cuenta de las resoluciones votadas.

Ahora sólo comentaremos panorámicamente la labor realizada y sobre todo la información allí recogida por nuestro presidente, que evidencia la falta de comprensión del país en la consideración de los problemas de esa zona.

Comodoro Rivadavia, que —como ha dicho su intendente, señor Antonio Morán— es ya la capital de la Patagonia, para el transporte de lo que su población necesita no tiene más que los caminos que transitan y la ruta que une Buenos Aires con Tierra del Fuego. Son 1.800 km de caminos, de los que sólo una cuarta parte tiene una superficie lisa de rodamiento. Las otras tres cuartas partes son pavimentos precarios —la mayor parte ripios sin más ligazón que la poca tierra friable contigua—. Los camiones que hacen ese recorrido tienen una vida máxima de 170.000 kilómetros.

El flete de los que esos camiones transportan es de cuatro a diez mil pesos la tonelada; esto hace comprender su gravitación en el costo de la mercadería que consumen los pobladores patagónicos.

Por vía marítima el mismo flete cuesta 800 pesos: casi una octava parte; pero como Comodoro Rivadavia no tiene puerto adecuado, a los barcos les resulta difícil entregar la mercadería. En muchas ocasiones gran parte de la carga transportada por barco se rompe o cae al mar en oportunidad de las maniobras de descarga.

Tan agudo resulta el problema, que buena parte de los patagónicos que integraban la asamblea hicieron un gran esfuerzo para lograr apoyo para una resolución en la que se dejase sentado que al transporte marítimo le corresponde la primacía sobre todo otro medio de comunicación. Es decir que la construcción de caminos y aeropuertos quedaba relegada; reacción explicable, aunque no justa, frente a la apatía general, que priva a ese centro productor de riqueza de su principal herramienta.

Y esto perjudica tanto a los habitantes de la Patagonia como a todo el resto del país.

Las exposiciones del delegado de la Dirección Nacional de Vialidad, ingeniero Andrés Molina, y de nuestro presidente sirvieron para serenar las mentes exaltadas. Ellos demostraron que con llegar a puerto los pasajeros y las mercaderías el problema no encontraba solución. Era menester penetrarla por todo el interior del extenso territorio, y para ello era imprescindible la construcción de caminos y aeropuertos.

El detalle de las obras viales en ejecución, la nómina de los muchos tramos de caminos proyectados y a licitarse en muy breve plazo, convenció a los habitantes sureños de que el país no los olvida y que la actividad en estos medios de transporte cambiará totalmente su economía.

Gran regocijo produjo en la asamblea la noticia de que ya se tenían todos los medios para completar en tres años la ruta N° 3, de Buenos Aires a Tierra del Fuego, y que para esa obra se invertirán 3.660 millones de pesos. Igualmente se consideró la pavimentación de la ruta 22, de Bahía Blanca a Zapala, pasando por Neuquén, para lo que se invertirá una suma de 1.300 millones de pesos. En idéntica situación se hallan los caminos Zapala-Bariloche, Lago Espejo al límite con Chile, Cipolletti a dique Almirante Cordero, La Dorotea a Cancha Carrera (Santa Cruz), etc.

Un hecho importante acentuó el interés de la asamblea: se preguntó por qué los habitantes de la Patagonia deben contribuir a enjugar el enorme déficit de los ferrocarriles, siendo que la zona carece casi por completo de comunicaciones de ese tipo. Se dijo, igualmente, si Comodoro Rivadavia no merecía el favor de tener un puerto adecuado, en compensación del esfuerzo realizado por la zona austral para cubrir un déficit de 30.000 millones de pesos.

La Asamblea votó una significativa ponencia, que en su parte resolutive dice:

"1ª— Solicitar del CONGRESO ARGENTINO DE LEGISLACION, TECNICA y ECONOMIA DE LOS TRANSPORTES gestione ante los Poderes Públicos la ejecución total de las obras proyectadas y se adicionan otras con fondos derivados de la compensación que se le debe a la Patagonia por carecer de vías ferroviarias.

"2ª— Instar a los Poderes Públicos para que entreguen a los organismos viales los fondos que para obras camineras destina la ley N° 505.

"3ª— Felicitar a la Dirección Nacional de Vialidad por la forma integral con que contempla la solución del problema vial, y estimularla a perseverar en el esfuerzo para hacer que esta importante zona del país deje de ser un rincón abandonado."

Ha sido, pues, una proficua labor la desarrollada en Comodoro Rivadavia. La discusión de los problemas patagónicos fue pragmática. No hubo torneos oratorios. No campeó el propósito de predominio.

El presidente de la Mesa Redonda, comodoro Carlos A. Benavides, condujo los debates con altura, lo que permitió a cada sector gravitar con informes e ideas para materializar la obra realizada.

EL PROCESO "WET SAND MIX" EN EL PANORAMA VIAL ARGENTINO

POR EL DOCTOR CELESTINO RUIZ *

1) Antecedentes

Uno de los problemas técnico-económicos de mayor importancia en el presente y futuro próximo de nuestro panorama vial es hacer el mayor uso posible de los materiales locales en la construcción de calzadas, en particular de los suelos seleccionados asequibles, finos de canteras u otros materiales locales, aún cuando su calidad en el estado natural sea relativamente baja. El juego particular de condiciones y circunstancias que cada obra plantea hace necesario y a veces imprescindible el uso de determinado material local; por ello es una necesidad imperiosa el estudio exhaustivo de los mismos tanto para conocer sus propiedades en el estado natural como para su corrección o estabilización por incorporación de distintos agentes apropiados siguiendo técnicas constructivas posibles y convenientes que permitan en última instancia su utilización en las bases, sub-bases y carpetas de rodamiento.

Escapa a nuestro tema considerar en conjunto el amplio campo de la corrección y estabilización de suelos, permítanme Uds. sólo mencionar un aspecto del mismo. El origen de estas técnicas es netamente empírico y se inicia en base a las observaciones del comportamiento práctico hace unas pocas décadas. Sin

* Texto de la conferencia pronunciada por el doctor Celestino L. Ruiz ante el personal técnico de Vialidad Nacional, el 12 de diciembre de 1960.



embargo su evolución y desarrollo ha recibido y recibe un aporte considerable de la investigación tecnológica sobre bases científicas en distintas disciplinas, desde la mineralogía de las arcillas y la mecánica de los suelos hasta la físico-química de las superficies y los coloides. El aporte de un mayor y mejor conocimiento básico de los materiales aislados y sus recíprocas influencias se ha traducido en la solución de problemas prácticos. Con carácter de ejemplos representativos mencionaré dos casos:

- a) En el campo del suelo-cemento: el agregado de cal u otras sales de calcio para disminuir y aún anular las influencias desfavorables de ciertos suelos en la hidratación normal del cemento y en consecuencia en las propiedades de valor práctico del suelo-cemento como base o sub-base de pavimentos.
- b) En el campo de la estabilización bituminosa se ha desarrollado la incorporación de aditivos apropiados, particularmente tensio-activos, que permiten modificar favorablemente las técnicas de mezclado, constructiva, la durabilidad y características mecánicas del material.

Los aportes de la investigación básica han pasado ya, en muchos casos, la etapa de laboratorio y son una realidad práctica en los países de mayor nivel técnico. Ello muestra que el medio más efectivo y rápido para lograr la meta deseada es la utilización armónica y conjunta del conocimiento básico y del arte de la práctica, sin caer en ningún caso en la sobre o desvalorización de aquel primer conocimiento. Esto puede ser muy cómodo al hombre exclusivamente científico o práctico; pero no ayuda a resolver los problemas planteados.

Nuestro tema específico no es más que un caso particular de estas consideraciones generales. Desde hace unas tres décadas se ha desarrollado la técnica de la estabilización por incorporación de distintos tipos de materiales bituminosos con el fin primordial, pero no único, de aportar cohesión a los suelos arenosos friables o modificar la tendencia, característica de los suelos cohesivos, a succionar agua con gran pérdida de su valor soporte propio, al estado compactado y con el contenido óptimo de humedad. La técnica de la estabilización bituminosa es bien conocida en nuestro medio y ha sido repetidamente descriptiva en nuestra literatura; en efecto basta con mencionar los trabajos presentados por distinguidos profesionales en las Reuniones organizadas por la Comisión Permanente del Asfalto.

Veamos ahora las observaciones surgidas de la experiencia práctica en obra. Para obtener mezclas con distribución homogénea del material bituminoso (diluidos o emulsiones) es necesario incorporar agua. En muchos casos no basta la cantidad recomendada por la regla $\frac{1}{4}$ de L.L., es necesario alcanzar o aproximarse al mismo L.L. si es que se desea transformar en real la capacidad cohesiva o impermeabilizante potencial del material bituminoso como lo ha mostrado por ejemplo Ciafardo (4) con suelos arenosos del nordeste de la provincia de Buenos Aires. Como regla general la cantidad de agua necesaria para el mezclado homogéneo supera a la H.Opt., ello hace necesario un proceso de aereación de la mezcla que por secado parcial permita alcanzar un contenido de fluido compatible con la compactación. La incertidumbre que este proceso de secado introduce en la marcha de obra y el difícil y molesto manejo del material excesivamente húmedo en campaña, repercuten desfavorablemente desde el punto de vista de la facilidad constructiva.

Una vez compactado el material, es necesario que se produzca la rotura de la emulsión bituminosa o la eliminación de los volátiles del asfalto diluido para que el betún asfáltico incorporado cumpla su rol estabilizante. La rotura de las emulsiones superestables se produce fundamentalmente por secado, con acción quí-

mica coadyuvante del material si éste es activo. Se han mencionado en nuestro país casos particulares donde una pérdida del 25 % de la humedad óptima era suficiente para hacer apreciable el efecto estabilizante. Evidentemente ha existido en estos casos una acción química por parte del suelo utilizado, pero no es menos cierto que en general el efecto registrado en el laboratorio secando hasta peso constante a 60°C, sólo puede alcanzarse aproximadamente en zonas de clima muy seco, bien distinto del existente en gran parte de nuestro país. Debe tenerse presente además, que el secado es condición primordial para el éxito de la estabilización.

Hoy día existe criterio formado sobre la bondad de la estabilización bituminosa cuando las condiciones climáticas y de trabajo permiten un adecuado secado. Paralelamente todos los que en una u otra forma han tenido contacto con estos procesos coinciden sobre las dificultades en la etapa constructiva que en algunas obras determinaron modificaciones fundamentales o cambio de los proyectos primitivos.

El problema queda planteado en estos términos: es necesario que el agua para el mezclado con distribución homogénea del material bituminoso sea menor que la óptima que permita adecuada compactación de la mezcla total; el desarrollo de la acción impermeabilizante y cohesiva debe ser obtenido por simple aereación a temperatura ambiente de la mezcla compactada en el plazo más breve posible.

La solución al problema planteado ha sido investigada en el extranjero mediante el empleo de aditivos, o sea productos químicos tensioactivos capaces de modificar las relaciones de energía interfacial en el sentido deseado, lo que ha abierto nuevas posibilidades a la tecnología del asfalto. De este tipo de investigaciones surgieron, en un primer paso, el uso de aditivos para disminuir y aún evitar el desplazamiento de las películas de bituminosas por el agua, aumentando la durabilidad de los pavimentos asfálticos clásicos elaborados con agregados hidrófilos; posteriormente aparecieron las emulsiones "catiónicas" capaces de romper sin secado, ampliamente usadas en Europa; nuevos tipos de mezclas asfálticas con agregados húmedos como la denominada en idioma inglés "wet sand mix" y nuevos materiales asfálticos destinados a la estabilización de suelos como los diluidos EK₂ y CK₂ utilizados en Francia (10). Una interesante revista de conjunto ha sido realizada, por Rodrigues Elías Da Costa, ingeniero del Ministerio de Obras Públicas de Portugal (19).

Concretándonos a nuestro tema específico, el tipo de mezcla asfáltica "wet sand mix", es decir mezclas preparadas en frío con arenas húmedas deben su origen a las investigaciones realizadas en el Road Research Laboratory de Inglaterra durante la última guerra mundial destinadas a buscar un método para la construcción de aeródromos en las zonas costeras donde el único agregado asequible eran las arenas de playa y no se disponía de usinas asfálticas. Posteriormente se ha ampliado su campo de aplicación a la construcción de sub-bases, bases y aún capas de rodamiento utilizando como agregados arena y suelos arenosos de baja o nula plasticidad, finos de cantera y grava arenosa. El comportamiento satisfactorio de los primeros pavimentos construidos en Inglaterra ha llevado a numerosas aplicaciones en otros países europeos como Francia, Bélgica, Dinamarca, etc., y aún no europeos como Brasil y del África.

En esencia el método consiste en mezclar en frío el agregado húmedo (humedad natural o incorporada generalmente entre 3 y 8 por ciento, excepcionalmente 10 a 12 por ciento con arenas muy finas) con pequeños porcentajes de cal hidratada en polvo o cemento portland (2 por ciento del peso del agregado de cal, 3 a 4 por ciento de cemento) y luego incorporar la cantidad óptima previamente determinada (generalmente de 3

POR BUEN CAMINO...



El ASFALTO ESSO torna *bueno* cualquier camino, pues lo cubre con calidad, transformándolo en una espléndida pista suave y uniforme. Aumenta también la resistencia y duración de las carreteras en beneficio de la economía y del progreso vial.



POR MAS Y MEJORES CAMINOS

ESSO · SOCIEDAD ANONIMA PETROLERA ARGENTINA

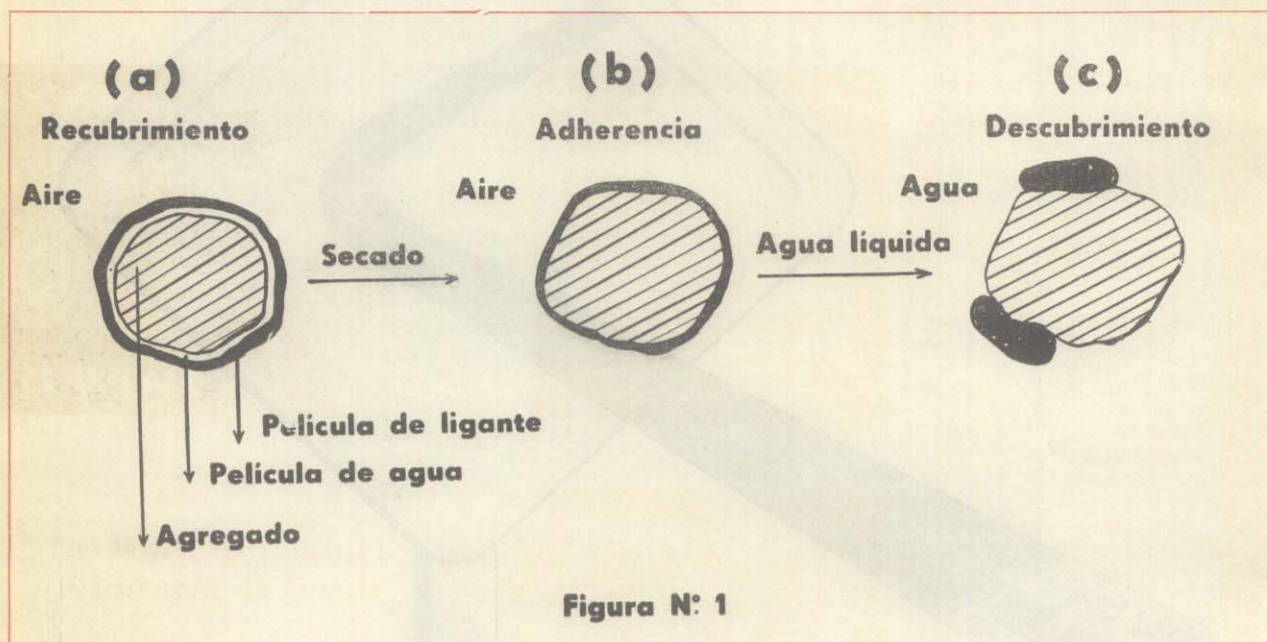
a 5 por ciento del peso del agregado) de un asfalto diluido especial, denominado en Europa S.R.O. (Special Road Oil) que contiene un aditivo ácido tensioactivo. Es necesario un enérgico mezclado por unos dos minutos en mezclador fijo a paletas de doble eje, análogo al utilizado en las usinas asfálticas, o bien unidades móviles como las conocidas máquinas ambulo operantes. La mezcla homogénea se reconoce por su color oscuro uniforme y es cohesiva al tacto.

El transporte y distribución se efectúa de inmediato en la forma común manual o mecánicamente. La compactación se inicia dentro de las dos primeras horas comenzando con rodillo liviano de 2-4 toneladas o neumático y completando con rodillo pesado. Para espesores consolidados de más de 8-10 cm debe operarse por capas sucesivas. Es necesario esperar 10-15 días o más, de aereación antes de recubrir cada capa o colocar la carpeta de rodamiento.

Una característica notable del "wet sand mix" es

por eliminación del agua por secado. A la inversa, alcanzado el estado b, si se lo pone en presencia de agua líquida ésta determina el lento desplazamiento de la película bituminosa, por la mayor energía de unión del agua con la superficie de los agregados hidrófilos con respecto a la del ligante bituminoso, las películas de éste se retraen formando grumos o gotas que tienden a la forma esférica y la mezcla se desintegra.

El agregado de cal y la presencia de un aditivo ácido en el ligante bituminoso determina por quimio adsorción un neto cambio de las energías interfaciales. El ligante se extiende más fácilmente en películas, lo que permite obtener mezclas homogéneas aún bajos contenidos de humedad, y se adhiere a la superficie pétreo desplazando el agua presente. No existe la etapa "recubrimiento" (a), se pasa directamente a la "adherencia" (b) en forma permanente, el "descubrimiento" (c) no se produce. En otros términos



el desarrollo de una cierta "estructura" a las pocas horas de colocado, particularmente cuando se utilizan aditivos adecuados y cal hidratada, la que aporta estabilidad y cohesión independientemente de la producida por la eliminación de solventes del asfalto diluido. Esta relativamente elevada estabilidad inicial permite a las pocas horas cierto tránsito, lo que constituye una indudable ventaja constructiva que en cierto grado acerca este proceso a las bien conocidas de las mezclas en caliente convencionales.

No es nuestro propósito considerar detalladamente los fundamentos científicos de este proceso basado en los estudios iniciales de Lee y Carter (3) en 1943 y Alexander y Blott (5) en 1945; en cambio daremos las ideas básicas que permiten comprender la esencia del mismo.

En igualdad de otros factores, la teoría y la experiencia muestran que el extendimiento y formación en frío de películas del ligante bituminoso recubriendo los agregados durante el mezclado se logra más rápidamente si éstos están ligeramente húmedos. Este hecho se observa ya en la práctica durante la imprimación y construcción de tratamientos superficiales. Tal como lo indica la figura esquemática N° 1 se logra así el "recubrimiento" donde la película bituminosa está separada de la superficie mineral por una película de agua. Queda así asegurado el "recubrimiento" pero no la "adherencia" ligante-agregado; se alcanza ésta solo

el sistema desarrolla adherencia y cohesión aún en presencia de un exceso de agua ¹.

Los investigadores ingleses han desarrollado un ensayo simple (cohesivity test) que pone en evidencia lo expresado y permite estimar el contenido mínimo de ligante necesario para dar cohesión a un determinado agregado.

Se introduce en un frasco de boca ancha la cantidad de mezcla "wet sand mix" necesaria para formar una capa suelta de aproximadamente 12,5 mm ($\frac{1}{2}$ pulg) y se cubre hasta 50 mm (2 pulg) con agua que previamente se ha agitado con suficiente cantidad de cal

¹ Se comprende la capacidad de compactar sin secado previo calculando la composición en volumen de las mezclas "wet sand mix". Consideremos una arena fina, con porosidad de 30 % al estado compactado, que ha sido mezclada con 5 partes en peso de agua, 2 de cal y 5 de diluido RC₁ más aditivo para 100 partes en peso de arena. Un simple cálculo muestra que el volumen del agua, diluido y cal es netamente menor que la porosidad de la arena y restan 12 por ciento en volumen de vacíos finales de la mezcla.

Si la superficie específica de la arena es 200-250 cm²/g., el espesor de la película bituminosa considerando partículas sueltas es el orden de 1,5-2 micrones, es decir que existe "betún ligado" capaz de desarrollar cohesión no viscosa. Estas finas películas y la presencia de los productos de quimio-absorción del par cal más aditivo, permiten el desarrollo de lo que hemos llamado estabilidad inicial de la mezcla que lógicamente se incrementa por aereación.

hidratada hasta quedar ligeramente turbia. Luego la mezcla se disgrega bajo el agua con una varilla apropiada y se agita para asegurar su completa impregnación con el agua. Siempre bajo el agua, se compacta golpeando con ayuda de un disco metálico de aproximadamente 20 mm (3/4 pul) de diámetro unido a un vástago. Se hace girar el frasco en forma circular energicamente, la mezcla no debe desintegrarse para considerar que pasa el ensayo de cohesión. El porcentaje de ligante mínimo que pasa este ensayo es menor que el óptimo desde el punto de vista de la estabilidad y durabilidad del pavimento en 1 a 2 por ciento; generalmente basta 2-2,5 por ciento de ligante en el "wet sand mix" para asegurar el desarrollo de cohesión bajo agua. En ausencia del aditivo y la cal, mezclas aún con porcentajes elevados de ligante, que comprometen su estabilidad, no pasan este simple ensayo.

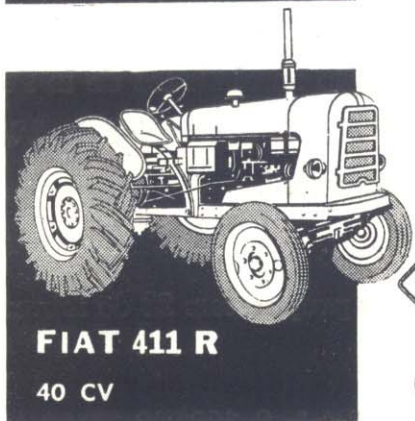
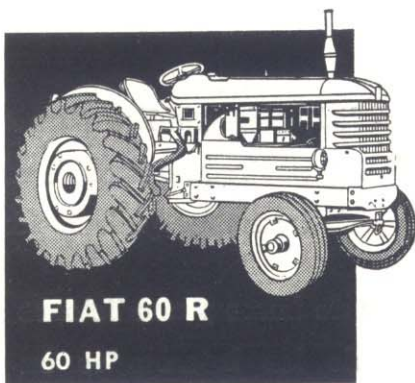
Según las recomendaciones del Road Research Laboratory (2) un amplio rango de arenas puede ser empleado para el "wet sand mix": desde finas a gruesas, tanto de playas marítimas como fluviales, de dunas o de sub-suelo. Es conveniente la presencia de 4 a 5 % de material que pasa la malla Nº 200, se tolera hasta 12 por ciento; en todos los casos el contenido de arcilla (0,002 mm) debe ser inferior al 2 %, es decir, de escasa o nula plasticidad. La presencia de hasta un 25 % de grava menor de 25 mm (1 pulg) en la arena, a pesar de que sólo quedan recubiertas por finas películas con los asfaltos diluidos fluidos, no modifican esencialmente el proceso porque quedan embebidas en el material fino e incrementan la estabilidad. La presencia de sales minerales, comunes en las arenas de playas, no ofrece inconvenientes. No es oportuna una excesiva contaminación orgánica. Paralelamente con las arenas naturales, el "wet sand mix" ha sido utilizado con finos de canteras obtenidos por trituración de rocas y escorias en tamaño máximo de 1/8 pulg y menos del 10 % que pasa la malla Nº 200.

La posibilidad de preparar la mezcla con un rango tan grande de arenas no implica que la resistencia a la deformación bajo carga sea similar. El proceso "wet sand mix" aporta cohesión al sistema conservando la resistencia friccional propia de la arena usada, que como es sabido, es función de la forma, rugosidad y granulometría de sus partículas para igual grado de compactación. De ahí nace la necesidad de realizar ensayos que permitan formar criterio con respecto a la estabilidad de la mezcla a los que luego nos referiremos.

Un exceso de material que pasa la malla Nº 200, como en el caso de las arenas limosas particularmente

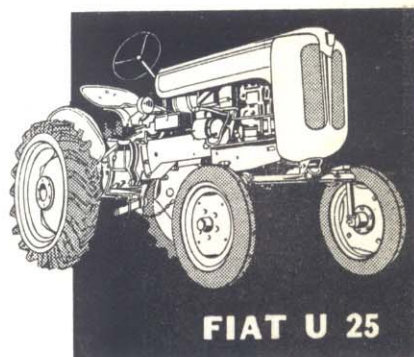
vialco s.a.
Modelos y Potencias
para cada necesidad
y con todas
las Facilidades

RAPIDA ENTREGA



TRACTORES
FIAT-SOMECA

**Amplio stock de repuestos
y accesorios**



**CONCESIONARIOS EXCLUSIVOS
PARA USOS INDUSTRIALES**

vialco s.a.
CHACABUCO 714 - T.E. 33-1400 y 3312 - Bs. As.

las que acusan "Equivalente de Arena" (Hveen) menores de 35, no permite la formación de la estructura granular con menor estabilidad. La permeabilidad de estas mezclas es menor, el curado más lento y obliga a trabajar en épocas apropiadas y menores espesores.

El proceso "wet sand mix" ha sido utilizado en Francia con éxito con suelos arenosos friables (11) y posteriormente se han desarrollado asfaltos diluidos con aditivos especiales (EK₂ y CK₂) (10) que se dice permiten estabilizar suelos con contenidos que pasan el Nº 200 en el orden del 40 % y plasticidades del orden de 20 aún con bajas humedades de mezclado. Se utiliza como activador, cal hidratada para suelos con pH > 6 y sulfato de aluminio con pH < 6, que a la inversa del "wet sand mix", se agregan después de la incorporación del ligante al suelo húmedo. Se trata en realidad de una generalización del proceso "wet sand mix" a los suelos cohesivos donde el betún asfáltico

LICITACION

PUBLICA POR 10 DIAS

Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires

Llámanse a licitación pública para contratar la construcción de obras básicas y pavimento flexible en el camino RAUCH-LAS FLORES, segundo tramo, en jurisdicción del partido de RAUCH.

Los pliegos de bases y condiciones se encuentran a consulta y disposición de los interesados en la sección Licitaciones, siendo el precio del mismo de \$ 5.000 m/n., que se abonará mediante depósito en el Banco de la Provincia de Buenos Aires, en la cuenta "Fondo Provincial de Vialidad, orden Presidente, Contador y Tesorero".

Colle 7 No. 1175

LA PLATA

Apertura de las propuestas: 28 de febrero de 1961, a las 10 horas.

Presupuesto Oficial: \$ 189.828.482,89 m/n.

Ing. Rafael Balcells

Presidente del Directorio

actúa fundamentalmente como impermeabilizante. El uso conjunto de aditivos tensio-activos en el ligante y compuestos minerales activadores, no debe ser confundido con el agregado exclusivo de estos últimos para modificar las características de los suelos, indicado hace 20 años por Winter Korn y ensayado por ejemplo en Texas por Hancock (21).

Con respecto a los otros materiales necesarios para el "wet sand mix", nos referiremos en primer término a la cal que actúa como activador del aditivo ácido. Se usa preferentemente 2 % con respecto a la arena de cal aérea hidratada en polvo de buena calidad con no menos de 90 % de hidróxido de calcio. Pueden utilizarse cales hidráulicas hidratadas comerciales y aún cemento portland, en este último caso en proporción 1,5 a 2 veces la indicada. La cal desarrolla mayor estabilidad inicial que el cemento. Las proporciones indicadas están en exceso con respecto a la necesaria para la activación, ello es conveniente por la heterogeneidad propia de la mezcla arena-cal y porqué en última instancia el exceso actúa como filler contribuyendo a la estabilidad de la mezcla.

El ligante utilizado en Europa es un asfalto diluido especial denominado S.R.O. que acusa 10-25 % de solventes a 360°C en el ensayo de destilación y una penetración del residuo entre 80 y 350. Su viscosidad a 25°C es de 20-60 seg. en el viscosímetro standard para alquitranes, equivalente aproximadamente al tipo RC₃ de la clasificación americana. La característica básica de este material es la de contener un compuesto

ácido orgánico con apropiada acción tensioactiva y bajo precio.

Este tipo de asfalto diluido no ha sido elaborado en el país. Recientemente ha sido ofrecido un aditivo ácido de adherencia elaborado con materias primas nacionales, que mezclado en frío con un asfalto diluido común tipo RC. (ER.) se comporta en forma similar a los especiales utilizados en Europa (13). Experiencias realizadas en los laboratorios de la Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires han ratificado esta afirmación utilizando 4 partes de "Adrog" en volumen para 100 partes de asfalto diluido (9). En el Brasil (6) se ha aplicado con éxito el proceso "wet sand mix" utilizando un recubrimiento previo con fracciones de alquitrán de hulla.

Las mezclas "wet sand mix" preparadas con agregados de apropiada estabilidad han sido usadas en Europa como sub-bases, bases y aún como carpetas de rodamiento para tránsito liviano y mediano. Como bases, son capaces de soportar tránsito pesado después de apropiada aereación y revestidas por capas de rodamiento apropiadas. En el caso de las bases, la estabilidad es el principal criterio de diseño y se tiende a contenidos de ligante menores pero siempre mayores que el mínimo acusado por el ensayo de cohesión antes descripto. Como superficie de rodamiento se tiende lógicamente a mayores contenidos de ligante o mejor a la aplicación de capas de desgaste desde simples sellados y tratamientos, hasta carpetas de tipo superior. La necesidad de estas capas de roda-

CUANDO SE ACORTARON DISTANCIAS...



Desde hace muchísimos siglos el hombre, a través de caminos abiertos sobre bosques, llanuras o montañas, lucha por acortar distancias.

Aunque desde tiempo inmemorial ha sido utilizado el petróleo en la construcción de caminos, solamente en los tiempos modernos la industria petrolera ha suministrado científicamente los elementos necesarios para la construcción de esas modernas vías de progreso.

ASFALTOS YPF: garantía de seguridad, duración y economía en la construcción de caminos.



ASFALTOS



Solicite el folleto sobre asfaltos editado por YPF

miento se explica puesto que con una dada arena el contenido de ligante óptimo para el "wet sand mix" es inferior al que le correspondería al mismo material utilizando las clásicas mezclas en caliente "arena-asfalto" o "sheetasphalt"; en consecuencia las mezclas "wet sand mix" libradas al tránsito como capa de rodamiento, deben ser recubiertas inmediatamente si se observan los primeros signos de la acción abrasiva del tránsito. Pese a esta menor resistencia a la acción abrasiva las mezclas "wet sand mix" no se desintegran por la acción del agua.

Para el diseño de la mezcla es necesario realizar ensayos variando la humedad y contenido de ligante dentro de límites que con criterio de orientación se indican en el cuadro N° 1 en base a los datos de (2) para las arenas y finos de trituración.

C U A D R O N ° 1

	ARENAS NATURALES		FINOS DE TRITURACION		
	Fina	Mediana	Gruesa	Rocas	Escoria
Granulometría:					
Pasa por ciento en peso:					
1/8 pulgada	100	95-100	90-100	85-100	90-100
N° 50	60-90	25-60	5-25	20-35	20-35
N° 200	3-10	0-5	0-5	5-10	4-8
Humedad del agregado (natural o aportada)	4-12	3-10	3-8	3-7	3-8
Cal hidratada % en peso	2	2	4	2	2
o cemento portland % en peso	3	3	5	3	3
Ligante ¹ más aditivo, % del total excluida el agua:					
a) Para tránsitos de más de 3000 ton/día	4,5-6,0	4,25-4,75	4,25-4,75	5,0-6,0	5,5-6,5
b) Id menos id	5,0-6,5	4,75-5,5	4,75-5,5	5,5-6,5	6,0-7,0

¹ Para bases el contenido en ligante debe ser por lo menos 0,5 más que el límite del ensayo de cohesión, para carpetas: 1 a 1,5.

2) Características de las mezclas "wet sand mix"

Ya hemos indicado que el proceso "wet sand mix" es aplicable a un amplio rango de agregados finos dando origen a mezclas que poseen **caracteres distintivos propios comunes** (homogeneidad de la distribución del ligante con bajos contenidos de humedad, aplicación sin período previo de secado, impermeabilidad y resistencia a la acción desintegrante del agua, etc.); pero difieren en su resistencia a los esfuerzos deformantes (estabilidad). Esto es lógico dado que la incorporación del ligante aporta cohesión inicial y viscosa pero la resistencia friccional depende de la inherente al agregado.

La función principal de una capa base o sub-base en los pavimentos flexibles es distribuir las cargas para evitar la sobrecarga de la capa inferior con **deformaciones pequeñas** compatibles con la flexibilidad de la capa superior. Tratándose de un sistema granular-cohesivo con carácter plástico el esfuerzo máximo que puede aplicarse queda expresado en primera aproximación, y por lo menos para fines comparativos, por el análisis teórico de Prandtl que define como "Valor Soporte de Prandtl" la carga máxima que el material puede soportar sin deformación plástica marcada. Este Valor Soporte (N_p) es el producto de la cohesión (c) por una función creciente del ángulo de fricción interna (ϕ):

$$N_p = c \cdot f(\phi)$$

donde

$$f(\phi) = \frac{1}{\tan \phi} \times \left(\frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} \cdot e^{\pi \cdot \tan \phi} - 1 \right)$$

es decir determinada con bajas velocidades de defor-

ma que muestra claramente la relación de los dos factores determinantes de la resistencia a los esfuerzos deformantes.

Es necesario tener presente que la cohesión desarrollada por las mezclas asfálticas consta, según lo ha demostrado Nijboer (12), de dos términos: a) cohesión viscosa o "viscosidad de masa" función de la temperatura y velocidad de deformación; b) resistencia cohesiva inicial con velocidad de deformación irrisiblemente pequeña. La resistencia cohesiva inicial b) aporta estabilidad frente a las cargas estáticas y dinámicas; la cohesión viscosa a) incrementa la resistencia a la deformación notablemente pero sólo para esfuerzos de corto tiempo de aplicación (cargas dinámicas). Por esta razón en la fórmula de Prandtl la cohesión que interesa es la resistencia inicial no viscosa,

mación. Esto es particularmente importante cuando los ensayos se realizan a temperatura ambiente.

Apartándose del análisis teórico, el Asphalt Institute (20) ha publicado un diagrama donde vincula directamente la cohesión y ángulo de fricción interna con el comportamiento práctico; los valores de cohesión aplicados corresponden al llamado ensayo triaxial de Smith que cumple con aquel requisito. El ángulo de fricción interna mínimo de las mezclas satisfactorias es 25° y la cohesión 0.4 Kg/cm².

Para ilustrar lo dicho indicaremos los resultados obtenidos en el LEMIT en el ensayo triaxial a temperatura ambiente (19-21°C), velocidad de deformación 1 mm/minuto con probetas cilíndricas de 5 cm de diámetro por 10 cm de altura utilizando suelo arenoso A 2-4 (o) del noreste de la Provincia de Buenos Aires.

a) Suelo solo, compactado estáticamente con humedad óptima (13,6%) y al P.U.V.S. del Proctor St. (1,74 Kg/lt).

$$C = 0,25 \text{ Kg/cm}^2 \quad \phi = 39,5^\circ$$

b) Mezcla con 2 por ciento de cal para 100 de suelo seco, en peso, 5 por ciento de agua y 5,4 por ciento de RC₁ (conteniendo 4 por ciento de "Adrog") compactadas estáticamente al peso de la unidad de volumen, libre de humedad y ligante, del Proctor Standard. Las probetas fueron sometidas a cámara de absorción de humedad durante 7 días inmediatamente después de moldeadas.

$$c = 1,3 \text{ Kg/cm}^2 \quad \phi = 34^\circ$$

c) Igual que b) pero curadas hasta peso constante a 60° C antes de entrar en la cámara de absorción.

$$c = 1,6 \text{ Kg/cm}^2 \quad \phi = 39^\circ$$

d) Igual que b) pero curadas al aire libre y temperatura ambiente durante 14 días antes de entrar en la cámara de absorción.

$$c = 1,3 \text{ Kg/cm}^2 \quad \phi = 39^\circ$$

e) Mezcla preparada en caliente con 3,4 por ciento de cemento asfáltico 150-200 (equivalente al 5,4 por

ciento de RC_1). La obtención del recubrimiento homogéneo es dificultoso.

$$c = 1,0 \text{ Kg/cm}^2 \quad \phi = 40^\circ$$

Se ensayaron sin previa absorción de agua dado que ésta produce expansión con desintegración parcial.

Estos resultados muestran claramente que el proceso "wet sand mix" conserva esencialmente la fricción interna propia del suelo arenoso utilizado y desarrolla una resistencia cohesiva superior a la de la mezcla en caliente con la ventaja de no ser afectada por el agua. Dado que se ha operado a baja velocidad de deformación la cohesión medida es en buena parte no viscosa.

La comparación del resultado es más evidente calculando el Valor Soporte de Prandtl:

Serie a)	N_p	=	16 Kgs/cm ²
Serie b)	"	=	50 Kgs/cm ²
Serie c)	"	=	100 Kgs/cm ²
Serie d)	"	=	81 Kgs/cm ²
Serie e)	"	=	70 Kgs/cm ²

La necesidad de tener un juicio sobre la resistencia friccional inherente al agregado es un hecho general reconocido desde hace años en la estabilización bituminosa de arenas y suelos arenosos de baja o nula plasticidad. Para ello además del ensayo triaxial usado preferentemente en los estudios se han propuesto distintos ensayos empíricos correlacionados con la práctica. Mencionaremos el Valor Portante de Florida, basado en un ensayo de punzonado normalizado (penetración 0,1 pulg., superficie 1 pulg²), que acepta como valor mínimo 30 lbs/pulg² (2,1 Kg/cm²) para que la arena pueda ser estabilizada exitosamente con emulsiones asfálticas. La especificación RM-3 del Asphalt Institute para mezclas arena-asfalto, preparadas directamente con diluidos, exige que la arena mezclada con 4,5 de asfalto diluido, aereada a 37,8°C durante 16 horas permita obtener en el ensayo de estabilidad Hubbard-Field a 25°C un valor mínimo de 1.200 lbs (545 kg). El mismo ensayo de Hubbard-Field es utilizado en Francia (14) determinando la estabilidad antes y después de 7 días de inmersión en agua hasta la mitad de altura de las probetas durante 7 días; se toma en cuenta también la absorción de agua y el hinchamiento como un índice de durabilidad del material. En Alemania se ha normalizado un ensayo de punzonado a la temperatura de 22°C cuya característica diferencial es su larga duración (5 horas), es decir que prácticamente no toma en cuenta la cohesión viscosa (15).

Como datos ilustrativos mencionaremos algunos resultados obtenidos en ensayos de estabilidad con el mismo suelo arenoso A 2-4 (o) antes mencionado.

El "wet sand mix" preparado según b) con 5 % de RC_1 compactado con la carga de 210 Kg/cm² exigido por el ensayo Hubbard-Field en la preparación de probetas de 5 cm de diámetro por 2,5 cm de altura, acusan un peso específico de 193 y estabilidad inmediata a 25°C de 570 Kg. Sometidas sin curado a 7 días de inmersión en agua hasta la mitad de su altura la absorción de agua es muy pequeña, el hinchamiento volumétrico del orden de 0,2-0,3 por ciento y la estabilidad crece, 870 Kg., es decir que el incremento por curado durante los 7 días de absorción supera con creces la ligera pérdida de estabilidad que puede determinar la acción del agua.

Dado que en esencia el Valor Portante de Florida o el Valor Portante Modificado de Texas son ensayos de penetración análogos al de la determinación del Valor Soporte de California (C.B.R.) pero con distinta área de pistón (o sea relación perímetro/área) y velocidad de deformación, la técnica de este último puede ser utilizada como ensayo de estabilidad en el estudio de estabilizados bituminosos; esto ha sido indicado por el Road Research Laboratory entre otros

autores (7). En los laboratorios de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires (9) el Valor Soporte del suelo arenoso A-2-4 (o) sólo, es de 31, es decir 21,7 Kg/cm² para 0,1 pulg. de penetración, compactado con la humedad óptima con el P.U.V.S. del Proctor Standard y ensayado con la sobre carga de 10 lbs. A continuación se indican los Valores Soporte según técnica de California para mezclas "wet sand mix" preparadas con 2 por ciento de cal hidratada, 5 por ciento de humedad y diferentes cantidades de RC_1 conteniendo 4 % de aditivo, compactadas al P.U.V.S. del Proctor Standard del suelo sólo.

Condición del ensayo:

Inmediatamente después de preparada y sin embeber

RC_1 más aditivo para 100 de suelo más 2 de cal y 5 de agua	Valor Soporte y presión aplicada para 0,1 pulgada de penetración
3	52 (36 Kg/cm ²)
4	61 (43 ")
5	55 (38,5 ")
6	56 (39,0 ")

Condición del ensayo: 14 días de aereación a temperatura ambiente dentro del molde

	sin embeber	embebido
3	105 (73 Kg/cm ²)	85 (60 Kg/cm ²)
4	109 (76 ")	88 (62 ")
5	89 (62 ")	86 (60 ")
6	81 (57 ")	65 (46 ")

Los resultados obtenidos tanto en el ensayo de extrusión Hubbard-Field como de penetración, siguiendo la conocida técnica del Valor Soporte de California, son concordantes con los valores del Triaxial y ponen en evidencia el incremento de resistencia a la deformación aportada por la cohesión desarrollada aún antes del curado por aereación y la elevada resistencia al agua del "wet sand mix".

En sus estudios sobre el "wet sand mix", Alexander y Blott (5) desarrollaron otro ensayo de estabilidad aplicando a este material el principio del penetrometro de cono utilizado en mecánica de los suelos. Este método ha sido usado ampliamente en Inglaterra y en otros países como Francia (Peltier), Holanda (Nijboer), etc., y ha sido normalizado por el "Institute of Petroleum" (16). Hasta el presente no tenemos experiencia propia, pero creemos muy oportuno su estudio y aplicación en base a su sencillez, aplicabilidad en campaña y fundamento básico.

La mezcla se compacta en el molde Proctor en la forma común, y después de pesada para la determinación del peso de la unidad de volumen se deja 24 horas tapada para permitir el desarrollo de la estabilidad inicial sin pérdida de humedad, o bien se permite el período de curado deseado. El ensayo consiste en medir la profundidad que penetra un cono cargado en un minuto y se expresa como presión en la superficie inicial. La sobrecarga aplicada al cono se regula en forma que la penetración sea inferior a 0,28 pulg (7 mm).

No han sido establecidos —de nuestro conocimiento— valores mínimos definitivos de la resistencia a la penetración del cono para considerar adecuadamente estabilizado un agregado fino. Las informaciones técnicas de la Shell (1) indican mínimos para carpetas:

7 Kg/cm² a los 14 días para tránsito liviano.
15 Kg/cm² a los 14 días para tránsito mediano.

Jackson (8) considera necesario alcanzar 20 Kg/cm²; el Road Research Laboratory (7) indica como criterio más exigente 80 Kg/cm². Es evidente que la resis-

tencia lograda en cada caso determinará su aplicabilidad en el diseño de la estructura y que el método puede ser un excelente instrumento de contralor en obra, selección de humedad y porcentaje de ligante óptimo, etc.

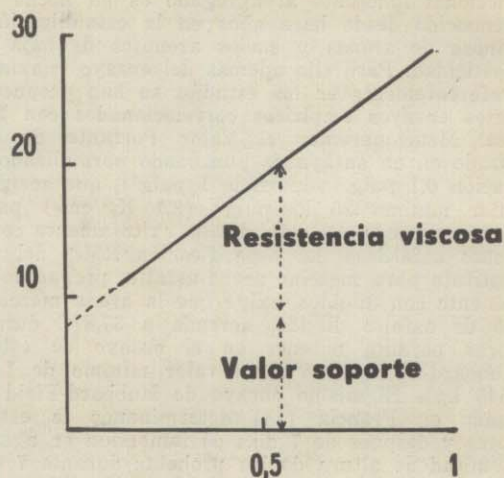
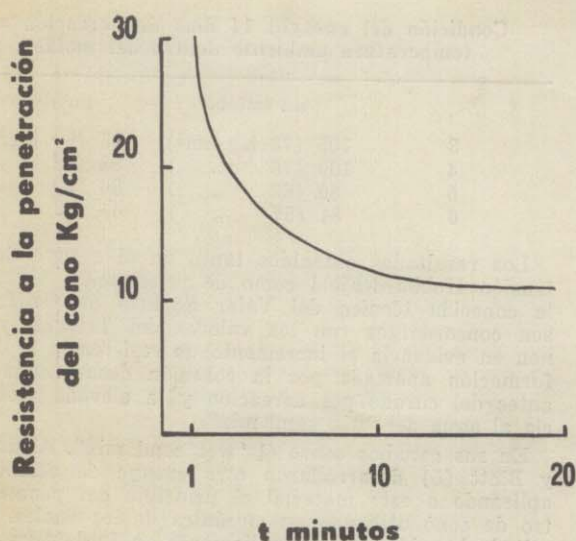
Además de la información aportada por el ensayo del cono normalizado, el método permite tener un criterio del peso relativo de la cohesión viscosa (viscosidad de masa) en la resistencia total a la deformación. El cono penetra en la mezcla asfáltica con velocidad decreciente, tendiendo a una condición de equilibrio, es decir penetración constante a tiempo infinito para un peso dado, condición que corresponde a un esfuerzo que tiene el sentido de un valor de fluencia o soporte. El gráfico N° 1 muestra la marcha de la resistencia a la penetración de un cono de peso constante, expresada como presión en la superficie original, en función del tiempo de aplicación (t); ésta resulta ser experimentalmente función lineal de $1/\sqrt{t}$, y en consecuencia la estabilidad al cono (5) está dada en función

2) La resistencia al agua en cámara de absorción capilar, inmersión completa o a mitad de la altura, en los distintos estados de curado. La pérdida de estabilidad, absorción de agua e hinchamiento dan un criterio sobre dicha resistencia.

3) Debe adoptarse un criterio de compactación; como mínimo, aplicar la presión necesaria para lograr un peso de la unidad de volumen del agregado (libre de humedad y ligante) igual al del suelo sólo en el ensayo Proctor Standard. Otro criterio es aplicar una presión fija, por ejemplo 210 Kg/cm^2 , en las probetas, según Hubbard-Field.

4) Las mezclas compactadas deben poseer suficiente permeabilidad al aire para permitir su curado. El incremento de estabilidad por curado al aire y los vacíos residuales son índices adecuados de la misma; en el caso de arenas que exigen alto contenido de ligante o humedad (generalmente ricas en frac-

Gráfico N° 1



de dos características del comportamiento plástico del sistema:

- 1) Ordenada en el origen o resistencia a la deformación plástica a tiempo infinito que tiene el sentido de un valor de fluencia o soporte, que resulta ser del mismo orden del calculado según Prandtl en base al ángulo de fricción interna y la cohesión inicial no viscosa (Nijboer) determinadas en el ensayo triaxial (12).
- 2) Coeficiente angular de la recta, determinado por la cohesión viscosa (viscosidad de masa), que incrementa el valor soporte frente a cargas de corto tiempo de aplicación (tránsito dinámico).

Recapitulando, los estudios para determinar la fórmula óptima de estabilización de un dado agregado por el proceso "wet sand mix", las características de la mezcla con fines de diseño de la estructura, así como la aptitud de un determinado aditivo para este fin, implican determinar fundamentalmente:

- 1) La estabilidad (resistencia a la deformación) de las mezclas iniciales, después de un proceso de curado (14 días al estado compactado) y final (secado a $50-60^\circ\text{C}$).

ción fina), puede utilizarse el ensayo de permeabilidad descrito en (2) para medir esta propiedad directamente.

- 5) Una baja estabilidad con porcentajes de ligante mayores y cercanos al mínimo del ensayo de cohesión, implican deficiente estabilidad inherente al agregado y debe ser corregido por mezcla con otros materiales o reemplazado.
- 6) Una escasa resistencia al agua, estabilidad inicial baja o dificultad para obtener buena distribución del ligante con reducidos contenidos de humedad, pueden deberse a inadecuada calidad del aditivo y/o al uso de cales hidratadas adulteradas.

3) Campo de aplicación del "wet sand mix" en la Argentina

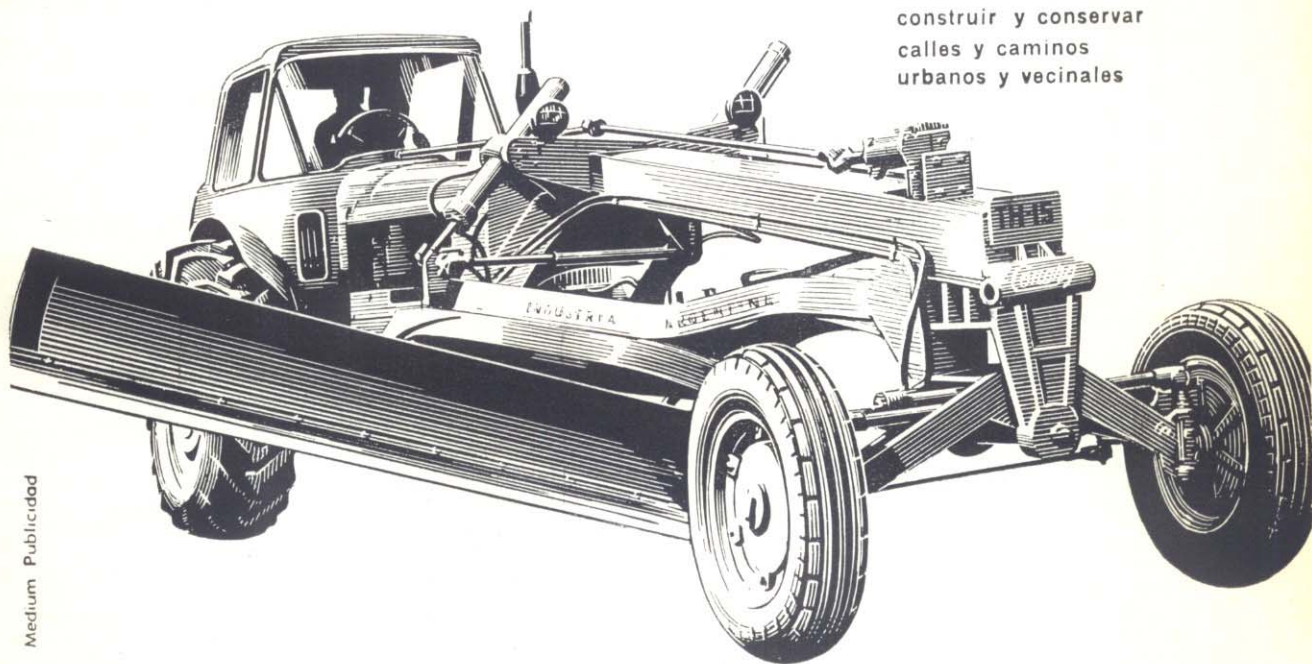
Es bien conocido que la ausencia de materiales granulares medianos o gruesos próximos a las obras en grandes zonas del país, el problema del transporte ferroviario y el elevado costo y efecto destructor del carretero han obligado y obligan a encarar el diseño

CONARG

mueve la tierra

TRAC-FILADORA TH. 15

Transforme su tractor de 55-60H.P en una práctica y útil **MOTOCONSERVADORA** para construir y conservar calles y caminos urbanos y vecinales



Peso total aprox. con tractor 6750 kg.
Cuchilla de 3,05 m (10'). Ruedas delanteras de 7.50 x 20 inclinables hidráulicamente. Dos válvulas hidráulicas para izar ambos lados de la cuchilla.
Desplazamiento lateral de la cuchilla con accionamiento hidráulico.
Bombas y válvulas Vickers (USA)

Todas las operaciones las realiza el conductor sin bajarse de su asiento desde el que tiene gran visibilidad.

Equipos Optativos

Escarificador de 7 dientes con accionamiento hidráulico
Arado quitanieves con accionamiento hidráulico
Cabinas cerradas, Calefactor

CONARG S. A. I.

Casa Matriz: Santa Rosa 401 y 475, T. E. 30352 y 28579 - CORDOBA
Casa Central: Bolívar 630, T. E. 30-3809 y 30-8115 - BUENOS AIRES
RESISTENCIA - Corrientes 261, T. E. 1725

de muchas de nuestras rutas con uso exclusivo de agregados finos locales, por lo menos en la base y sub-base. Materiales de este tipo, no satisfactorios en estado natural para dicho fin, han sido adecuadamente tratados por procesos de mezcla asfáltica en caliente, permitiendo obtener bases asfálticas competitivas con las clásicas bases granulares para pavimentos flexibles.

La falta o escasa disponibilidad de usinas asfálticas y razones económicas obligan en determinadas circunstancias a recurrir a los procesos de mezcla en frío, campo en el que el "wet sand mix" tiene, a nuestro juicio, una amplia aplicación potencial por obviar con éxito las dificultades constructivas de estos métodos. Por otra parte, el proceso "wet sand mix" permite obtener mezclas homogéneas con bajos contenidos de ligante que implica respetar al máximo la resistencia friccional propia del agregado, obviar la posibilidad de consolidación en servicio tendiendo a anular los vacíos desiduales con peligro de desplazamientos, aporta resistencia cohesiva, sólo parcialmente viscosa, que contribuye a la distribución de los esfuerzos, e impermeabilidad al agua que protege a las capas de apoyo cuando la base es usada temporariamente sin recubrimiento.

La crítica resistencia friccional que caracteriza a algunos agregados finos hace necesario tener prudencia en el diseño de espesores de base. Es recomendable no generalizar a estas bases finas la reducción de espesores mencionada para las bases asfálticas con agregados gruesos respecto a las granulares, fruto de los ensayos prácticos como el Aasho en Estados Unidos o los realizados en distintos países de Europa. Partiendo de una sub-rasante o sub-base estable de apropiado valor soporte, se considera oportuno no bajar las recomendaciones del Asphalt Institute (17), que indica 8 pulg (20 cm) para la suma de base y carpeta con tránsito pesado, 6 pulg (15 cm) para mediano y 5 pulg (12,5 cm) para liviano, y en ausencia de otros materiales estabilizar por este procedimiento la sub-base. Con respecto a los ensayos de estabilidad que se ejecutan a elevada velocidad (1 mm/seg. o sea 2,4 pulg/minuto para el Hubbard-Field, 0,86 mm/seg. o sea 2 pulg/minuto para el Marshall), buena parte de su valor depende de la resistencia viscosa, particularmente al operar a temperatura ambiente. Esto se pone en evidencia por la caída observada al disminuir la velocidad de deformación (Goetz).

Una indicación más exacta de la resistencia no viscosa necesaria frente a cargas estáticas se obtiene en el ensayo triaxial con bajas velocidades de deformación, en el punzonado del Valor Soporte de California (1,25 mm/minuto) o con el penetómetro de cono como ya ha sido indicado.

Las mezclas "wet sand mix" sólo se recomiendan como superficie de rodamiento para tránsitos liviano y mediano, dosificándolas con el máximo de ligante compatible con la estabilidad en espesores de 2 a 4 cm. Es oportuno un sellado superficial después de un período de uso por riego con asfalto diluido a razón de 1,3 Kgs/m², recubierto con arena gruesa o de trituración. En el caso de existir tránsito con llantas metálicas, es conveniente distribuir 20-25 Kgs/m² de agregado de trituración, precubierto con finas péculas bituminosas, antes del cilindrado final.

Al dar por finalizada esta exposición, me permito indicar que, a mi juicio, el proceso "wet sand mix" puede ser la solución técnico-económica en las condiciones y circunstancias que existen en muchas zonas de nuestro país. Las arenas de la costa atlántica y los suelos arenosos del noroeste de la provincia de Buenos Aires, norte de Corrientes, sur de Córdoba, etc., ofrecen un amplio campo de estudio y aplicación que debe ser investigado con grandes posibilidades de éxito: Aun más, entiendo que deben ser exploradas las posibilidades de la estabilización y mejoramiento por este procedimiento de suelos débilmente plásticos siguiendo la tendencia desarrollada en Europa y el pretratamiento bituminoso de agregados pétreos de baja calidad natural como la tosca, calcáreos blandos y rocas parcialmente desintegradas o de baja durabilidad.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Shell Petroleum-Bitumen in Road Surfacing-Londres 1957.
- 2) Road Research Laboratory - Bituminous Surfacings made by the Wet-Aggregate (hydrated lime) Process-Road Note No 16 - Londres 1953.
- 3) A. R. Lee y H. J. E. Carter - The use of cold and wet aggregates in bituminous construction and aerodromes. Inst. of Civil Engineers, Road Paper No 12, Londres 1943.
- 4) O. L. Ciafardo - Estabilización de los suelos granulares del N. O. de la Provincia de Buenos Aires. - XI Reunión del Asfalto 1960.
- 5) P. Alexander y J. F. T. Blott - Factors influencing the structural stability of sand carpets. - J. Soc. Chem. Ind. 64, (4), 89, 1945.
- 6) R. Isalo Vieira - Areia, - Asfalto, por Proceso Molhado. - Construção IV, 48, 14, 1960.
- 7) Road Research Laboratory. - Soil Mechanics for Road Engineers. - Londres 1957.
- 8) J. S. Jackson. - Recent developments in connexion with the application of soil stabilization in practice. - J. Soc. Chem. Ind. 63, (6), 161, 1944.
- 9) Dpto. Estudios y Proyectos, D. Vialidad Pcia. Buenos Aires. Empleo del proceso "wet sand mix" en la Pcia. de Bs. As. XI Reunión del Asfalto, 1960.
- 10) Soc. des Petroles Shell Berre. - Le Bitume dans la stabilisation des Soils, Paris, 1959.
- 11) V. Lelu-Revue Generale des Routes et des Aerod. No 293, 1956.
- 12) L. W. Nijber. - Plasticity as a Factor in the Design of Reuse Bituminous Road Carpets. - 1948.
- 13) Drogaco Industria Química S. A. - Folleto técnico sobre el aditivo ácido "Adrog", 1960.
- 14) E. Prevost. - Application des Lians Bituminex a la Stabilization des sols et sables. - Routeset Aerod. Construction Sept. No 291, 1956.
- 15) Norma D.I.N. 1995, ensayo V62.
- 16) Institute of Petroleum, Standardization Committee, Soil Stabilization Panel-Report on tests for soil stabilization J. Inst. Petrol, 30 (251), 327, 1944.
- 17) The Asphalt Institute. - Thickness Design for Flexible Pavements. 3th. Ed. 1956.
- 18) Shell Int. Petroleum. - Bitumen in Base Courses. Londres 1960.
- 19) M. Rodrigues Elias Da Costa. - Activantes, Emulsoes Invasas. - Misturas Betuminosas a Frio. - Publ. Técnica XII. Junta Autónoma de Estradas de Portugal, 1954.
- 20) The Asphalt Institute. Manual of Hot-Mix Asphaltic Concrete, pag. 84, 1952.
- 21) C. Kinney Hancock. - Aluminum Sulfate and Iron Sulfates as Auxiliaries in Bituminous Stabilization of Soils. - Ind. Eng. Chem. 47, 2269, 1955.
- 22) Ass. Inter. Perm. des Congres de la Route. XI Congres. - Rapport. Com. Essais de Mat. 1959.

AHORA en la Argentina



la famosa
línea de
repuestos

BERCO

DE INDUSTRIA
ITALIANA

PARA TODO TIPO DE TRACTORES
AMERICANOS Y EUROPEOS



**Cadenas y
sus partes
Rodillos
Ruedas Guías
y Motrices**

Por cualquier problema
de tracción a oruga
consúltenos

DISTRIBUIDORES EXCLUSIVOS
para la REPUBLICA ARGENTINA

FIORÉ, PALAZZA-TORRA

SOCIEDAD ANONIMA COMERCIAL E INDUSTRIAL

UNA SOLA CASA **VIAMONTE 1581** T. E. 41-1091 - Bs. As.

ALLIS - CHALMERS

ANSALDO

CATERPILLAR

DEUTZ

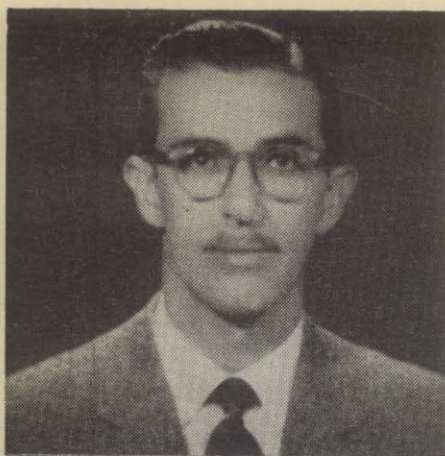
FIAT

HANOMAG

INTERNATIONAL

OM

VENDER



Comentarios al margen del Simposio sobre Calzadas de Hormigón

por el Ing.

OSCAR MARINO BARROS

Hemos asistido hace poco tiempo al desarrollo del Simposio sobre calzadas de hormigón que, patrocinado por el Instituto del Cemento Portland Argentino y por varias reparticiones públicas, se realizó en la Capital Federal.

En esta reunión fueron leídos y comentados numerosos trabajos y comunicaciones —quizá demasiados, con lo que se pecó a veces de superficialidad, ante la imposibilidad material de discutir más a fondo puntos interesantes y críticos— pero ha dejado un saldo de conclusiones que, si no siempre novedosas, dan lugar a meditar, colateralmente, sobre los problemas que podrán presentarse en nuestro país a poco que la actividad caminera, revitalizada ya por la decisión oficial y por nuevos recursos financieros, obligue a la acción conjunta de todos los técnicos.

En especial, atraeron nuestra atención particular determinadas delegaciones extranjeras y aguardábamos con comprensible impaciencia la lectura de los trabajos leídos por el "equipo" norteamericano. Eran los visitantes del gran país del norte ingenieros de relevante actuación y el solo hecho de citar a Frank Hveem, por ejemplo, podría justificar aquella inquietud. Mucho hemos leído de él, cuya tarea práctico-experimental es de trascendencia mundial; alguien ha dicho que Hveem es el hombre de los coeficientes pero, incuestionablemente, ubicar o utilizar coeficientes de propia factura, exige capacidad analítica y de síntesis.

Por otra parte, estuvimos frente al ingeniero G. D. Kennedy, presidente de la Portland Cement Association, cuya charla, en concepto del que escribe, fue de cierta definida importancia por la seriedad de los acertos emitidos; ha sido, sin duda, el hombre más "serio" del equipo.

Por primera vez, estimamos, se ha tenido una narración detallada, por parte de otro de los técnicos norteamericanos visitantes, que se encuentra directamente en contacto con los trabajos de investigación en realización actual en los Estados Unidos sobre el llamado A.A.S.H.O. Road Test (Camino de ensayo AASHO), bajo la supervisión del Highway Research Board. Es, al decir del propio relator, ingeniero W. B. Mc Kendrick, la suma de ensayos en gran escala de máxima envergadura y más alto costo de financiación de todos los verificados hasta el presente en aquel país. La relación de lo que acontece, de lo que se controla, se determina y se mide en el AASHO Test, fue muy interesante.

Debemos destacar que los trabajos leídos por los ingenieros Kennedy y Mc Kendrick lo fueron sobre bases de factura seria, con observaciones de quizá simple enunciado, pero respaldadas por la vasta ex-

periencia de sus autores; en cambio, la charla del ingeniero Hveem sorprendió un poco y doblemente, por una parte, por traernos un tema endeble, enunciado, y relación de algunas fallas típicas en las calzadas de hormigón de California, comunes allá como acá por lo visto, así como la proyección de dispositivos que mostraron equipos destinados a subsanar, o mejor registrar, fallas de lisura y de otros tipos en los firmes rígidos. Llamó particularmente nuestra atención la caída ponderable de la resistencia a la compresión, señalada por Hveem, en hormigones elaborados con granulares "sucios", es decir, recubiertos con limos y arcillas, pérdidas de resistencia que, indicó, alcanzan al 20 por ciento de la normal obtenida sobre mezclas correctas y limpias preparadas con análogos materiales. Conviene destacar este detalle que puede ser de importancia grande en toda la extensa Región Centro y Noroeste de nuestro territorio, donde la fuente de provisión de áridos está formada por yacimientos aluvionales y de torrentes de lechos de cursos de agua.

Es necesario señalar que, a través de las charlas de los citados ingenieros, resalta algo que nos duele íntimamente: aparentemente, han venido al país con la convicción de que nuestra técnica caminera se encuentra muy en pañales, si nos es permitida la expresión; he ahí un error manifiesto, ya que una cuestión es que la situación financiera de la Argentina haya impedido transitoriamente emprender la tarea de reestructuración vial y que, por ello, nuestro sistema caminero troncal y secundario esté en un déficit cada vez más acentuado si se lo contrasta con lo que sucede en EE. UU. y en algunos otros países de América del Sud y otra cosa muy distinta es suponer, como conclusión de ese estado de mora, que sea nuestra capacidad técnica o una falta de amplitud y realidad de los conocimientos de los ingenieros que en nuestro medio practican la actividad caminera la razón básica de aquel retraso apuntado. No dudamos que los próximos años demostrarán que la base científica existe y que sólo es menester que las posibilidades indispensables se hagan presentes para que nuestros proyectistas y nuestros constructores puedan concretar en hechos esa suficiencia hoy potencial.

Gratamente nos sorprendió la capacidad y el manifiesto interés que, a lo largo de las sesiones, demostró el ingeniero F. A. Basilio, distinguida personalidad brasileña, cuyo trabajo "Control estadístico de las pavimentaciones de hormigón" tuvo una orientación distinta, original, tan novedosa como también lo fue el trabajo del Dr. Ing. R. Ariano, del Instituto Experimental de caminos del Touring Club Italiano, que se refirió al tema "La opinión de los

(Continúa en la pág. 18)

EL PAVIMENTO DE HORMIGON



**economizará a los contribuyentes más de
150 millones de pesos por cada 100 km de carretera
¡Más caminos, de mejor calidad, con iguales inversiones!**

En materia vial es importante establecer "cómo y cuándo" debe invertirse el dinero. Hay muchos ejemplos demostrativos de las enormes ventajas que reporta comprar calidad. La calidad rinde continuados y substanciales dividendos durante la vida útil.

El hormigón proporciona año a año substanciales economías de conservación. Estas economías pagan con creces la inversión en la calidad de hormigón. En el ejemplo ilustrado el hormigón economiza \$ 1.500.000 por kilómetro en 30 años. Este económico pavimento deja más fondos disponibles para pavimentar otros caminos en el futuro.

Las razones que influyen en la economía de conservación son bien simples. El hormigón no requiere tratamientos superficiales progresivos, ni la construcción periódica de nuevas carpetas de desgaste, ítems ambos muy costosos. Su conservación rutinaria es también, muy poco onerosa.

Vida útil durante más de 50 años

El pavimento de hormigón jamás pierde su resistencia. En realidad su resistencia aumenta de año en año. El hormigón no es flexible, no se deforma al paso de los vehículos, no se "ahuella" ni "se comen" los bordes. Las estadísticas demuestran que la vida útil de los pavimentos en servicio es de 30 años (¹). Pero con el desarrollo de la técnica moderna los que se construyen actualmente alcanzarán a los 50 o más años, asegurando durante tan dilatado período la circulación suave y cómoda del tránsito. Es el pavimento más económico para los contribuyentes del presente y del futuro. El hormigón significa economía de impuestos y una real valorización del peso.

Por estas razones, agregadas a otras ventajas técnicas, el hormigón debe ser seleccionado con preferencia para la pavimentación vial.

(¹) Ejemplo: Camino Morón-Luján, habilitado en 1930.

El gráfico ilustra sobre los costos totales (amortización del costo de construcción más la conservación), comparativamente para pavimento de hormigón y flexible en un tramo de pavimento de 100 km de longitud; calculado para un camino con datos locales y reales que pueden consultarse.



INSTITUTO DEL CEMENTO PORTLAND ARGENTINO

San Martín 1137

Buenos Aires

Seccionales:

CENTRO: Rivera Indarte 170, Córdoba. **NORTE:** Muñecas 110, Tucumán. **SUR:** Calle 50 N° 610, La Plata. **DELEGACION BARILOCHE:** C. C. 57, S. C. de Bariloche. **LITORAL:** Sarmiento 784, Rosario. **CUYO:** Patricias Mendocinas 1071, Mendoza. **CAMPO EXPERIMENTAL:** Edison 453, Martínez, Prov. de Buenos Aires.

usuarios sobre una calzada pavimentada con hormigón". Fueron consideraciones de un carácter poco común en reuniones técnicas de nuestro país, y por lo mismo nos halló un poco desprevenidos —corresponde confesarlo— para una más completa comprensión y discusión de esos temas. Sin duda, existe aquí un núcleo muy reducido de especialistas viales que se ocupan de problemas de estadística, posiblemente porque aún nos hallamos muy lejos de las circunstancias, y realidades, que afectan en alto grado a otros países de más intensa evolución general.

Como acotación a la conferencia del Ing. Basilio, nos permitimos señalar la extrañeza que nos causó la afirmación de que *"las calzadas de hormigón se calculan, como es sabido, con un coeficiente de seguridad bajo"*. Entendimos que ello puede haber sido años atrás, cuando la tecnología del hormigón era limitada en sus alcances experimentales y cuando la fundación en que la losa asentaba constituía una verdadera incógnita a causa del desconocimiento del material suelo. Pero hoy, que es posible elaborar mezclas de extraordinaria uniformidad y densidad, de más alta resistencia y durabilidad, unidas esas circunstancias a los adelantos aportados por un científicismo de contornos notables que nos aclara sobre la más íntima estructura del suelo, pensamos que ya estamos autorizados (y sin embargo no lo hacemos) a exigir más de esa mezcla y a colocarnos un poco más allá, hacia una razón no mitad del coeficiente de rotura sino bastante mayor. De hecho, los buenos hormigones nos permitían, ya en nuestros días de diseñadores de calzadas rígidas en Vialidad Nacional, unos doce años atrás, a considerar resistencias de trabajo superiores a los 32-35 kg/cm²; por otra parte, con el empleo de los nuevos aceros torsionados, la participación de la armadura distribuida en la absorción de esfuerzos, podrá ser tenida en efectiva consideración para eliminar en buena parte el agrietamiento mediante bajos porcentajes de metal. Es decir, podrá preverse una vida más prolongada en estas calzadas sin pretender hacerlo a expensas de una elevación en el coeficiente de seguridad, que continuará siendo suficientemente alto.

La tarea realizada por Vialidad Nacional en relación con las calzadas rígidas ha sido escasa en los últimos tres lustros pues es conocido que la orientación observada en la repartición nacional se inclinó decididamente hacia la pavimentación de tipo flexible, en sus diversos tipos, con predominio de las carpetas bituminosas. Como consecuencia de lo expresado, los técnicos de Vialidad Nacional han debido referirse, en general, a lo construido y mejorado sobre calzadas de hormigón ejecutadas antes de 1950. Sin embargo, uno de los trabajos leídos concitó nuestra particular atención por diversas razones, y fue presentado por el ingeniero Lorenzo Etchegaray: "Construcción de pavimentos de hormigón sin juntas de dilatación y el empleo de granulometrías discontinuas". Por lo pronto, se refiere al extenso tramo de unos 150 Km de longitud, sobre la Ruta N° 2 a Mar del Plata, en el que se ha ejecutado, como obra de mejoramiento, un refuerzo de espesor consistente en una losa adicional sobre la existente. Particularmente no compartimos ese criterio, que juzgamos costoso y de dudoso funcionamiento. Debemos consignar que, en un trabajo presentado hace tres años a la Dirección Nacional de Vialidad, hicimos mención a la política seguida en los EE. UU. en cuanto a diseños de mejoramiento de calzadas rígidas y destacábamos que, los de este tipo consistente en superposición de espesores de hormigón, han sido poco a poco dejados de lado por los resultados no satisfactorios obtenidos; en cambio,

hay ya una interesante experiencia basada en la ejecución, sobre losas, de concretos asfálticos provistos de armaduras repartidas, similar a la forma en que se coloca en firmes rígidos. Bien, de cualquier manera, será provechoso disponer sobre una de nuestras rutas troncales fundamentales de un diseño como el puesto en práctica; la experiencia siempre habrá de reportar enseñanzas útiles.

Destacó el Ing. Etchegaray la extrema disimilitud de cifras obtenidas en los resultados de resistencias a la compresión sobre probetas ensayadas extraídas de las mismas losetas, irregularidad que, asimismo, tenía lugar con edades variables del ensayo. Sugerimos en su oportunidad y lo hacemos nuevamente, que las variaciones, grandes por cierto, pueden tener su razón de ser en una falta acentuada de homogeneidad de los pastones empleados, constituídos —si no anotamos mal las referencias en el momento— por pedregullo de Olavarría y arena del Paraná cuyo módulo de fineza es de 1.40, pasando por el tamiz 50 el 68 % del material; vale decir, una arena positivamente fina. Desde un punto de vista puramente económico, es una circunstancia favorable ya que facilita la utilización de materiales de granulometrías existentes en abundancia en las zonas Atlánticas y Litoral, pero no debemos dejar de lado el hecho cierto de que, a medida que proveemos en la mezcla materiales pétreos más finos, aumenta la superficie específica por unidad de volumen y aumentarán, correlativa y necesariamente, los fenómenos de índole físico-químico que tienen asiento en esa mayor superficie interna. Es lógico, entonces, prever, ya se trae de mezclas a base de cemento portland como de otros ligantes conocidos mayores precauciones, mejores condiciones de mezclado, una dosificación más precisa basada en pastones de prueba (práctica muy poco seguida entre nosotros, a pesar de ser el medio más expeditivo para obtener rápida experiencia), quizá modificaciones en el tiempo de mezclado, igualmente sobre base experimental, limpieza adecuada de los materiales utilizados y, finalmente, un cuidadoso procedimiento de curado, pues los procesos del fragüe son tanto más complejos si la superficie interna es mayor.

El Director Técnico del I.C.P.A., ingeniero Juan A. García Balado, nos dió a conocer dos trabajos muy interesantes; diremos que nos complace sobremanera saber que la investigación, también en nuestro medio, se inclina decididamente a la reproducción, en el laboratorio, de las influencias y factores de diversa índole que actúan en la realidad, buscando así analogías en modelos reducidos. Estimamos que es un camino seguro cuyos resultados compensan la delicada tarea experimental previa, delicada hasta el extremo de lo sutil.

Cemento Portland

"CORCEMAR"

Corporación
Cementera
Argentina
S. A.

Avenida de Mayo
633
3er. piso
30 - 5581
BUENOS AIRES

Juntas de contracción

ARMCO

para pavimentos de hormigón

Cumplen con todos los requisitos de una buena junta:

1. Permiten a las losas los movimientos, alabeos o arqueos causados por la diferencia de temperatura entre la superficie y la cara inferior.

2. Permiten que la superficie del pavimento quede absolutamente lisa, sin promontorios ni resaltos que hacen dar un salto a los vehículos que la cruzan, salto que ocasiona un impacto en los bordes de las losas, que es su punto más débil. Si el pavimento es liso, tanto el pavimento como los neumáticos tendrán mayor vida.

3. Trabaja una losa con la siguiente, evitando que una losa pueda sobresalir y "montarse" sobre la otra.

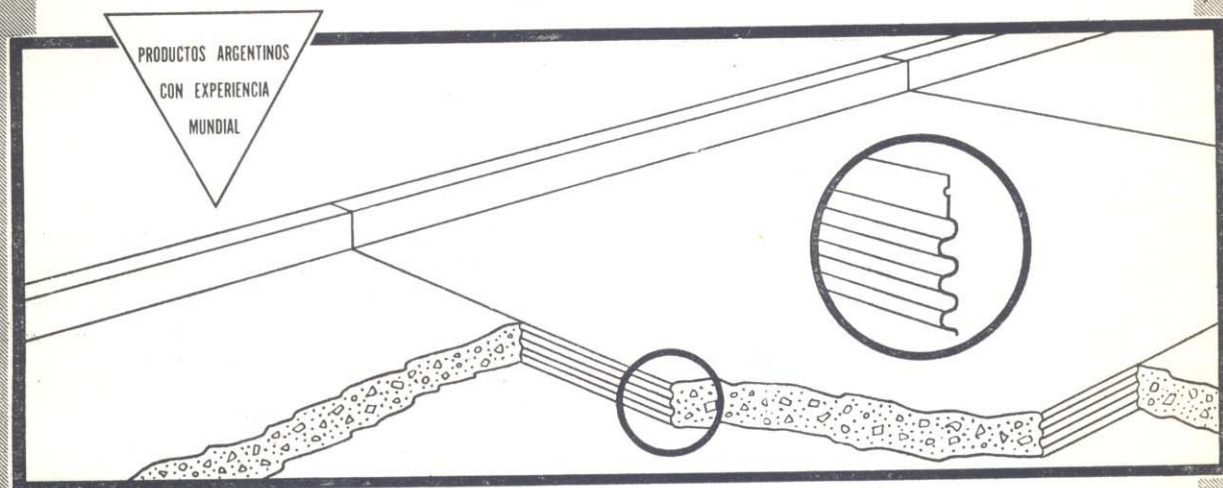
4. No requieren "pasadores".

5. No permiten que el agua pueda filtrarse a la subrasante; si esto sucede va a debilitarla, ocasionando luego el efecto de "bombeo" e inevitablemente la rotura de las losas.

6. Son de colocación fácil y económica.

7. Proveen suficiente capacidad para transferir parcialmente las cargas del tránsito que apoyan sobre una losa, a la adyacente, a través de la junta.

8. No requieren pinturas ni rellenos, ni limpiezas periódicas, ni mantenimiento de ninguna clase.



ARMCO ARGENTINA

S. A. I. y C.

MENDOZA

BUENOS AIRES

TUCUMAN

San Luis 199 - T. E. 10649

Corrientes 330 - T. E. 31-6215

José Colombres 62 - T. E. 15543

Estudio del comportamiento de los pavimentos flexibles mediante deflexiones

POR EL AGRIMENSOR
A. DE LA TORRE

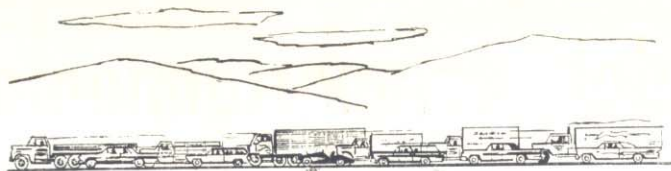


Entre los múltiples trabajos presentados al XI Congreso Mundial de Carreteras, realizado en Río de Janeiro, se ha elegido para desarrollar este informe el tema referente al estudio de las deflexiones por la incidencia de cargas en los pavimentos flexibles, por considerarlo de gran interés en nuestro medio y por el aporte que puede traer a nuestras inquietudes, el conocimiento de las investigaciones que se realizan sobre este tema, ya que el mismo ha despertado en los ambientes científicos de la especialidad, una gran inquietud por la valoración integral del efecto deformante por las cargas dinámicas repetidas

La técnica en el dimensionamiento de espesores de pavimentos flexibles, por la complejidad de los factores que intervienen, mantiene una permanente búsqueda, hacia la definición de expresiones determinantes, que involucren las condiciones reales o equivalentes de trabajo, para obtener, con la aplicación de un método, las soluciones técnica y económicamente más satisfactorias.

El problema así definido, se orienta hacia dos aspectos diferentes:

1º) La valoración del estado de las rutas exis-



tentes para la repavimentación (mejora progresiva).

2º) El dimensionamiento de espesores de pavimentos flexibles, sobre trazados nuevos o bases no consolidadas.

El estudio del comportamiento de las rutas existentes, es encarado en la mayoría de las naciones europeas, por que gran parte de su actividad y posibilidad ejecutiva, se encauza preferentemente hacia el mejoramiento de su red existente de caminos pavimentados, cuyas bases, están en su mayoría perfectamente consolidadas. En cambio, en aquellos países que mantienen colonias, o tienen programado un vasto plan de obras nuevas, la investigación se encauza hacia la valoración de aquellos métodos de dimensionamiento de espesores, considerados como clásicos, o tendencias nuevas, destacándose, entre estas últimas, las propuestas por Rusia y Francia.

Del análisis general de los trabajos presentados al XI Congreso, relativos a este tema, no se advierte nada revolucionario que se haya apartado de la metodología americana considerada por nosotros como clásica. Se han hecho investigaciones muy interesantes en algunos países, pero en su mayoría, inspirados en aquellos principios.

La falta de algunos trabajos, como la ausencia de algunas naciones en el tratamiento específico de este tema, no permite ser categórico en esta apreciación.

ESTUDIO

Al actuar una carga sobre una estructura flexible, ocupan los espacios intergranulares o capilares de los finos, dando lugar a una "presión de poros" que parte de la misma se transfiere a los fluidos que influyen en la magnitud, y carácter de las deformaciones. La magnitud de la deformación total producida, es función de la intensidad de la carga actuante, de la deformación elástica, de la velocidad de aplicación y frecuencia de los ciclos, de la temperatura, del estado de fatiga del pavimento, calidad estructural, etc.

La compresión de los fluidos en los espacios intergranulares, es el factor fundamental y determinante de la amplitud de las deformaciones elásticas, deflexión que se produce simultáneamente con la

aplicación de la carga y no deja deformación residual permanente.

Un suelo sometido a la acción de cargas repetidas, de magnitud fija, sufrirá deformaciones permanentes que irán progresivamente decreciendo, para cada reiteración parcial de carga. En su límite —tendiendo a cero—, se observará para igual magnitud de la tensión deformante, deflexiones únicamente elásticas, ya que las no recuperables, mantienen magnitudes diferenciales, cuya ley de variación puede acusarse con un número muy elevado de cargas reiteradas. En este caso existe un equilibrio entre la fuerza deformante y las tensiones interiores, de efectos que podemos considerar de tipo puramente elásticos.

El estado de fatiga, que procura la deformación elástica pura, se denomina también —"elástica-viscosa"— o deformaciones por densificación. Este tipo de deformación se produce, cuando la "presión de poros" puede desalojar los fluidos de su interior (aire, agua, etc.) dando lugar a un cambio en la distribución de las tensiones internas. La frecuencia e intensidad de las cargas, van modificando el estado de compactación de la estructura, que hace decrecer la magnitud de los espacios intergranulares y aumentan los puntos de contacto entre las partículas. Es decir, que para cada ciclo repetido de carga, se crea un incremento de las tensiones internas y con ello una mayor resistencia al efecto deformante. La magnitud de las deformaciones elásticas se mantienen constantes, cualquiera sea el número de cargas repetidas, estado y magnitud de las deformaciones no recuperables.

En toda estructura de pavimento flexible, que se comporte en el estado de deformaciones "elástico-viscosas", la deformación en la superficie del pavimento es igual:

$$Z_t = Z_e + A \log N (*)$$

En la que Z_e es la deformación elástica, cuya magnitud, es función de la conformación estructural del pavimento y la intensidad de la carga aplicada e independiente del número (N) de veces que dicha carga ha sido reiterada.

El término $A \cdot \log N$ mide la deformación no recuperable del suelo, cuya magnitud es función de la frecuencia (N) de aplicación de la carga; y (A) una constante del material de estructura.

Cuando se supera un elevado número de repeticiones (N) o se incrementa la magnitud de la intensidad de la carga, es posible romper el estado de equilibrio interno, por fuerza plástica del material, produciendo deformaciones de tipo "elástica-viscosa-plástica", que no responde a la ley anterior. Esta sobre-tensión, al provocar la fluencia del sis-

(*) Relación de McLeod (Canadá).

tema, modifica la conformación estructural existente, produciendo deformaciones no recuperables, cuya magnitud será función de la medida en que las fuerzas de corte, que provocan las fuerzas incidentes, puedan vencer sobre los planos de deslizamiento, las fuerzas cohesivas, las resistencias friccionales entre las partículas, y las resistencias viscosas entre los fluidos que ocupan los espacios intergranulares.

Al hacer un ensayo de repetición de carga, sobre un pavimento flexible en servicio, encontramos que éste ha gastado parte de su potencial de deformación por compactación estado "elástico-viscoso". Las deformaciones elásticas, han mantenido su misma capacidad deformativa, mientras que las no recuperables, han ido perdiendo progresivamente esta capacidad, en función del número de las repeticiones de carga, que han incidido hasta el momento en que se realiza el ensayo.

Si las deformaciones no recuperables observadas, decrecen entre cada ciclo para repeticiones sucesivas de carga, de magnitud determinada, se está en presencia de un estado de deformación elástico-viscoso, que permite prever un comportamiento satisfactorio, para repeticiones de carga de intensidad menor o igual que la carga deformante.

Si en cambio, las deformaciones no recuperables, crecen entre ciclos sucesivos y parciales de carga, se evidencia el desequilibrio estructural del sistema por la acción deformante, y se produce el deslizamiento plástico del material, hasta que encuentre otro nuevo estado de equilibrio estructural, compatible al efecto deformante.

En la figura Nº 1 se puede observar los tipos de deformaciones producidas sobre una muestra, que ha

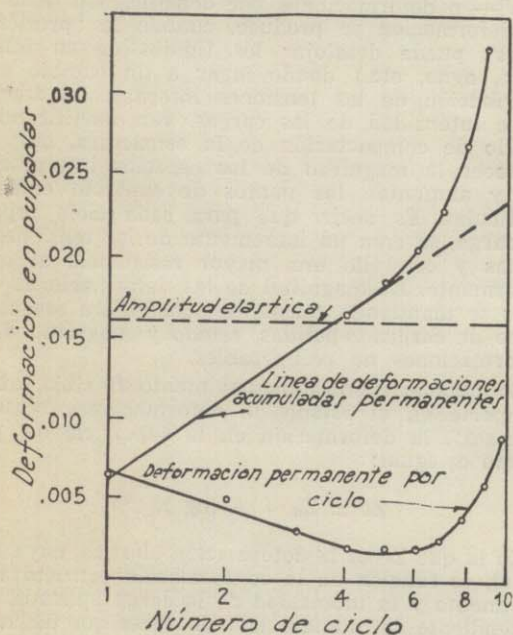


Fig. Nº 1

sido sometida a la acción de ciclos repetidos de carga, de magnitud constante y aplicadas conforme a una temperatura y velocidad también constante.

En la curva que define las deformaciones parciales no recuperables, entre cada ciclo, se puede observar que las deformaciones van decreciendo hasta un determinado punto, límite de las deformaciones "elásticas-viscosas" y que, a partir de ese punto, se produce un rápido incremento en las deformaciones

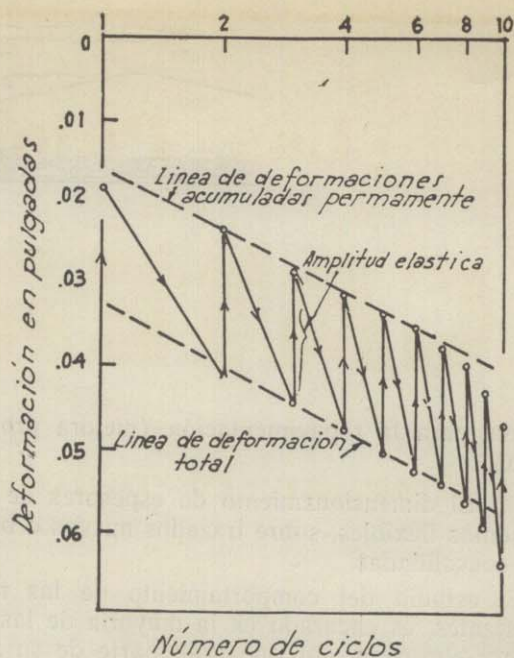


Fig. Nº 2

para cada ciclo sucesivo de carga, entrando el sistema en el estado de fluencia plástica, con deformaciones de tipo "elástica-viscosa-plástica". En este caso, ante el progresivo incremento que se observan entre cada ciclo sucesivo, no se cumple la ley fundamental de variación de las deflexiones

$$Z_t = Z_e + A \log N$$

que es satisfecha únicamente para el estado de consolidación activa. Sin embargo se mantiene la misma deflexión elástica, para ese nuevo estado de la muestra. (Ver fig. Nº 2).

El estudio de las deflexiones, ha sido tratado por las diferentes naciones que han presentado trabajos sobre este tema, bajo tres formas diferentes:

- Deflexiones por carga estática.
- Deflexiones por carga estática repetida.
- Deflexiones por carga dinámica repetida.

Deflexiones por carga estática

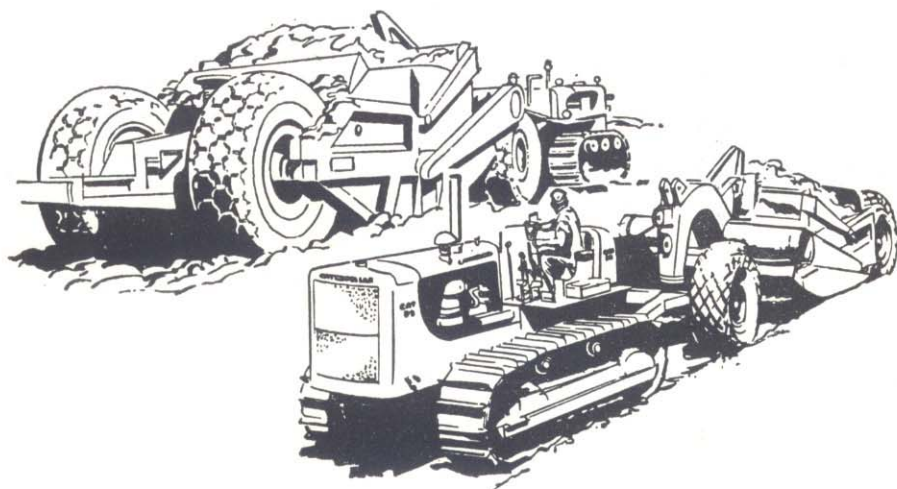
La aplicación estática de una carga sobre la superficie de rodamiento de un pavimento flexible, provoca una deflexión total, cuya magnitud, permite apreciar el estado de la carpeta, para ese estado de tensión. Este método tiende a determinar una deformación compatible con el comportamiento futuro del pavimento.

Hungría

El país que ha tratado más extensamente este tema, de deflexiones por carga estática, es Hungría. País que propone para la determinación del poder soporte de un pavimento, un procedimiento basado en el principio de la viga de Benkelman, del Highway Research Board. El ensayo consiste en un aparato de aluminio, similar al de Benkelman, que se coloca de manera que un extremo del brazo de la palanca se apoye entre el espacio de dos neumáticos

¡Las Palas de Arrastre **CATERPILLAR**

cargan el material más rápidamente!



Con las palas de arrastre CATERPILLAR los costos del movimiento de tierra se reducen en forma apreciable. Su diseño de "caja baja" facilita la carga de más material en menos tiempo debido a su boca que es más ancha y queda situada a menor altura del suelo que los modelos anteriores. Además, las medidas aumentadas de la sólida caja —fabricada en acero altamente resistente a la carga y la abrasión— permiten acarrear mayores volúmenes de material.

Se ofrecen en tres modelos de 26, 21,4 y 13,8 m³ de capacidad colmada, respectivamente, para utilizar con los tractores CATERPILLAR modelos D9, D8, D7 y D6 según su capacidad.

Su importación está liberada de recargos

PIDANOS LOS DATOS QUE SEAN DE SU INTERES

CAT y CATERPILLAR son marcas registradas de CATERPILLAR TRACTOR Co.

BRANDER & Cía. S. A.

T. E.
34 (Def.) 6091

IMPORTADORA, COMERCIAL e INDUSTRIAL
Suc. en C. Rivadavia, Mendoza y Córdoba

TACUARI 318
Buenos Aires

duales cargados con un peso determinado. En esta posición se realiza una lectura con la apreciación de 1/100 mm. Posteriormente, la carga debe desplazarse a una distancia de tres metros por lo menos. Cuando cesa la carga, la superficie vuelve a su estado anterior a la deformación; la diferencia entre la primera lectura y esta última, nos da la deformación elástica del pavimento. La deformación no recuperable, se determinará con la diferencia de los estados iniciales y finales del proceso, es decir antes de cargar y después de retirar la carga. La capacidad de deformación estará caracterizada por dos determinaciones por lo menos. Este trabajo se encuentra en estado de experimentación en ese país, habiéndose realizado ensayos únicamente en determinadas épocas del año y serán repetidas, cuando las condiciones de clima y humedad difieran de los valores obtenidos en el primer momento.

Este ensayo de deflexión, ha sido comparado con el V. S. S. de Suiza. Habiéndose determinado módulos de deformación con ambos métodos y comparados entre sí, llegándose a determinar algunas correlaciones concordantes de valores, especialmente para suelos granulares y secos. Mientras que para suelos cohesivos y con elevado contenido de humedad, los valores comparativos diferían hasta en un cincuenta por ciento.

Deflexiones por carga estática repetida

Turquía

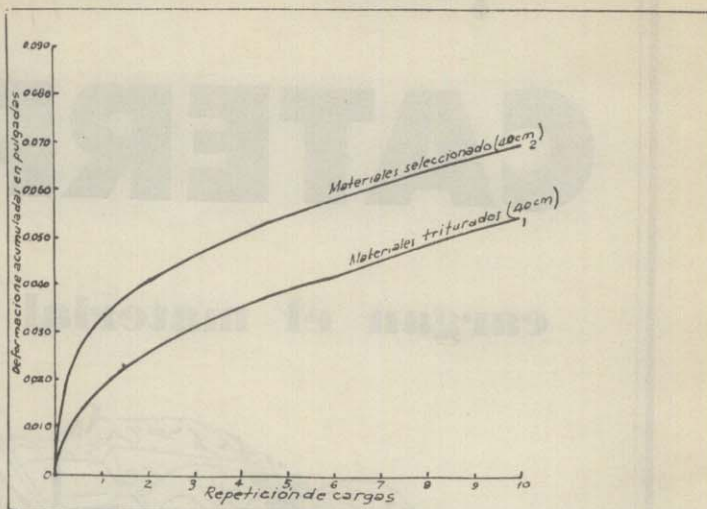
En Turquía con el fin de estudiar los diferentes tipos de base, para pavimentos flexibles, se realizaron tres tramos experimentales. El primero al Oeste de ese país, tiene una extensión de 25 Km., 15 de los cuales tiene una capa de base de 35 cm. de espesor, compuesta de material triturado bajo 2" de espesor y una cubierta de material triturado también bajo 1". Los 10 Km. posteriores de este tramo experimental, se hicieron con una capa base de 35 cm. de espesor de material seleccionado bajo 2" y una capa de 5 cm. bajo 1" también con suelo seleccionado sin triturar. El suelo de subrasante, era de tipo A7.

Los ensayos que se realizaron en este tramo, fueron ensayos de disco de 18" y 30" de diámetro, con diez repeticiones de carga, con incrementos graduales de 4.000 libras aproximadamente hasta una máxima de 25.000 lbs. obteniendo una tensión de 100 lbs. pulg. o sean 7 Kg/cm². Se dibujaron las curvas correspondientes a las cargas y deformaciones, obteniéndose el conjunto característico de curvas de la figura N° 3, en la que se observan las variaciones de las deformaciones permanentes y elásticas en función de las repeticiones de carga. Aquellas decrecen y las elásticas se incrementan (?). Llama la atención en este ensayo, el incremento de las deformaciones elásticas, con la repetición de carga que, como sabemos, se caracterizan por la magnitud constante, cualquiera sea el estado en que se encuentre la muestra ensayada.

Lo interesante de esta investigación, es haber podido observar "in situ" el comportamiento de estos dos materiales al efecto deformante de una tensión repetida, que si bien no se asemeja a las condiciones reales de tránsito, es un índice más determinante de su efecto. En la figura N° 3 se observan las deformaciones totales producidas en ambos pavimentos para iguales tensiones.

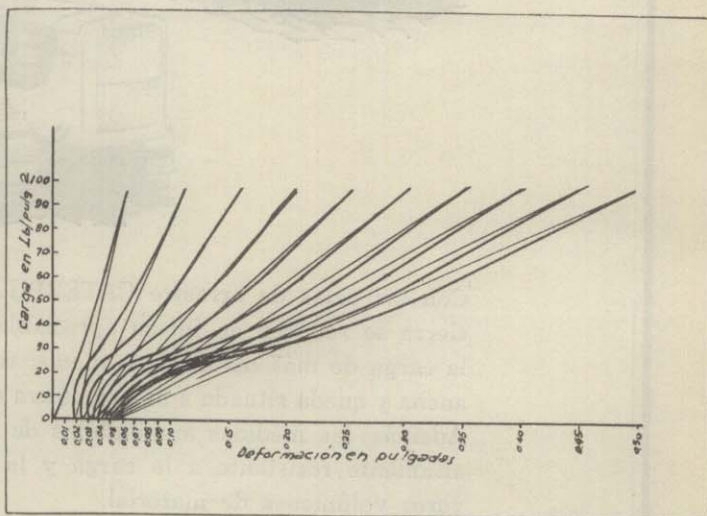
Obsérvese que el material seleccionado deforma aproximadamente un 20 % más que el triturado. Esta observación que se pretende hacer, con este ejemplo,

es para valorar la importancia de los materiales triturados utilizados como base, hecho que se ha ido abandonando progresivamente y en la actualidad, casi podría asegurarse, que no se emplea en las reparaciones viales de las provincias de Cuyo, por lo menos.



Repetición de cargas y curva de deformación 3/materials triturados y seleccionados.

Fig. N° 3



Resultado de ensayos de placas repetidos en material triturado

Fig. N° 4

Portugal

Este país ha realizado investigaciones interesantes con cargas repetidas y ha calculado por extrapolación, las deformaciones teóricas presumibles, al cabo de 10.000 repeticiones, utilizando para ello la función logarítmica de deformaciones ya vista en su capítulo correspondiente. Para obtener las deformaciones iniciales, utilizó una placa de 15 cm. de diámetro, montada sobre un gato C.B.R. de campo para determinaciones en campaña, aplicando tensiones de cerca de 10 Kg/cm². Modificando de 10 a 4 los números de ciclos, tal como lo preconiza el Highway Research

Board, tal modificación la introduce aduciendo razones de economía y de tiempo.

En el gráfico de la figura N° 6, se puede observar, que se han realizado tres ensayos sucesivos con diferentes tensiones, para cada muestra ensayada, de cuatro ciclos repetitivos de carga cada uno, partiendo de la última deformación que provoca la última apli-

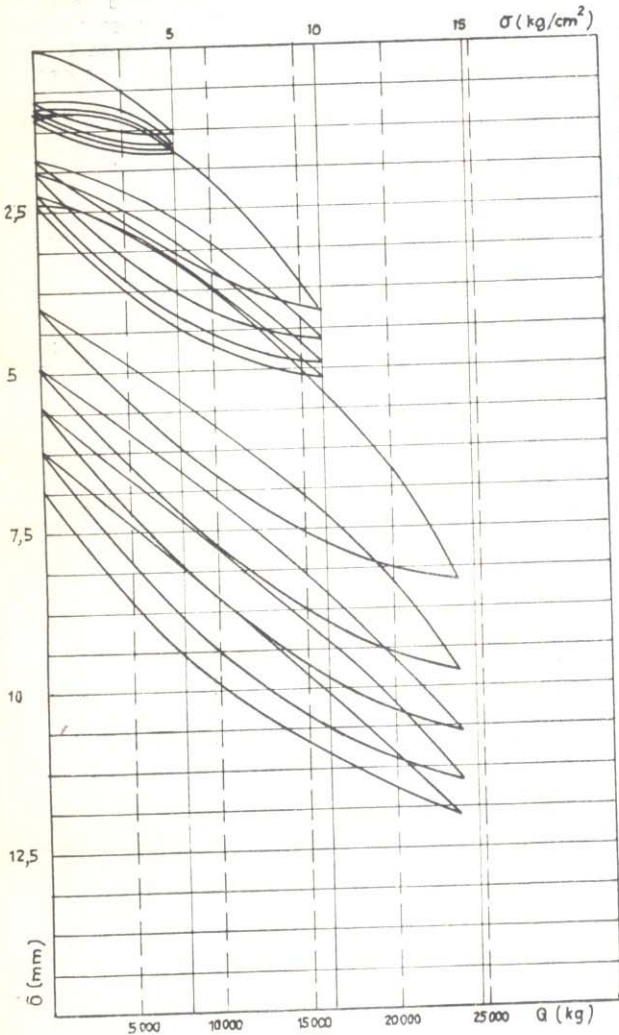


Fig. N° 6

cación correspondiente a 5 Kg/cm²; 10 Kg/cm² y 15 Kg/cm² cada una, observándose la uniformidad de las deformaciones elásticas, para cada estado constante de tensión.

En la figura N° 6, se han dibujado en escala semi-logarítmica las tres funciones que corresponden a los tres estados diferentes de carga, con línea llena las deformaciones totales; con líneas de trazos se definen las deformaciones no recuperables. Obsérvese el paralelismo que existe entre estas dos curvas (de igual estado de tensión) lo que equivale a expresar gráficamente, la constancia de las deformaciones elásticas, es decir que se mantiene constante la amplitud elástica. También puede observarse, que para cada estado de carga, el coeficiente angular de la función, varía en forma directa, con la magnitud de la misma.

La aplicación de este método en ese país, ha permitido estudiar la capacidad de carga en pistas de aeropuertos, como también determinar las cargas admisibles, de seguridad y su frecuencia máxima y probable.

Deflexiones por carga dinámica

Japón

El Japón introduce un sistema dinámico de carga y descarga, realizado con un dispositivo similar, al tipo francés utilizado en Angers, denominado Deflectómetro.

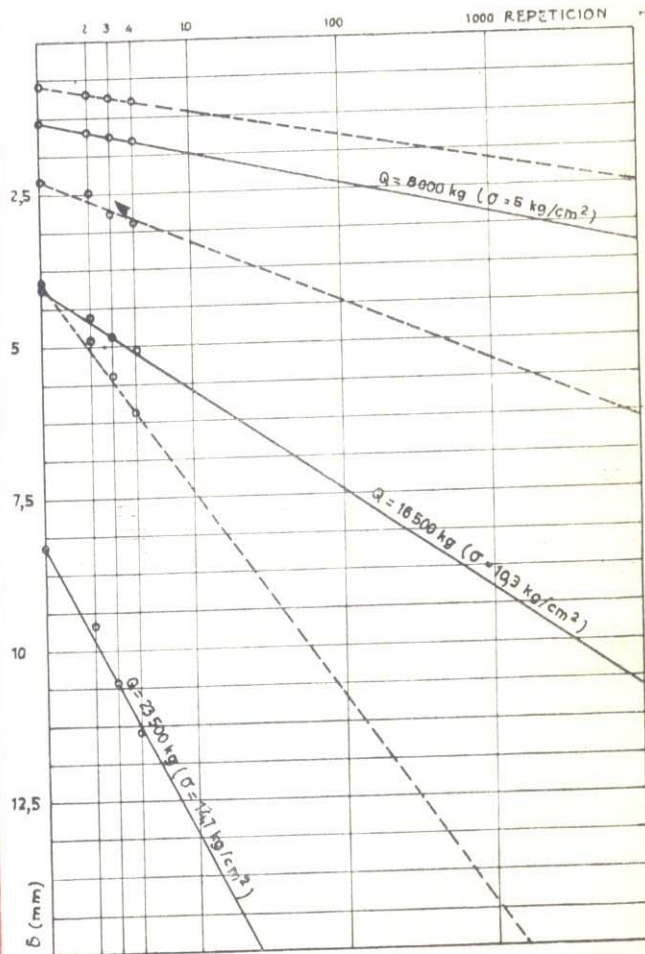
Este deflectómetro japonés, es ampliamente conocido y utilizado para ensayos de campo en este país.

El esbozo general de su construcción, es el que se muestra en la figura N° 7, donde (1) es el peso incidente de 11,9 Kg., (6) bloque amortiguador, (7) posición de la placa, (2) barra guía. La vibración de la placa, al incidir la carga, es conducida hasta el vibrómetro (5) colocado sobre un trípode a través del vibrador (4) ligado por la barra guía y ampliada y grabada en un papel registrador que se mueve a una velocidad definida. El grabado, por el efecto dinámico de la carga, presenta las características de la figura N° 8.

En la que (a) representa la amplitud elástica de deformación y (b) la permanente.

Este ensayo permite calcular el módulo de reacción de subrasante K (Westergaad) mediante la aplicación

Fig. N° 5



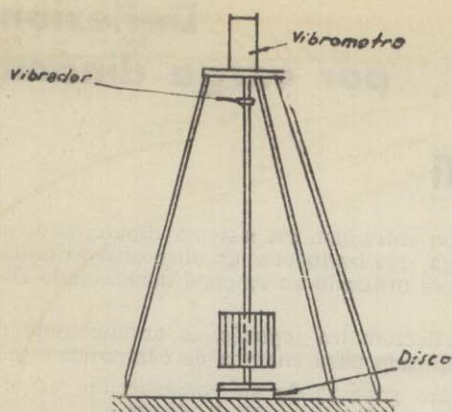


Fig. N° 7

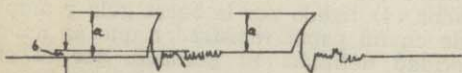


Fig. N° 8

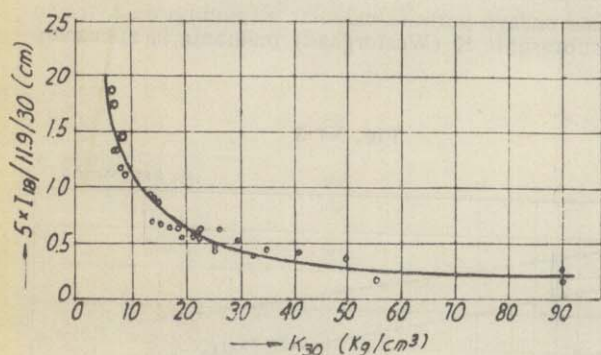


Fig. N° 9

de una fórmula. En la figura N° 9 se muestra los valores obtenidos con los ensayos de placa, realizados sobre subrasantes, subbases y la curva calculada en base a los valores obtenidos de la experimentación, obsérvese, la coincidencia que existe entre los valores experimentales y los calculados.

Este método, además de obtener en forma expeditiva, la correlación con el módulo K, ha permitido estudiar, el efecto dinámico de la carga sobre los suelos plásticos y el efecto de bombeo.

Bélgica

Los trabajos presentados por Bélgica sobre este tema, merecen destacarse preferentemente, pues ha realizado una amplia experimentación y llegado a conclusiones de positivo valor en ese campo. La ley al principio de tratamiento de este tema, tiene una amplia aplicación, en el transcurso de este trabajo belga, donde puede observarse, que la vigencia de aplicación de la misma está supeditada a la frecuencia e intensidad de las presiones deformantes. (Ver fig. 11).

Este ensayo realizado en el Centro de Recherches Routieres, tuvo por finalidad, obtener un estado comparable a las causales deformaciones del tránsito. Para lo cual se desarrolló un ensayo de repetición de carga con placas sobre macizos artificiales de suelos ($3 \text{ m} \times 5,50 \times 1,75 \text{ m}$ de altura).

La aplicación de la carga se realizó en dos formas: lenta y rápida. Las primeras tenían un ciclo de duración de carga y descarga de 3 a 5 segundos, mientras que las rápidas, una duración de ciclo de $1/4$ y $1/8$ de seg. sin tiempo de reposo entre ciclos, es decir con carga intermitente. Este tiempo de duración del ciclo, equivale al tiempo de carga registrada a nivel del suelo de fundación ($1/5$ a $1/10$) cuando el pasaje de una rueda, gira sobre la superficie del pavimento a una velocidad de 60 Km/h. Fueron registradas las deformaciones verticales producidas en el perímetro de la placa y fuera de la misma mediante flexímetros colocados a lo largo de una viga rígida.

La técnica de este ensayo posibilita obtener:

1º) Cualquier estado de tensión compatible con la frecuencia e intensidad más desfavorable de carga que se presume puede ser sometida una estructura flexible.

2º) Mide deformaciones en la superficie de aplicación de la carga y determina también las deformaciones fuera de éstas.

3º) La duración de la aplicación de la carga, es del mismo orden que las registradas en los suelos de fundación al pasar un vehículo a una determinada velocidad.

4º) Permite obtener las deformaciones que se producen en la superficie del pavimento o a la profundidad deseada.

5º) El elevado número de ciclos. Algunos han superado los dos millones de repeticiones.

A este ensayo y a los resultados obtenidos en el estudio de determinadas estructuras flexibles y rígidas, pueden hacerse las siguientes objeciones.

1º) La localización de la carga sobre un mismo punto, y que no toma en consideración la distribución transversal del tránsito, como tampoco los desplazamientos de las ruedas.

2º) La falta de un tiempo de reposo entre dos ciclos sucesivos, que equivalga a la distancia de separación entre dos vehículos, que marchen a una definida velocidad.

No obstante lo avanzado del ensayo, no se ha podido todavía llevar al laboratorio, las condiciones dinámicas de aplicación de carga, en la forma como ellas actúan verdaderamente sobre una calzada, más es un valiosísimo intento hacia la valoración obtención e interpretación de efectos similares.

En la figura N° 10 se esquematiza la forma del

ESQUEMA DEL APARATO DE CARGA

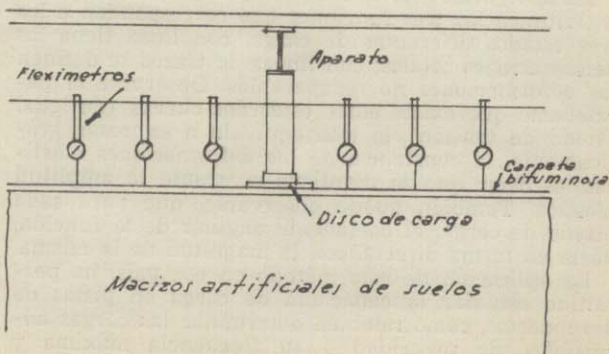


Fig. N° 10

dispositivo de carga empleado, con el que se realizó este ensayo dinámico.

En la figura N° 11 se han dibujado las curvas en un gráfico semi-logarítmico, en el que se aprecia la forma de variación de las deformaciones, en función de las repeticiones de carga.

En esta figura, se observa la importancia de la repetición de carga, ya que cuando es muy elevada su frecuencia, produce el mismo efecto deformante,

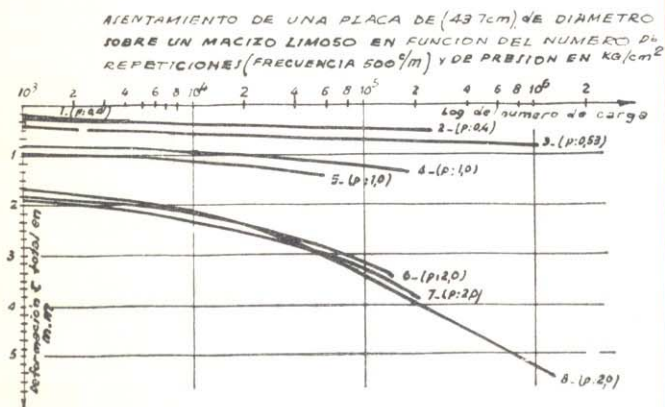


Fig. N° 11

que otras mayores pero, en menor escala repetidas. Es decir que no es necesario dimensionar únicamente para las cargas máximas presumibles de tránsito, sino para aquella que en función de su frecuencia, durante la vida útil del camino, produce la máxima deformación.

El análisis comparativo de este método, con el C.B.R. ha permitido establecer relaciones bastantes discrepantes. Por ejemplo, para iguales deformaciones y pesos deformantes, se requiere 10 cm. de material triturado, sobre subrasante de arena y 30 cm. si es limo, mientras que para iguales cargas y características de subrasantes, el C.B.R. establece una relación de espesores de 1:2 en vez de 1:3.

Rusia

Este país ha presentado un completísimo trabajo relacionado con este tema. La vasta experimentación realizada en los laboratorios y carreteras experimentales y en servicio, les ha permitido obtener resultados de positivo valor práctico y científico.

Se han ejecutado ensayos en pistas experimentales y circulares, donde se ha estudiado el comportamiento de distintos tipos de materiales, espesores de bases y carpetas, a la acción deformante de cargas estáticas o dinámicamente repetidas.

La figura N° 12, muestra las deformaciones obtenidas sobre un suelo, que ha sido sometido a repe-

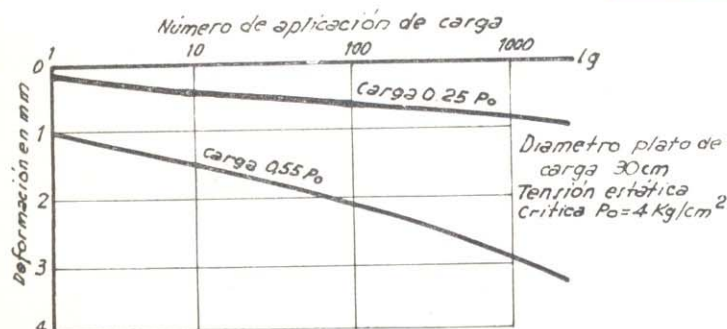
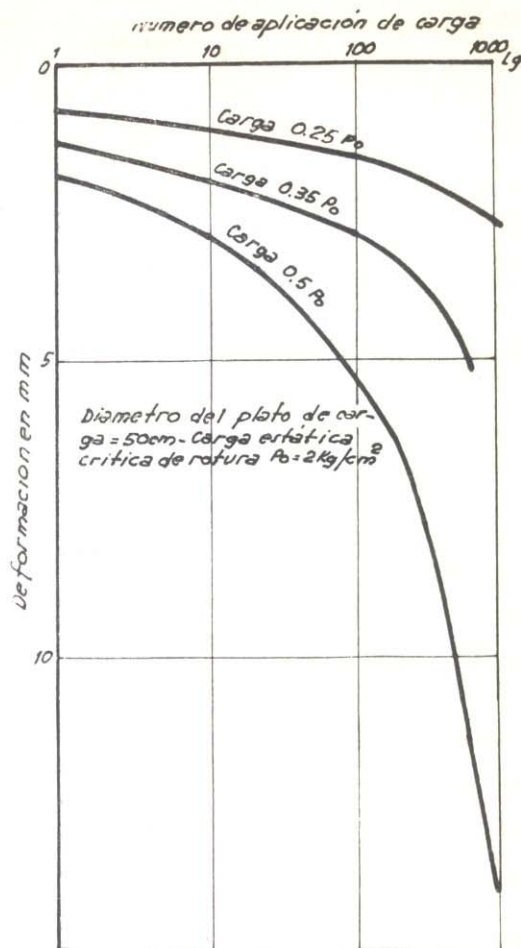


Fig. N° 12



RESULTADO DE CARGAS REPETIDAS 5/PÁVIMENTOS CONSTRUIDO CON ALTO NIVEL FREÁTICO.

Fig. N° 13

ticiones de carga, cuya magnitud varía entre un 25, y 55 por ciento de la carga crítica que en este caso fue de 4 kg/cm^2 . La acumulación progresiva de las deformaciones plásticas, en todos los casos, condujeron finalmente a la falla.

En la figura N° 13, se muestra el efecto deformante de un pavimento existente, por la acción repetidas de cargas, con magnitudes iguales a 25, 35 y 50 % del valor de la carga estática crítica, que produce la falla en esa estructura. Obsérvese el rápido incremento de las deformaciones para igual número de ciclos repetidos, cuando aumenta la magnitud de las cargas actuantes.

Francia

Este país, que no expone en su informe el detalle de las experiencias realizadas, demuestra a través de la lectura de su trabajo, que ha ejecutado en el campo científico y experimental, un gran número de investigaciones, que le otorgan un destacado lugar en el conocimiento avanzado de este tema.

Las principales medidas de deflexión fueron hechas con el auxilio de la viga Benkelman, ya vista anteriormente.

El deflectómetro óptico, aplicado por el servicio de "Ponts et Chaussée" de Aisne. Este aparato se compone de dos partes independiente, una pequeña lámpara eléctrica se coloca sobre el pavimento en el punto donde se desea medir la deflexión; esa lámpara posee un filamento luminoso muy fino, que se puede observar a distancia con un dispositivo óptico apropiado. Este dispositivo, es acompañado con un registrador fotográfico. Presenta el inconveniente, que sólo puede medir las deflexiones producidas en puntos fuera de las zonas cargadas.

El deflectómetro pesado utiliza una gran superficie de calzada —este se asemeja a el empleado por Rusia—. En el centro de esta superficie, se colocó un gato que permite aplicar cargas de 6,5 toneladas, sobre el pavimento, por medio de placas circulares rígidas.

Y por último, ha sido obtenido en Anger, un deflectómetro liviano, que permite medir las deflexiones bajo la acción dinámica de cargas, de tiempo de aplicación muy reducida.

Trabajos de investigación sobre caminos de pavimentos flexibles actualmente en servicio, y que actúan bajo el efecto real de la carga circulante, han demostrado que la acción dinámica de esa carga, al desplazarse sobre una zona amplia del perfil transversal de la calzada, anula sensiblemente las diferencias de las deformaciones residuales de un punto a otro y que por esa circunstancia solamente subsisten, a la acción compleja del tránsito, deformaciones de tipo reversible.

Bibliografía

- (1) L. E. WOOD and W. H. GOETZ, The Strength of bituminous Mixtures and Their Behavior Under Repeated Load. H. R. Board No 35/56.
- (2) H. B. SEED and C. K. CHAN, Effect of stress History and Frequency of Stress Application on Deformation of Clay-Subgrades Under Repeated Loading. H. Research Board No 37/1958.
- (3) CELESTINO RUIZ, Estabilidad de las Mezclas Asfálticas sus Orígenes y Medida. Revista "CARRETERAS" No 10/1957.
- (4) ENRIQUE A. GONELA, J. B. FONT y PETRONI, Estudio del Comportamiento de Pavimentos Flexibles. Décima Reunión Anual del Asfalto, 1958.

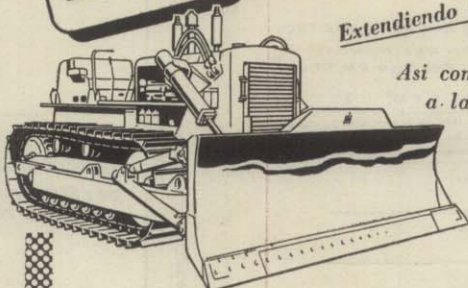
INTERNATIONAL

Construyendo...!

Extendiendo caminos

Extrayendo riquezas

Así contribuyen los equipos **INTERNATIONAL** a la recuperación económica del país.



PAYSCHAPERS

Moto-palas **International** de moderno diseño disponibles en 2 modelos de 11,46 m³. y 16,80 m³. de capacidad. Este equipo constituye la máquina ideal para movimientos de tierra.



PAYLOADER

INTERNATIONAL DROTT

Pala frontal 4 en 1, sobre tractor con neumáticos. En capacidades desde 0,760 m³. hasta 2 m³. y en potencias desde 50 hasta 125 HP en modelos a nafta o Diesel. Esta máquina de diseño exclusivo la hace ideal para el contratista constructor, industrial, minero, etc., por su gran versatilidad. Este equipo puede ser provisto con pala cargadora frontal común, como así también montado sobre carriles.



EQUIPOS

INTERNATIONAL SUPERIOR

Tractores **International** con plumas laterales Superior, la máquina preferida por las grandes compañías dedicadas al tendido de oleoductos, gasoductos, etc.



DISTRIBUIDORES EXCLUSIVOS

EQUIMAC S. A.

CORRIENTES 545

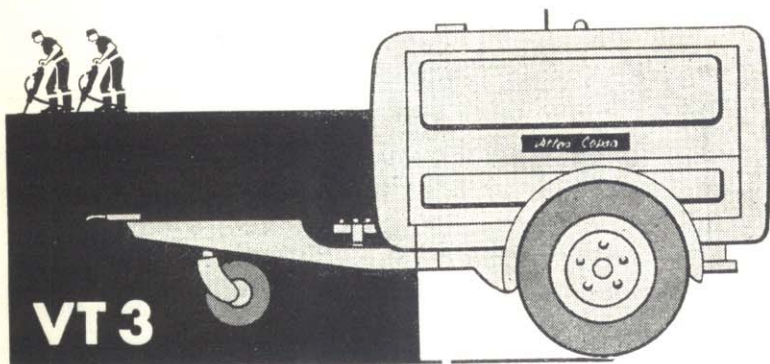
BUENOS AIRES

T. E. 49-7280 y 49-5723

TALLERES: GOBERNADOR VERGARA 1646 - MORON

Compáctos
Livianos
Económicos

Compresores *Atlas Copco* VT portátiles

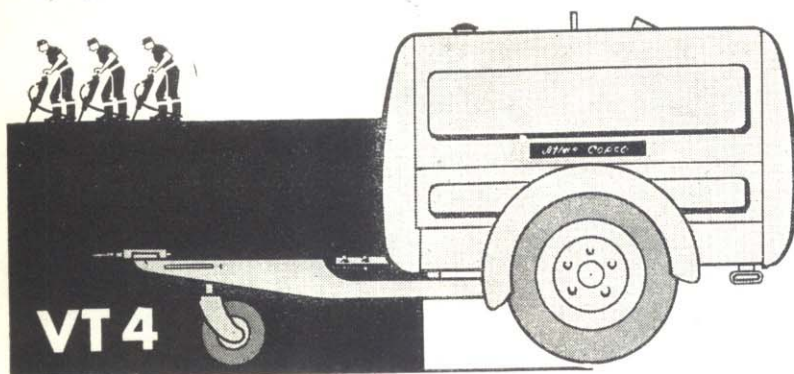


Suministran más aire comprimido, en relación a su volumen y peso, que ningún otro compresor.

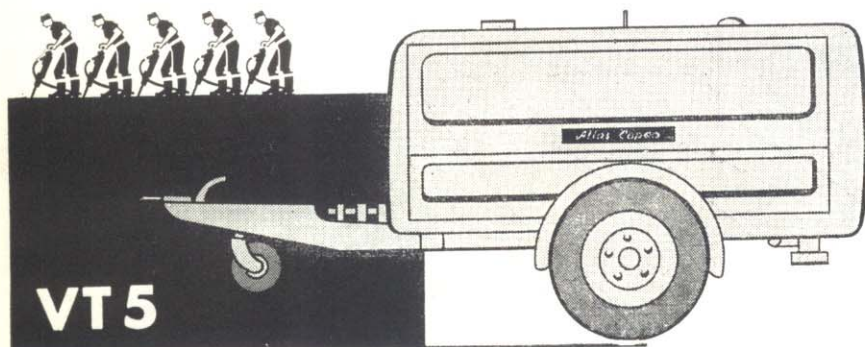
La nueva serie "VT", en cuatro distintas capacidades, cuenta con los más modernos adelantos de la técnica. Sus elementos intercambiables y de fácil acceso favorecen su operación y simplifican el mantenimiento.

Atlas Copco

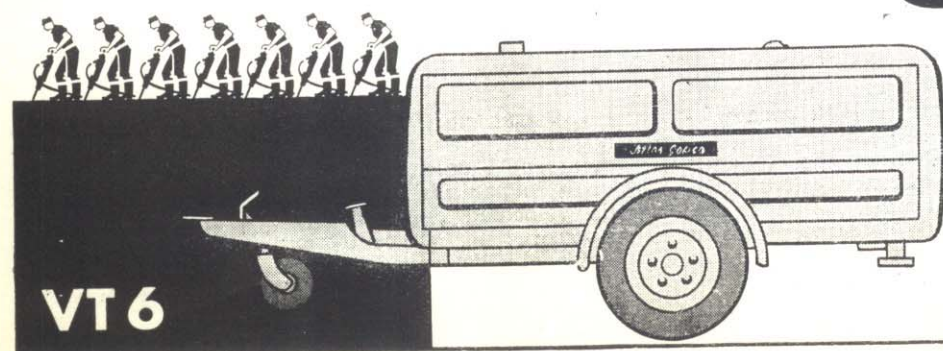
la fábrica que más aire comprimido ha puesto a trabajar para el mundo.



STOCK PERMANENTE



REPRESENTANTES
EXCLUSIVOS



Carlos Calvo 601
Perú 985 - Buenos Aires
Tel. 30-7071
9987/9661

OBRAS DE DEFENSAS PARA RIOS de Cauce Arenoso

Defensas desarrollables de alambre tejido

Por el Ing. PABLO E. DE LA VEGA

Las defensas de que se trata, proyectadas por el autor, han sido construidas por Vialidad Nacional en la provincia de Salta, para proteger la margen muy erosionable del río Calchaquí, en el lugar denominado San Felipe, por donde corre la ruta 40, tramo San Carlos-Payogastilla.

Estas obras fueron construidas en el año 1957 y han soportado ya tres periodos de crecientes (los dos últimos años con caudales muy superiores a lo normal), cumpliendo hasta el presente en forma satisfactoria su misión de proteger el camino.

Su costo, por otra parte, ha resultado bastante inferior al de cualquier tipo de defensa adaptable a un río que, como el Calchaquí, tiene cauce arenoso,

El grabado de abajo (Fig. 1) permite apreciar, en planta, la colocación de las defensas y la disposición del cordón de piedra embolsada que, al hundirse por la socavación del lecho arenoso del río, habrá de desenrollar la pantalla de alambre, encargada de proteger la margen del río por donde pasa el camino.

Cuando por la acción de las crecientes se produce la socavación del cauce, el cordón de piedra embolsada se hunde girando, desenrollándose la pantalla, que queda tirante hacia abajo por el peso de las piedras. (Fig. Nº 2).

La pantalla de alambre tejido no impide el paso del agua, pero las ramas que arrastran las crecien-

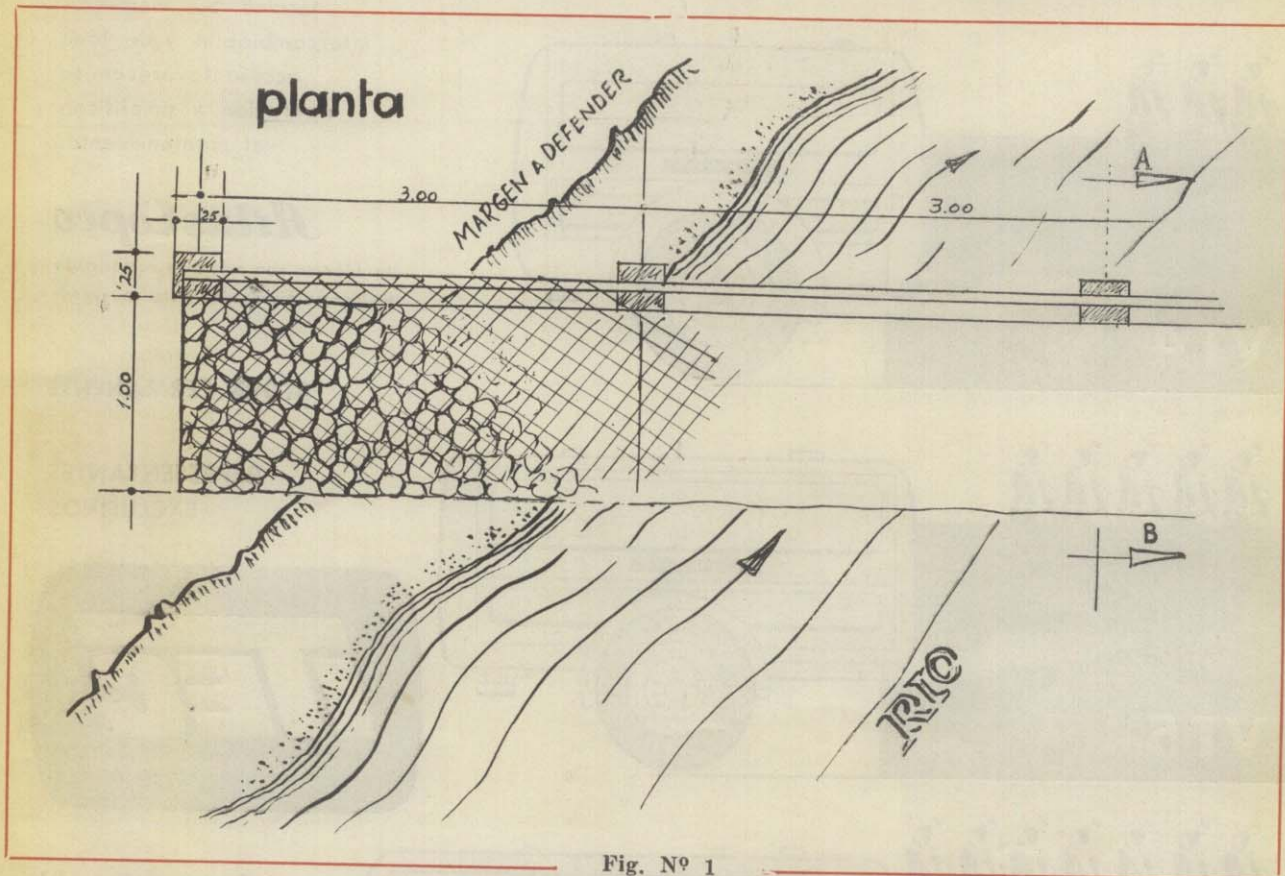


Fig. Nº 1

muy socavable y con abundante agua a poca profundidad, aún en los meses de sequía.

Por todo ello hemos considerado oportuna la publicación de este artículo, esperando que el mismo pueda resultar de utilidad para los ingenieros que, debiendo proyectar obras de defensa en ríos de cauce arenoso, disponen de pocos recursos para la construcción de obras de más alta calidad.

tes cierran parcialmente el paso, de modo que la mayor parte de la corriente se desvía longitudinalmente a la defensa. La parte del caudal que atraviesa la pantalla lo hace con una pérdida sensible de velocidad de modo que ya no ocasiona daños, sino que, por el contrario, tiende a provocar el embanque del cauce detrás de la defensa. Como se

(Continúa en la pág. 32)

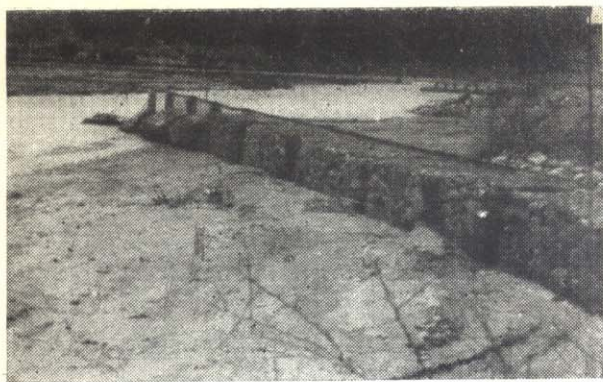


Fig. N° 1

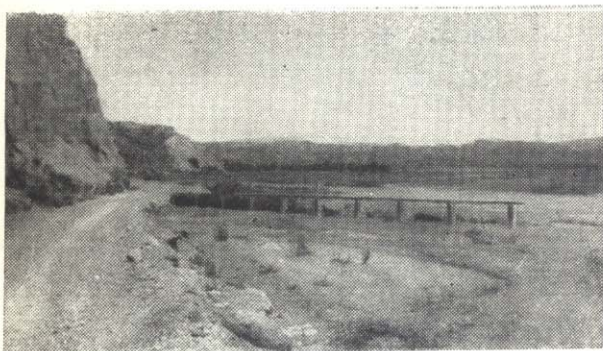


Fig. N° 2



Fig. N° 3



Fig. N° 4

Foto 11. — Vista de un espigón poco después de construido, antes de soportar crecientes. En el extremo que está en el cauce principal han empezado a hundirse las bolsas de alambre con piedra.

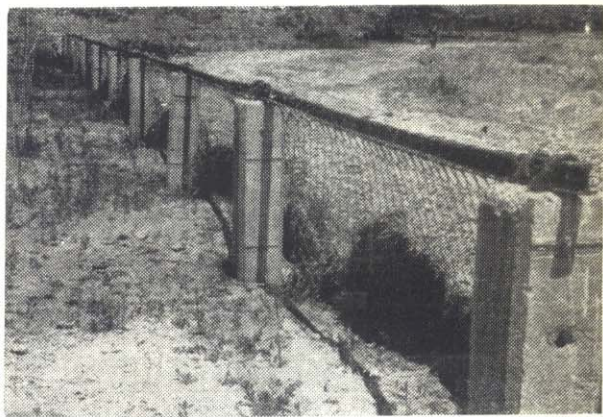


Fig. N° 5

Fotos 2, 3 y 4. — Vista de tres espigones después de las primeras crecientes. El cordón de bolsas de alambre está semi hundido. La corriente se ha desviado y ya se ha iniciado el embanque aguas abajo.

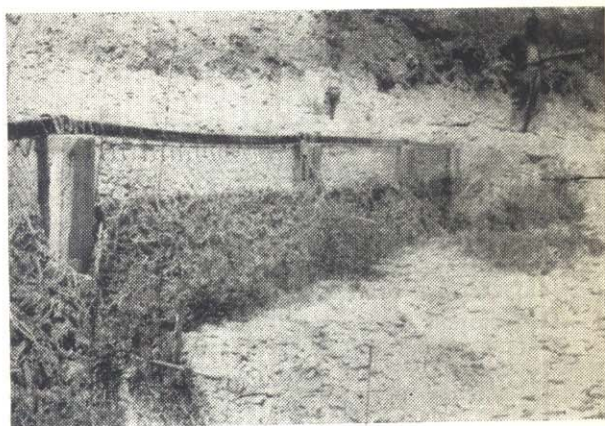


Fig. N° 6

Fotos 5 y 6. — Vista de dos espigones después de las crecientes. La pantalla de alambre ya se ha desarrollado y está cubierta con ramas que ha traído la corriente.

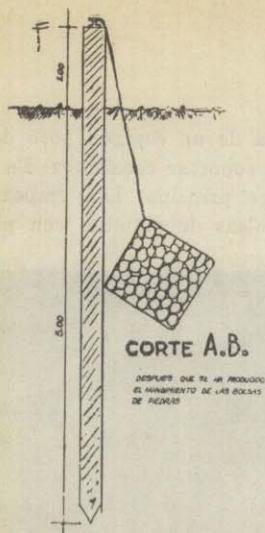


Fig. N° 2

aprecia, la construcción de estas defensas no exige la disponibilidad de elementos costosos. Sintetizando, podemos decir que las defensas se componen de:

- a — Pilotes de la longitud necesaria para estar a cubierto de la socavación producida por el río (en este caso se ha utilizado pilotes de hormigón armado de $0,25 \times 0,25 \times 6,00$ m), que se hincan en la línea del espigón a construir, con una separación de 3.00 m. entre sí. (Fig. N° 3).
- b — Un perfil metálico que une las cabezas de los

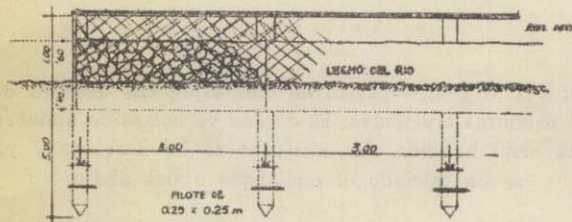


Fig. N° 3

pilotes (en la defensa comentada se utilizó riel decauville en desuso). (Fig. 3, parte superior).

- c — Pantalla de alambre tejido que cuelga del riel indicado y se extiende sobre el lecho del río previamente emparejado o excavado hasta la profundidad deseada (en este caso se excavó aproximadamente 0,40 m hasta la cota en que empezaba a aflorar el agua). (Fig. 4).
- d — Un cordón de bolsas de alambre con piedras —que se aprecia en perspectiva en la figura N° 5— de 1 m x 1 m de sección, que apoya libremente sobre el alambre tejido que lo envuelve por dos lados. Este cordón está atado, por uno de sus ángulos al extremo de la pantalla.

La construcción de estas defensas se ve completamente exenta de problemas de carácter técnico. Incluso, la existencia de agua subterránea en el cauce, que dificulta la excavación para la fundación de otros tipos de obras, tampoco constituye inconveniente alguno. La conservación de estas defensas, por otra parte, resulta igualmente muy económica, por cuanto lo único que puede necesitar es una renovación periódica de la pantalla y las bolsas de

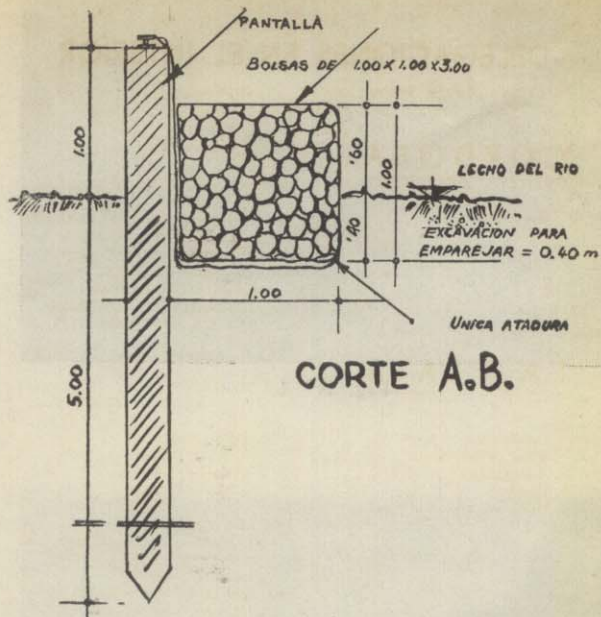


Fig. N° 4

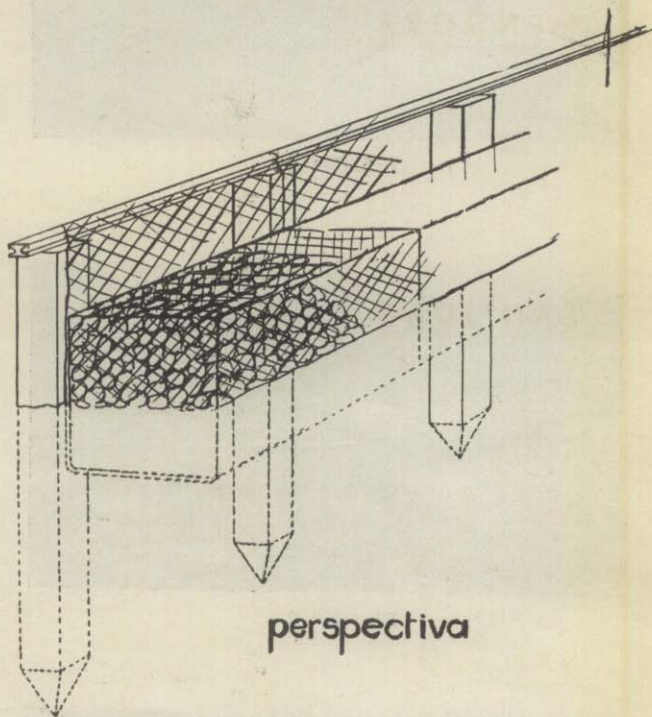


Fig. N° 5

tela metálica cuyo costo es relativamente reducido. (El total de material necesario es aproximadamente 7 m^2 de alambre tejido y 1 m^3 de piedra por cada metro lineal de defensa). Por otra parte, las defensas que son motivo de este comentario, no han requerido, desde 1957 hasta la fecha, gasto alguno de conservación.

Para terminar, creemos oportuno sugerir que, según las características del río donde se van a construir, pueden proyectarse diversas variantes de este tipo de defensas, tales como construcción de doble pantalla (una hacia cada lado), modificación de algunas dimensiones, etc.

DELEGACIONES EN EL INTERIOR

(Viene de la retirada de la tapa)

CORDOBA

Presidente Alfredo García Voglino
Manuel H. Acuña
Ricardo Cristal López
Enrique Laiseca
Albino Meneghini
Domingo A. Teobaldo
Carlos Tomassini

(Instituto del Cemento Portland Argentino)
(Cámara Argentina de la Construcción)
(Dirección Provincial de Vialidad)
(Técnico Vial)
(Dirección Nacional de Vialidad)
(Shell Argentina Ltd.)
(Representante de Socios de la Categoría "A")

LA PLATA

Presidente José Martín
Vicepresidente Raúl Verzini
Secretario Andrés Barros
Tesorero Angel Flastino
Vocales Héctor N. Morcillo
Alfredo Catalá
Vicente García Cano
Honorio Añón Suárez
Walter Sleet
Eduardo Del Curto
Simón Ungar
Aldo Graziani
José A. Pitte
Alberto S. C. Fava
Homero C. Bibiloni

(Representante de General Motors Argentina)
(Corcemar, Corporación Cementera Argentina S.A.)
(Aravial S.R.L.)
(Polledo S.A.)
(Direc. de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires)
(Cám. del Com. e Ind. de la Provincia de Buenos Aires)
(Yacimientos Petrolíferos Fiscales)
(L.E.M.I.T.)
(Instituto del Cemento Portland Argentino)
(Cámara de Transporte Automotor)
(Representante de la Categoría "A" - Socios Individuales)
(Direc. de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires)
(Sociedad Rural de Magdalena)
(L.E.M.I.T.)
(Cámara Argentina de la Construcción)

Asesor Letrado

MENDOZA

Presidente Francisco J. Gabrielli
Vicepresidente Juan García Eljoo
Secretario Víctor Galfione
Tesorero Abel M. del Campo
Vocales Roberto Azzoni
Juan F. Barbera
Francisco Barreras
Alberto Cíton
José María Díez
Rafael Gaviola
Mauricio Waisman

(Neumáticos Goodyear)
(Instituto del Cemento Portland Argentino)
(Shell Argentina Ltd.)
(Centro de Ingenieros y Arquitectos de Mendoza)
(Dirección Nacional de Vialidad)
(Armco Argentina)
(Centro de Bodegueros del Este)
(Unión Industrial y Comercial)
(Cámara de Comercio de San Rafael)
(Cámara Argentina de la Construcción)

SAN JUAN

Presidente Gustavo Carmona
Vicepresidente Silverio Madrid
Secretario Alfonso de la Torre
Tesorero Marcelino D. Rins
Vocales Romano José Petrini
Pedro D. Ugrin
Rodolfo Paseron
Eugenio Carte
Adalberto Ruiz
Emilio Maurin Navarro
José M. Ares
Juan Martín
Tomás Eawden
Justo Felipe Pacheco

(Categoría "A", Socios Individuales)
(Sociedad de Camioneros de San Juan)
(Categoría "A", Socios Individuales)
(Empresa Rins y Cia. S.R.L.)
(Categoría "A", Socios Individuales)
(Dirección Provincial de Vialidad)
(Concesionaria Ford)
(Diario "Tribuna")
(Dirección General de Obras Públicas)
(Sociedad Rural de Sarmiento)
(Sociedad de Camioneros de San Juan)
(Sociedad de Camioneros de San Juan)
(Sociedad de Camioneros de San Juan)
(Diario "Los Andes")

SAN LUIS

(COMISION PROVISORIA ORGANIZADORA)

Presidente Reynaldo Anzulovich
Vicepresidente Roger Carreras
Secretario Domingo Sesin
Tesorero José Umana
Vocales José J. Chediack
Carlos Pagano
Roberto I. Barroso

(Asociación de Automotores)
(Dirección Nacional de Vialidad)
(Dirección Provincial de Vialidad)
(Centro de Viajantes)
(Cámara Argentina de la Construcción)
(General Motors Argentina S.A.)
(Banco de la Prov. de San Luis y Aero Club de San Luis)

SANTA FE

Presidente Carlos A. Mai
Vicepresidente Reynaldo Gervasini
Secretario Luis María Barletta
Tesorero Juan M. Samatan
Vocales Marcelo J. Alvarez
Antonio D'Andrea
Domingo Franchino
Aurelio Nardi

(Cámara Argentina de la Construcción)
(Unión Industrial)
(Dirección Nacional de Vialidad)
(Representante Socios Individuales)
(Dirección Nacional de Vialidad)
(Centro Comercial de Santa Fe)
(Franchino Hnos.)
(Categoría "A", Socios Individuales)



Correo Argentino	Central (B.)	FRANQUEO PAGADO
		Concesión N° 5942
		TARIFA REDUCIDA
		Concesión N° 5426