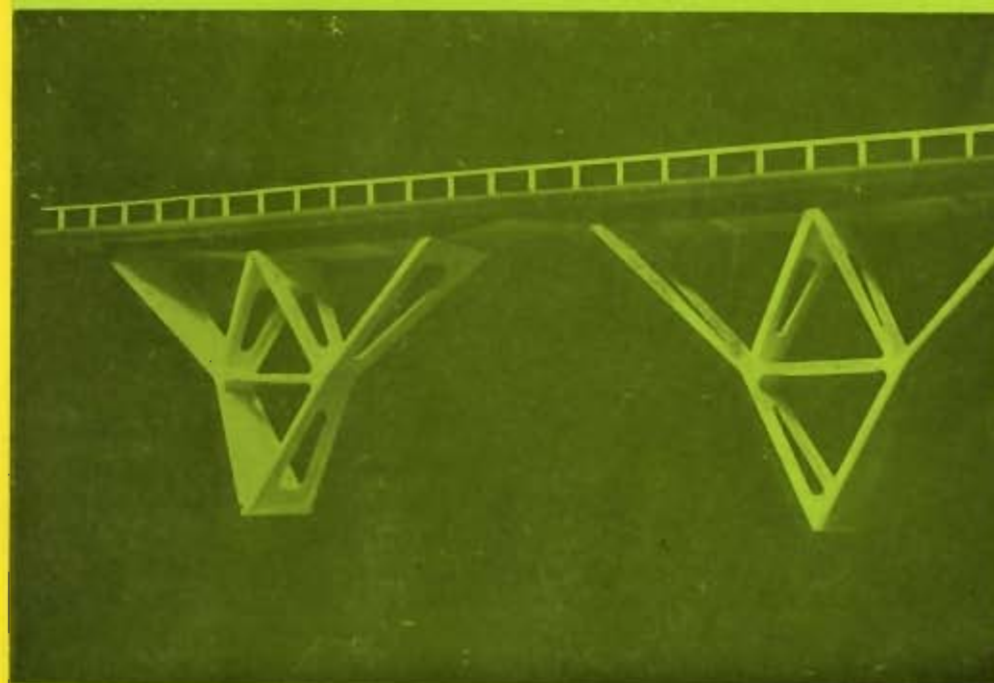




VIALIDAD

República Argentina
La Plata
Prov. de Buenos Aires
M. O. P.
Dirección de Vialidad



REPUBLICA ARGENTINA
PROVINCIA DE BUENOS AIRES

GOBERNADOR DE LA PROVINCIA
MINISTRO DE GOBIERNO
MINISTRO DE ECONOMIA
MINISTRO DE OBRAS PUBLICAS
MINISTRO DE BIENESTAR SOCIAL
MINISTRO DE EDUCACION
MINISTRO DE ASUNTOS AGRARIOS
SUBSECRETARIO DEL MIN. DE O. PUBLICAS

General de Brigada Francisco Antonio Imaz
Coronel (R.E.) Heriberto Kurt Brenner
Doctor José María Dagnino Pastore
Ingeniero Héctor Arturo Pérez Pesce
Doctor Jorge Darío Pittaluga
Profesor Alfredo Guillermo Tagliabue
Doctor Omar Emilio Blasco
Ingeniero Rodolfo A. Montalvo

DIRECCION DE VIALIDAD

INTERVENTOR	Ingeniero Carlos Esteban Vitalini
CONSEJO ASESOR	Ingeniero Adolfo P. Grist Ingeniero Enrique Humet Ingeniero Petro G. Venturini
SUBDIRECTOR EJECUTIVO	Ingeniero Julio C. Astuti
SUBDIRECTOR TECNICO	Ingeniero Jorge M. Lockhart
SUBDIRECTOR ADMINISTRATIVO	Doctor Julio A. Migoni
COORDINADOR GENERAL	Ingeniero Jaime Larrauri
JEFES DE DEPARTAMENTOS	
Estudios y Proyectos	Agrimensur José A. Del Soldato
Estudios Técnicos y Económicos	Ingeniero Félix J. Lilli
Pavimentos Urbanos	Ingeniero Aldo A. Graziani
Construcciones	Ingeniero Juan C. Rives
Conservación	Ingeniero Luis R. Luna
Talleres	Ingeniero Ricardo Ortiz
Administrativo	Señor Carmelo T. Merlo
Contable	Contador Vicente R. Arturi
Juridico	Doctor Rolando R. Tucci
Variaciones de Costos	Ingeniero Rubén Ludman

VIALIDAD

REVISTA DE LA DIRECCION DE VIALIDAD

Ministerio de Obras Públicas

PROVINCIA DE BUENOS AIRES - ARGENTINA

Fundada por Resolución
Nº 1610 de fecha 17-IX-957

Publicación Trimestral
Técnico - Informativa



Director de la Revista

Agrimensur

CARLOS ALBERTO MAROTTA

DIRECCIÓN DE VIALIDAD
DIVISIÓN BIBLIOTECA Y
PUBLICACIONES

Calle 7 Nº 1175 — La Plata
Buenos Aires — Argentina

SUMARIO

	Página
Nuestra portada	2
Tomó posesión del cargo de Interventor en Vialidad el ingeniero Silvio S. Macchi	3
La escoria de altos hornos y su aplicabilidad en mezclas asfálticas. Por el ingeniero Carlos Francesio	7
El refuerzo de las calzadas	32
Cemento pórtland. Estudio comparativo de productos de industria nacional. Por los Ings. José F. Cofina, Marcelo Walnsztein y Oscar R. Batté	35
Bibliografía. Prefabricación e industrialización en la construcción	46
Ensayo de estabilización de suelos con cal. Por el ingeniero Reynaldo R. Barrientos	47
Reglamentación del funcionamiento de las subdirecciones de la D. V. B. A.	62
Control y aceptación de mezclas bituminosas por métodos estadísticos. Por W. H. Mills y O. S. Fletcher	65
Modificaciones al decreto 5.488/59, reglamentario de la ley de obras públicas 6.021. Decreto 1.763 del año 1968	81
Obras de Vialidad Nacional en la Provincia. Abril-junio, 1968.	90
Contratos firmados por la D. V. B. A. Abril-junio, 1968	93
Principales obras con proyectos elevados. Mayo-julio, 1968	96
Licitación de D. V. B. A. Abril-junio, 1968	97
Publicaciones de la D. V. B. A.	101

Año XII - Julio-Agosto-Setiembre de 1968 - Nº 44

Los artículos pueden reproducirse citando la fuente.

Registro de Propiedad Intelectual Nº 688.535.

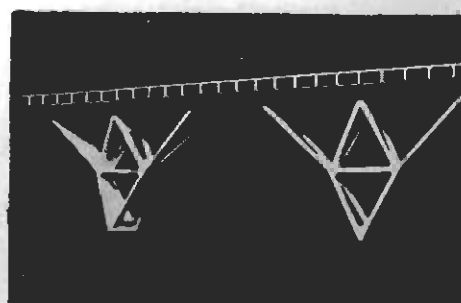
La responsabilidad de lo expuesto en los artículos firmados corresponde exclusivamente a sus autores.

Nuestra Portada

Vista de la maqueta del puente de hormigón armado que se construirá sobre el embalse Las Piedras, en el camino de Bahía Blanca a Pringles.

Se trata de un pórtico triarticulado con una luz entre apoyos de 34 metros y una altura de 15 metros sobre el terreno natural.

Salvo el tablero, que sirve de superficie de rodamiento, el resto del pórtico se ha concebido como una estructura de barras sometidas únicamente a esfuerzos directos de tracción y compresión.



COMISION DE PUBLICACIONES

Presidente	Agrimensor Carlos A. Marotta
Secretario	Doctor Rolando R. Tucci
Vocales	Ingeniero Civil Julio C. Astuti
	Señor Carmelo T. Merlo
	Contador Vicente R. Arturi

TOMO POSESION DEL CARGO DE INTERVENTOR EN VIALIDAD EL INGENIERO SILVIO S. MACCHI

Aceptada por decreto 7.817/967, de fecha 24 de julio ppdo., la renuncia que presentara el interventor en nuestra Dirección de Vialidad de la provincia de Buenos Aires, ingeniero Carlos A. Vitalini, fue nombrado interinamente en el cargo el subsecretario del Ministerio de Obras Públicas, ingeniero Rodolfo A. Montalvo por decreto 7.818 de la misma fecha, y posteriormente, el 26 de agosto último se efectuó la ceremonia en la cual el señor ministro de Obras Públicas, ingeniero Héctor A. Pérez Pesce, puso en posesión de la intervención Vial al ingeniero Silvio Santo Macchi.

El acto se llevó a cabo a las 17 horas en la sede central de La Plata, en la sala principal de la Casa, y en el mismo, ante la presencia de los altos jefes de la Dirección, fueron leídos los decretos pertinentes y pronunciaron palabras el señor ministro y el nuevo interventor.

Discurso del señor ministro de Obras Públicas de la provincia de Buenos Aires, ingeniero Héctor Pérez Pesce en la oportunidad de poner en posesión del cargo al señor interventor en la Dirección de Vialidad de la Provincia, ingeniero Silvio Santo Macchi.

Señoras y señores:

Tal como lo establece el último de los decretos a que se ha dado lectura, el Poder Ejecutivo de la provincia de Buenos Aires ha designado al ingeniero Silvio Macchi como Interventor en la Dirección de Vialidad de la Provincia y, por mi intermedio, viene a ponerlo oficialmente en posesión del cargo y sus funciones.



El Señor Ministro de Obras Públicas, Ingeniero Héctor Pérez Pesce, pone en posesión de la intervención en Vialidad al ingeniero Silvio S. Macchi.

En nuestra provincia de Buenos Aires son muchos los factores que inciden para que la inversión en el sector vial tenga una alta prioridad. Solamente para destacar los más importantes, citaremos a tres de ellos: su gran extensión territorial que con sus 307.570 kilómetros cuadrados representa el 11 por ciento de la superficie territorial del país; su extraordinaria producción industrial y agropecuaria, con sus características de localización relativa a los centros de consumo interno y de exportación y a la existencia de importantes zonas de turismo que se destacan y sobresalen en el orden nacional, continental y mundial.

Aquella determinante prioridad en el sector vial de la Provincia no siempre ha sido bien comprendida en el pasado y tan es así que durante prolongados períodos la inversión vial ha sido, si no nula, absolutamente insuficiente para satisfacer las necesidades que las distintas zonas de la Provincia demandan para su desarrollo.

Un relevamiento a la fecha nos expresa que la red vial provincial está compuesta de 3.600 kilómetros de rutas con carpeta de rodamiento adecuada y 32.500 kilómetros de caminos de la red primaria y secundaria que se conservan y mantienen. A más de ello, se construyen en el presente 1.420 kilómetros de pavimentos nuevos y más de 350 kilómetros de refuerzos, ensanches y reconstrucciones.

Para destacar la importancia asignada al sector vial por el Gobierno de la Revolución Argentina en la provincia de Buenos Aires, basta expresar que de los 38.746 millones de pesos del presupuesto de capital del Ministerio de Obras Públicas para 1958, más de 16.750 millones —el 43 por ciento del total—, se invertirán en el sector vial.

Es decisión de las actuales autoridades la materialización de un vasto programa vial que no sólo contemple las necesidades del crecimiento vegetativo, sino que facilite la recuperación del sector, permitiendo a la provincia de Buenos Aires un desarrollo acorde con sus posibilidades.

Para llevar a cabo esta tarea, sin duda alguna de mucha responsabilidad, el Poder Ejecutivo ha elegido al ingeniero Silvio Macchi, en quien confía plenamente tanto por sus sobresalientes condiciones personales como por su experiencia ganada en la dirección de importantes empresas.

Queda usted, ingeniero Silvio Macchi, en posesión del cargo.

Discurso del señor interventor en la Dirección de Vialidad, ingeniero Silvio Macchi.

Señor Ministro, señor Subsecretario de Obras Públicas, señores funcionarios y personal de Vialidad:

En momentos en que es necesario el concurso de todas las voluntades y capacidades para realizar la labor coherente que debe llevarnos hacia los objetivos oportunamente enunciados por la Revolución Argentina, se me distingue con el presente nombramiento.

Salvo el caso excepcional del místico, el artista o el filósofo que se aísla para darnos el fruto de su meditación, o llevárselo consigo mismo a la tumba, la voluntad y la capacidad de un hombre solo es de valor relativo cuando el trabajo a realizar debe encajarse con el sano criterio de un equipo.

Para que ese equipo cumpla una buena campaña es necesario que se compenetre cabalmente de los planes trazados y que esa compenetración posibilite la constructiva reciprocidad con los dirigentes que, al fin, están sirviendo a un mismo destinatario que, en nuestro



El Interventor en Vialidad, ingeniero Macchi, pronuncia su discurso. Lo acompañan los ingenieros Pérez Pesce, Montalvo y Humet.



El Sr. Ministro de Obras Públicas y el Interventor Vial se saludan luego de la ceremonia.

caso, es la provincia de Buenos Aires y, por consiguiente, el todo nacional que integra.

Conocemos lo que lleva realizado la Dirección de Vialidad, sabemos lo que está realizando y tenemos conciencia de lo que debe realizar. Y, fundamentalmente, sabemos de la capacidad de su personal en todos los niveles. En su mayoría se han formado en esta casa. Y, al decir "esta casa" incluyo sus respectivas Zonas y toda la extensión de la Provincia, surcada por la actividad vial, por la que tiene que ser incesante actividad vial en todas sus fases, desde el estudio de factibilidad hasta el mantenimiento.

Señores: Estamos sobre el camino. Procuremos ser responsables intérpretes del conocido adagio: "La marcha se demuestra andando".

LA ESCORIA

DE

ALTOS HORNOS

Y SU

APLICABILIDAD

EN MEZCLAS ASFALTICAS

Ingeniero

CARLOS FRANCESIO ⁽¹⁾

Jefe de Inspección
Departamento Construcciones

1) INTRODUCCIÓN

El gran consumo de materiales pétreos de trituración que se ha ido registrando en nuestro país a causa de la expansión de las construcciones civiles y en especial camineras, no ha ido acompañado de un incremento paralelo por parte de los centros de producción de aquéllos (canteras), en parte debido a la falta de renovación de equipos y en parte, quizás, a lo heterogéneo de ciertos yacimientos en

⁽¹⁾ Trabajo premiado en la XV Reunión Anual del A-falto, 1968.

cuanto a calidad del inerte. Las grandes distancias con los centros de consumo y el empleo del camión como medio de transporte han incrementado, además, considerablemente los precios, con relación al que se tiene en cantera.

La escoria de altos hornos (2) aparece, junto al notable crecimiento de la industria siderúrgica, como un material que puede en parte contribuir a mitigar aquel déficit, a la vez que su encauce hacia las construcciones viales sería un adecuado drenaje a la gran producción que acompaña a la elaboración del arrabio.

En lo que sigue se procurará en lo posible, junto al estudio de las propiedades de la escoria, llevar un cotejo con las que corresponden al agregado granítico de trituración.

2) ORIGEN DE LA ESCORIA DE ALTOS HORNOS

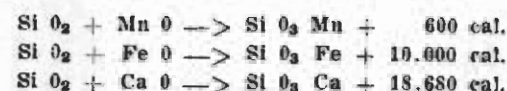
Su origen deriva del segundo proceso dentro de la industria siderúrgica (el primero es la minería) y corresponde al proceso de obtención del hierro de primera fusión (arrabio) dentro del alto horno, donde la escoria viene a constituir el remanente de aquella extracción, constituido por todas las impurezas que contiene el mineral de hierro más las cenizas del combustible.

Para ello dentro de los altos hornos se trata al mineral con un combustible adecuado (coque metalúrgico) y un fundente que en general es piedra calcárea (carbonato de calcio) denominado "castina"; la dolomita, que es un carbonato de calcio y magnesio, es otro fundente utilizado. Por medio de corrientes ascendentes de gases reductores a elevadas temperaturas se actúa sobre el óxido de hierro que contiene aquél. Pero para la obtención del hierro de primera fusión, además de la acción del calor y la desoxigenación del mineral de hierro, es necesario separar una gran cantidad de impurezas que contiene el mineral (ganga) y es para ello que se emplea un fundente cuya función es hacer más fluida esa ganga, generalmente infusible, que contiene el mineral de hierro.

Se forma de ese modo una escoria líquida que, a causa de su menor peso específico con relación al metal, sobrenada sobre éste en el crisol del alto horno y al llegar a determinado nivel se recoge a través de los tubos de Lürman o bigoterías.

(2) La escoria de altos hornos empleada en este trabajo es la proveniente de la planta siderúrgica ubicada en el partido de Ramallo.

La formación de la escoria primaria se produce en la zona del alto horno entre 700 a 1.350 °C; allí el silicio existente en el mineral y bajo la forma de sílice (SiO_2) se combina con los óxidos presentes formando silicatos:



Además en la zona entre 1.350 y 1.550 °C se produce la reducción de los compuestos oxigenados de manganeso, fósforo y silicio, y los respectivos elementos se incorporan a la escoria.

En la zona entre 1.550 a 1.800 °C se origina la desulfuración de la fundición y los sulfuros de calcio y manganeso también se pasan a la escoria.

Va en la parte del crisol (zona inferior del horno de mayor temperatura) continúa la incorporación de azufre a la escoria líquida y es allí donde, por diferencia de densidad, ésta se separa sobrenadando; al llegar a determinado nivel se la retira del horno y al enfriarse al aire se solidifica.

De todo lo expuesto apreciamos que la escoria está constituida por silicatos de calcio, manganeso y hierro, con pequeñas proporciones de otros elementos provenientes de la ganga o de las cenizas.

En el caso particular de la escoria que se considera, según un análisis del Laboratorio Químico de la Planta Siderúrgica, se halló la siguiente composición media:

SiO_2	Al_2O_3	FeO	MnO
(36 %)	(14 %)	(0,5 %)	(0,5 %)
CaO	MgO	SCa	
(40 %)	(7,5 %)	(1,5 %)	

Una vez extraída del horno, si se la somete de inmediato a una corriente de agua fría se la vuelve granular y muy semejante a la arena de río. Por otra parte si a las escorias solidificadas se las expone a la trituración se obtiene un material con características de agregado pétreo.

3) CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS ESCORIAS DE ALTOS HORNOS TRITURADAS

Con miras a definir la aptitud de este agregado para ser incorporado a las mezclas bituminosas, se efectuaron una serie de ensayos de orden físico, buscando siempre el cotejo con el agregado granítico que se tomó como referencia.



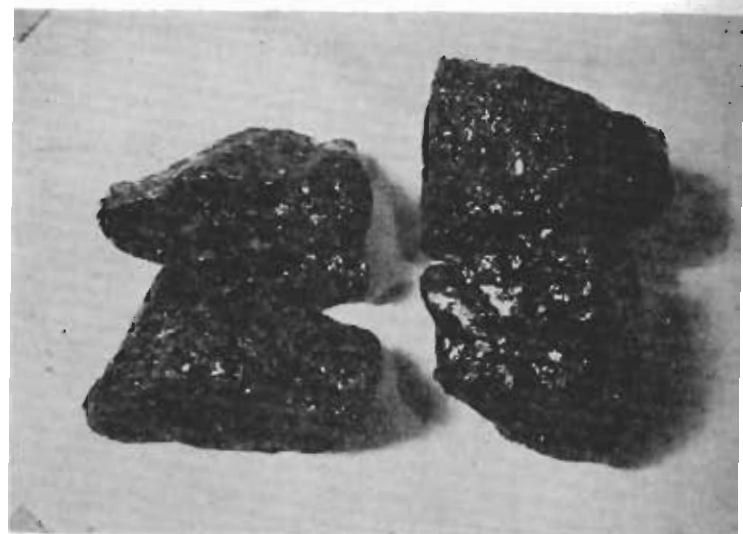
Fotografía I — Distintas partículas de escoria de alto horno que permiten apreciar lo heterogéneo de la textura superficial de las mismas.

a) ENSAYOS DE ADHERENCIA CON RESPECTO AL ASFALTO.

1. Ensayo práctico — Se procedió a recubrir partículas de escoria retenidas en el tamiz 3/4" con una película de asfalto diluido (RC) en un 3,2 % en peso y se las colocó en estufa a 60 °C durante 24 horas. Dado lo heterogéneo del material se eligieron partículas de diferente conformación superficial (al respecto cabe destacar que algunas presentan grandes oquedades con aspecto similar a un granulado volcánico, en tanto que otras de color más claro son de textura superficial

más cerrada), posteriormente se las sumergió en agua a 60 °C otras 24 horas, notándose que al cabo de ese intervalo el asfalto recubre la superficie aunque con tendencia a concentrarse como manchas aisladas, siendo además visible una íntima penetración en los poros superficiales (absorción), lo que contribuye a la adherencia.

Como cotejo se hizo el mismo proceso con el agregado granítico y en este caso se nota de inmediato, después de la inmersión, una disposición del betún en forma de gotitas separadas sobre la superficie de las partículas, desplazadas por el agua (Fotografías I y II).



Fotografía II — Agregado granítico (izquierda) y escoria (derecha) luego de sometidos al ensayo práctico de adherencia.

II. Ensayo de laboratorio — Se moldearon cuatro probetas de concreto asfáltico de 6 cm de diámetro por 10 cm de altura, utilizando la escoria como agregado friccional; se compactó a doble pistón en forma estática hasta llegar a 130 kg/cm² y a 135 °C de temperatura (la mezcla se colocó en dos capas y cada una se acomodó con 25 golpes de una varilla de 8 mm).

Proporciones:

Escoria (76,3 %) — Arena silícea (13,3 %)
"Filler" calc. (2,8 %) — Bitaleo (7,0 %)

Granulometría:

Tamiz: 3/8" N° 4 N° 10 N° 40 N° 80 N° 200
% que pasa: 100 52 29 24 6 4

Se obtuvo un P.E.A. de 2,11 kg/dm³ (baja compactación), dos probetas se curaron en estufa a 60 °C durante 24 horas y otras dos se sumergieron en agua a 63 °C también 24 horas. Luego de ello se ensayaron a la compresión inconfiada, obteniéndose estos valores medios:

Resist. _{comp.} (24 horas en agua a 60 °C)
= 1,80 kg/cm²

Resist. _{comp.} (24 horas en estufa a 60 °C)
= 2,12 kg/cm²

El 53 % de resistencia remanente a la compresión nos está indicando una buena aptitud del agregado escoria referida a su adherencia con el asfalto. Puede admitirse que el "filler" calcáreo haya contribuido a elevar ese % en alguna medida.

b) CALCULO DE LOS PESOS ESPECIFICOS (P.E.A. y P.E.A.S.)

Dada la elevada porosidad que presenta la escoria resulta necesaria la determinación de ambos valores; recordemos para ello que P.E.A. es "el peso de la unidad de volumen de un material, incluyendo en éste los poros comunicados y no comunicados con el exterior", en tanto que P.E.A.S. es "el peso unitario aparente, considerando para el volumen solamente los poros no vinculados exteriormente". La diferenciación entre ellos está subordinada a la penetrabilidad del fluido que se utilice para la determinación, variando según sea éste y las condiciones en que se considere el mismo.

En nuestro caso se empleó el agua como fluido de saturación de vacíos externos para el cálculo de los P.E.A., pero para los P.E.

A. S. (saturados) se ensayó con queroseno siendo la penetración de éste en el agregado el que determina las diferencias.

Para el ensayo se separó la escoria en tres tamaños:

- 1° Pasa T. 3/4" y retenido en T. N° 4.
- 2° Pasa T. N° 4 y retenido en T. N° 10.
- 3° La fracción que pasa el T. N° 10.

I) P.E.A.S. — Para la fracción retenida en T. N° 4 se empleó para la determinación una bureta graduada de un litro y para las otras dos fracciones el voluménmetro de Le Chatelier, siempre con queroseno.

Los agregados se secaron a 115 °C a peso constante y se ensayaron a temperatura ambiente.

Fracción gruesa — P.E.A.S. = 2,45 kg/dm³
" media — " = 2,61 "
" fina — " = 2,81 "

Para la fracción que pasa el Tamiz N° 200 se obtuvo un P.E.A.S. de 2,86.

II) P.E.A. — Se utilizaron solamente dos fracciones, la retenida en el T. N° 4 y la que pasa el T. N° 10. Previa a la determinación se sumergió el agregado en agua solamente durante una hora para saturación del mismo.

Para la fracción gruesa la condición de superficie seca se obtuvo secando las partículas con un género algo humedecido, luego se la colocó en la bureta graduada de un litro conteniendo agua, determinando el nivel y peso iniciales y finales, para verificar por último el peso seco.

Este método ofrece la dificultad de poder precisar relativamente cuándo está seca la superficie debido a las oquedades e intersticios que presenta la escoria y de allí lo limitado de su cálculo.

Para la fracción fina se determinó la condición de saturada y superficie seca con el "Método del cono de arena" o sea que se fue secando el material hasta que éste se desmora al quitar el molde, por la falta de la cohesión capilar que le confería el agua superficial.

Fracción gruesa — P.E.A. = 2,23 kg/dm³
" fina — " = 2,28 "

Para la fracción intermedia (entre tamices números 4 y 10) se interpoló un valor de 2,26 kg/dm³.

Los valores decrecientes de los P.E.A.S. en relación al mayor tamaño de las partículas debe atribuirse a que en los materiales porosos como la escoria el predominio de los va-

cios internos sobre los comunicados se acentúa a medida que se reduce la superficie específica y ésta a su vez es función inversa del tamaño del agregado; en cambio, el conjunto de vacíos totales de la partícula no es influenciado tanto por su tamaño, como lo indican los P.E.A. obtenidos para los diferentes diámetros.

c) CALOR ESPECIFICO MEDIO DE LA ESCORIA DE ALTOS HORNOS

Tiene por objeto ver, en un cotejo con el agregado granítico, el consumo de calorías que demandará su calentamiento para la elaboración de mezclas asfálticas.

Se empleó para la determinación un recipiente elemental de paredes adiabáticas, dentro del cual se colocó una determinada masa de agua a temperatura ambiente. Se calentó el agregado a 170 °C en estufa y cuando se consideró uniforme esa temperatura se lo volvió dentro del recipiente con agua; luego de agitar durante 10 segundos se lo tapó y dejó reposar durante 5 minutos.

Posteriormente se agita durante 5 segundos más para uniformar la temperatura, que luego se determina en el agua. El ensayo se reduce pues al empleo de un simple calorímetro de mezclas, siendo la graduación del agregado empleado la siguiente:

3/4" — 3/8": 300 g — 3/8" — N° 4: 200 g —
N° 40 — N° 80: 200 g — P.T. N° 200: 100 g

El calor específico medio del agregado se calculó así:

$$C_{exp. m.} (Cal./kg °C) = \frac{\text{Masa agua} \times (\text{Temp. F.} - \text{Temp. I.})}{\text{Masa agreg.} \times (\text{Temp. I.} - \text{Temp. F.}) \text{ agreg.}} \times 1 \text{ Cal./kg °C}$$

Se supone que el calor específico medio del agua es de 1 Cal./kg °C (Cuadro 1).

Hemos así definido un calor específico medio entre dos temperaturas que se pueden considerar como extremos en el proceso térmico que sufre el agregado en una usina asfáltica.

Lo precario del dispositivo utilizado hace que entre otros factores no se hayan considerado:

1. El calor que absorberá el recipiente pese a lo reducido de su masa.
2. El calor que se pierde durante la agitación.
3. El calor que se pierde al volcar el agregado dentro del recipiente.

De todos modos lo que se pretende es la comparación de ambos inertes y de ella se desprende que el calor específico respectivo es muy similar; por otra parte debe admitirse que la porosidad de las escorias ofrecerá una mayor resistencia a la transmisión del calor, ya que el aire alveolar que encierran es un elemento aislador, pero, recíprocamente, retardará el enfriamiento de la partícula e indirectamente de la mezcla.

Si consideramos el menor peso específico aparente de la escoria tal como debe considerarse en una mezcla asfáltica, podemos concluir que para un mismo volumen de ésta e igual proporción de agregados, el consumo de calorías será inferior en un 15 % con respecto a la piedra granítica (Olavarría).

Por último cabe reconocer que esa misma porosidad da lugar a que la escoria contenga un mayor porcentaje de humedad higroscópica, lo que demandará un consumo adicional de calorías para su calentamiento y vaporización.

d) DETERMINACIÓN DEL ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA

Se empleó para su cálculo un ensayo triaxial en camisa rígida, o sea que la probeta moldeada dentro del molde cilíndrico dividido a lo largo de dos generatrices opuestas, es sometida luego a la compresión confinada sin retirarla del mismo y manteniendo una presión lateral constante por medio de un aro elástico regnable que la rodea.

Este proceso resulta sumamente adecuado para el caso que nos ocupa, ya que se moldearon probetas de agregado sin ningún cohesivo

C U A D R O 1

Agregado	Agua (kg)	Agregado (kg)	Temp. F. Agua (°C)	Temp. I. Agreg. (°C)	Temp. F. (°C)	C _{exp. medio} Cal./kg °C
ESCORIA	0,721	0,794	21	170	49,5	0,217
GRANITO	0,779	0,795	21	170	48,0	0,215

(excepto agua), lo que tornaría sumamente dificultoso el retiro de la probeta de su molde sin afectarla, en razón de ser su cohesión sumamente reducida. Además, los ensayos comparativos realizados con el triaxial convencional de Texas arrojaron resultados muy similares para el caso de mezclas granulares.

Se moldearon, además, probetas similares con piedra granítica y canto rodado, adoptándose una misma granulometría para todos los inertes:

Tamiz: 3/8" N° 4 N° 10 N° 40 N° 80 N° 200

Que pasa: 100 75 50 25 11 4

Las probetas de 6 cm de diámetro y 10 cm de altura se moldearon en forma estática a doble pistón y con una carga final equivalente a 100 kg/cm². En cuanto a la humedad a incorporar, por tratarse de un inerte, no resulta de importancia, por lo que se limitó a la necesaria para que la mezcla resulte amasable; en esas condiciones la cohesión aportada por el agua permite el correcto moldeado de las probetas.

Las Figuras 1, 2 y 3 grafican los diagramas tensiones normales versus deformaciones para distintas presiones laterales aplicadas, obtenidos en base a probetas confeccionadas con los tres agregados citados, con el fin de precisar los valores de falla y los correspondientes círculos de rotura de Mohr con su respectiva envolvente. La velocidad de aplicación de la carga fue de 2 mm por minuto en el ascenso del plato de la máquina.

Como verificación de lo anterior se ensayaron probetas moldeadas con escoria de altos hornos, pero con una granulometría más abierta, cuyos resultados se indican en la Figura 4.

Los P. U. V. S. obtenidos para las probetas iniciales con escoria, piedra granítica y canto rodado, fueron respectivamente de 1,89, 2,03 y 2,05 kg/dm³.

De todo lo expuesto se infiere que las escorias poseen un elevado ángulo de fricción interna, que supera los 50° sexagesimales.

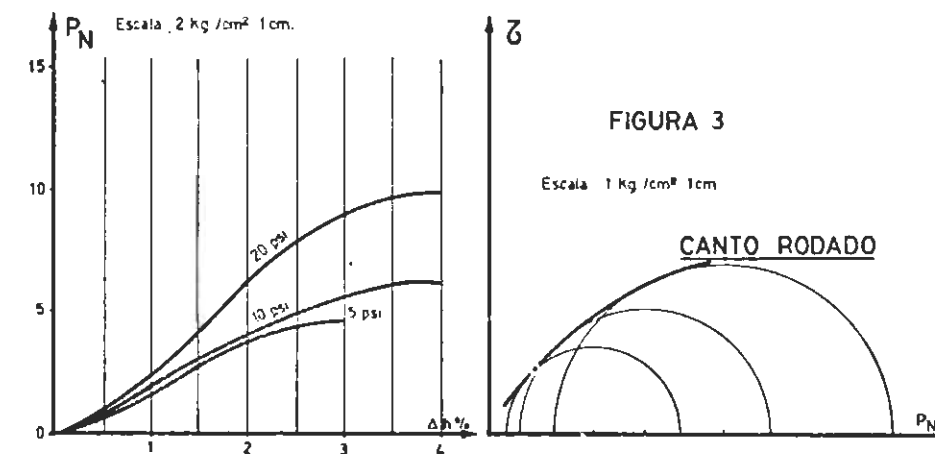
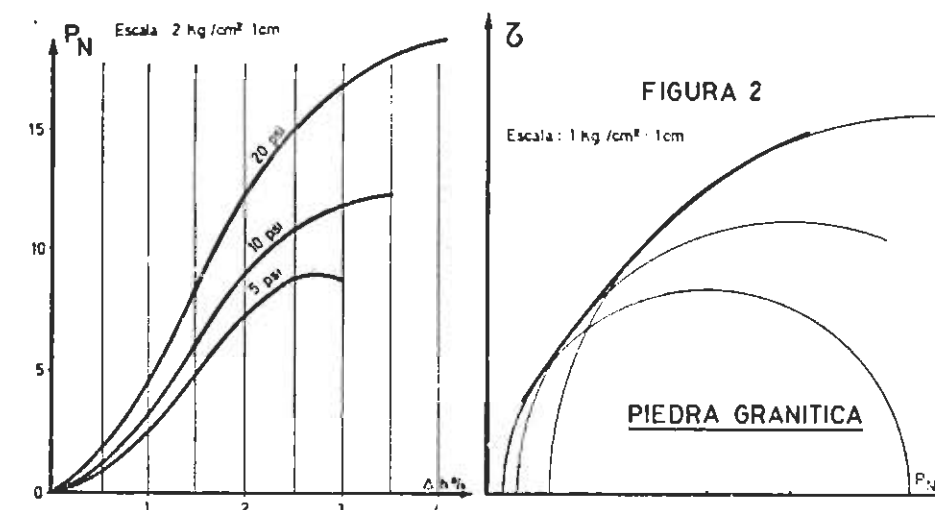
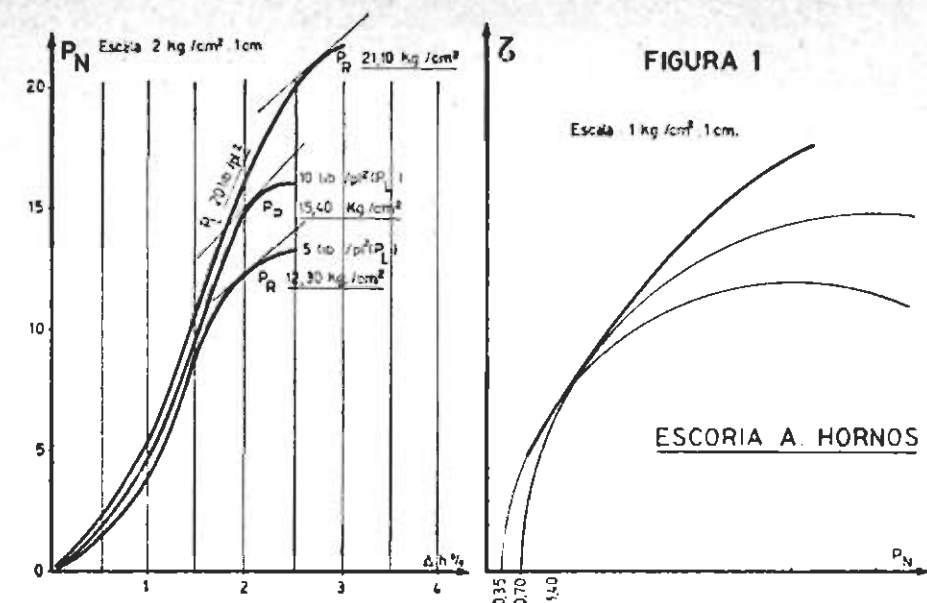
En un sistema granular como el ensayado, prácticamente la única resistencia aportada ha sido, en este caso, la friccional, que será función de la carga normal aplicada en el plano de corte. En este caso Coulomb define esa resistencia al corte por la expresión: $R_c = \sigma \cdot \tan \phi$, donde σ es la presión normal y la tangente de ϕ equivale a un coeficiente de fricción, expresándose como la tangente de un hipotético ángulo de fricción interna que como máximo puede llegar a la unidad ($\phi = 45^\circ$).

Pero dentro de un sistema granular podemos delimitar dos estados de compactación: uno primero, más suelto, correspondería al "arreglo cúbico", donde las partículas están solamente apoyadas una sobre otra, pudiendo deslizarse entre sí y allí estamos ubicados dentro del concepto puro de "resistencia friccional", que implica considerar superficies planas (Figura 6) y un segundo estado de mayor compactación, que correspondería al llamado "arreglo tetraédrico" entre las partículas, o sea que están trabadas entre sí y esa trabazón impide el deslizamiento de una partícula sobre otra, apartándonos del caso netamente friccional. En este segundo estado y para que se origine la falla por corte, la estructura debe forzosamente abrirse para permitir el deslizamiento de las partículas ("dilatancia") y ello se refleja en el ensayo triaxial, donde trazando la envolvente de los círculos de Mohr se observa que para las mayores cargas normales el valor del ángulo ϕ se reduce debido a que parte de esa resistencia tangencial se absorbe en abrir la estructura (ver Figura 6).

El límite entre los dos estados vistos ha sido definido por Casagrande como "Densidad crítica" y todo sistema compactado por encima de este límite crea una estructura trabada ("interlocking"); la conformación exterior de las partículas contribuye a su vez al incremento o no de ese estado, ya que las que poseen aristas vivas (trituration) tienen mayor trabazón que las de aristas pulidas (naturales).

En nuestro caso, para la escoria se obtuvo un ángulo de fricción interna de alrededor de 54° contra un valor de 49° (sexagesimales) para la piedra partida; este incremento del coeficiente friccional por encima de la unidad, nos está indicando que estamos por sobre la densidad "crítica" y apartándonos del concepto friccional ortodoxo, lo que sucede en general en las mezclas granulares compactadas.

Además la escoria presenta en su superficie grandes oquedades (algunas de diámetro mayor de 3 mm), lo que da lugar a que partículas más pequeñas se acunien en su interior incrementando artificialmente su rugosidad. Otro elemento a considerar es que la escoria posee una cubricidad superior a la piedra granítica ensayada, lo que puede favorecer una mayor densificación de la estructura, creando una superior trabazón que luego se refleja en el ensayo triaxial. Por último se observa que las probetas moldeadas con escoria presentan un módulo de deformación



secante en la rotura muy superior al de las otras probetas con los restantes agregados: 300 kg/cm² para una presión lateral de 1,4 kg/cm², equivalente a 20 libras/pulg²; en este caso, y puesto que se trata de un módulo secante, lo hemos obtenido descontando directamente de la presión axial de rotura el valor de la presión lateral correspondiente (diferencia entre las tensiones principales) y dividiendo por el acortamiento vertical.

f) DESGASTE DEL AGREGADO

En un sistema cohesivo-granular, como es una mezcla asfáltica, la exigencia de dureza del agregado puede ser limitada en base a que el sistema "filler"-betún actúa como amortiguador interparticular (puede admitirse hasta un desgaste del 50 % en el Ensayo de Los Angeles). No obstante ello se considera que todo agregado está expuesto, en mayor o menor medida, a sufrir una degradación durante el proceso de elaboración y compactación de una mezcla asfáltica, y posteriormente en servicio.

En el caso de la escoria de altos hornos se comprueba a simple vista que durante el proceso de calentamiento y mezclado en "seco" sufre cierto desgaste y pulverización superficial; a su vez la elevada porosidad del material, al mismo tiempo que debilita la sección de las partículas, da lugar a que durante el calentamiento, los gases contenidos en sus poros internos eleven considerablemente su presión, lo que puede provocar fisuras y aún verdaderos estallidos de aquéllas, desintegrándolas (este efecto bajo la llama del quemador puede llegar a acentuarse). A su vez durante el moldeo Marshall, que reproduce el efecto de tránsito anticipado para la compactación, se puede prolongar más esa degradación; el moldeo de la probeta con un compactador giratorio nos daría un valor más real de todo ello.

Sobre dos probetas de concreto asfáltico moldeadas dinámicamente empleando escoria en las proporciones que se verán más adelante, con 6,5 y 7,0 % de bitarco, se procedió a

la extracción de este último por medio de un recuperador centrífugo, empleando como solvente el tetracloruro de carbono, determinándose finalmente la granulometría del agregado "limpio" (Cuadro 2).

Admitiendo que el porcentaje de arena sílicea no se haya afectado, de los valores expuestos surge que ha habido un incremento de las fracciones finas y que la que pasa el T. N° 200 se incrementó en un 1 %; no se tuvo en cuenta en este caso el fino que siempre arrastra el solvente y dado que era conocido el porcentaje de betún en cada caso, puede considerarse que aquel valor se incrementará medio punto más. Conviene agregar que los valores de durabilidad en sulfato de sodio y de abrasión "Los Angeles" informados por el Instituto del Cemento Portland cumplen en general las exigencias de las normas AASHO en lo referente a materiales para mezclas bituminosas.

e) ENSAYO DE ABSORCIÓN DE ASFALTO POR PARTE DEL AGREGADO

La elevada porosidad que presenta la escoria se traducirá en que una fracción del ligante adicionado a la mezcla se incorporará a aquél, tanto por absorción capilar como por adsorción fisicoquímica, en tanto que las presiones internas que se generarán durante la compactación y mientras el asfalto conserva una reducida viscosidad, pueden favorecer aquella penetración; el fenómeno en sí es complejo por la diversidad de factores que intervienen y aún puede prolongarse en el tiempo. Con el objeto de visualizar cualitativamente el proceso se recurrió al siguiente ensayo:

"En un recipiente metálico de aproximadamente dos litros de capacidad se coloca una cantidad determinada de asfalto (aproximadamente 700 cm³) y se pesa el conjunto (P₁); se requiere que el borde superior de aquél sea bien pulido y situado en un plano horizontal. Luego de ello se deja enfriar a la temperatura ambiente (12 horas) y tras ello se enrasa el recipiente con agua, lo que se consigue apoyando una placa plana; se pesa nue-

vamente el conjunto (P₂) y si al enrasar se ha derramado algo de agua sobre el platillo se determina posteriormente su peso y se descuenta".

"Se derrama el agua y luego de secar adecuadamente el recipiente interiormente, se lo calienta en estufa o baño de arena hasta la temperatura en que se desee conocer la absorción por parte del agregado. Por otro lado se calienta el agregado hasta peso constante y a esa misma temperatura, volcándolo dentro del betún y removiendo durante 1 minuto (Figura 5); se deja enfriar otras doce horas como mínimo y se pesa el conjunto (P₃), tras lo cual se enrasa como antes con agua y se verifica el nuevo peso total P₄".

$$V \text{ (volumen virtual del agregado)} = \frac{(P_2 - P_1) - (P_4 - P_3)}{\rho_{\text{agua}}}$$

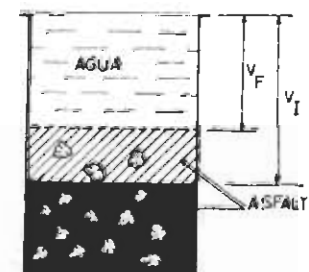
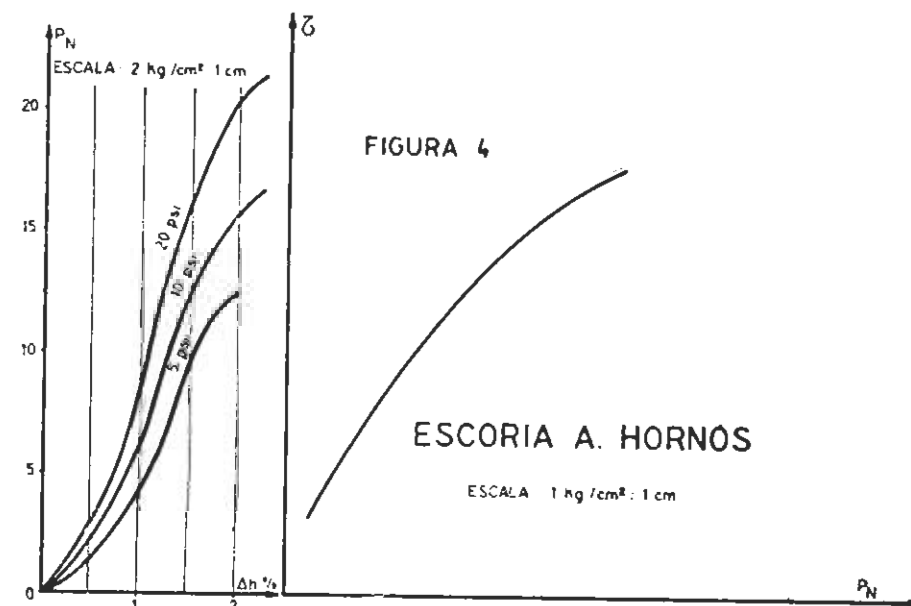


FIGURA 5

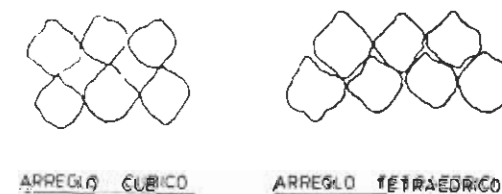


FIGURA 6

C U A D R O 2

	Tamiz	3/4"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200
Agregado original:	% q. pasa	100	86,1	68,9	51,7	25,2	10,5	5,5
Agregado recuperado:	% q. pasa	100	87,5	69,8	51,9	28,5	11,5	6,5

$$P \text{ (Peso del agregado)} = P_3 - P_1$$

$$P.E.A.S. \text{ (con betún)} = \frac{P.E.A. \text{ Virtual}}{P} = \frac{P}{V}$$

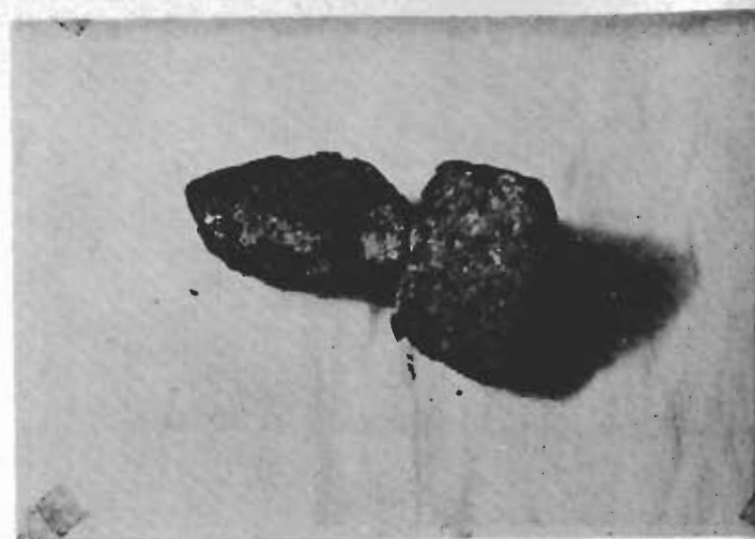
Se hicieron dos determinaciones con la escoria, utilizando una fracción gruesa:

$$1\frac{1}{2}" - 3/4": 29\%; \quad 3/4" - 3/8": 32\%;$$

$$3/8" - T. N° 4: 39\%$$

Cabe agregar que para la fracción entre 1 1/2" y 3/4" corresponde un P.E.A. de 2,16 kg/dm³ y un P.E.A.S. de 2,29 kg/dm³. Además para el conjunto de las fracciones y de acuerdo a las proporciones resulta un P.E.

Fotografía III — Partículas de escoria que muestran la diferente penetración del asfalto en sus poros: la de la izquierda a 180 °C y la de la derecha a 115 °C.



A. = 2,21 kg/dm³ y un P.E.A.S. = 2,40 kg/dm³.

El primer ensayo se hizo a una temperatura de 180 °C y arrojó un P.E.A. Virtual de 2,455 kg/dm³ y en el segundo caso a sólo 115 °C obtuvimos un valor de 2,28 kg/dm³.

Estos ensayos nos muestran que a 180 °C la viscosidad del asfalto empleado ha sido tan reducida que prácticamente penetró en los poros comunicados de la escoria más profundamente que el kerosene a temperatura ambiente, en tanto que a 115 °C se nota una notable reducción en la absorción del agregado poroso (Fotografía III).

La técnica empleada no pretende determinar la real penetrabilidad del betún en el proceso de mezclado, ya que las condiciones físicas y mecánicas difieren notablemente; por un lado tenemos una verdadera inmersión del agregado en el ligante, en tanto que en la realidad de planta aquel recibe en la mezcladora de la usina una lluvia de asfalto caliente en forma de abanico y el contacto posterior entre ambas fases es con el mismo en forma de película delgada. De todos modos nos ilustra en la marcada influencia de la temperatura en la absorción del asfalto (más o menos sensible según sea la variación de su viscosidad con los cambios de aquella), lo que ya ha sido comentado y tiene notable preponderancia en los agregados subnormales (suelos calcáreos).

A 180 °C los vacíos ocupados por el betún son un 10 % del volumen de la partícula en general y el porcentaje en peso del agregado es del 4,5 %, en tanto que a 115 °C se obtu-

vieron valores de 3,1 y 1,4 %, respectivamente (3).

Características del asfalto empleado:

Penetración a 25 °C = 96
P. de ablandamiento = 45,4
Peso específico = 1,025 kg/dm³
Ductibilidad a 25 °C = -150

Cabe, por último, reconocer lo relativo de toda esta determinación en sus valores absolutos, a causa de la gran heterogeneidad que presentan entre sí las partículas en lo que hace a su porosidad.

4. MEZCLAS ASFALTICAS TIPO CONCRETO

a) MEZCLAS ELABORADAS EN CALIENTE — Se realizaron tres tipos diferentes de ensayos:

- I. E. Marshall (50 golpes por lado).
- II. E. triaxial con deformación lateral mínima.
- III. E. triaxial con presión lateral constante.

1) ENSAYO MARSHALL

Se fijó una determinada granulometría y proporciones partiendo de un concreto asfáltico típico, con piedra y arena granítica, y que

(3) Partiendo las partículas de escoria es notable a simple vista la mayor penetración del bitumen a 180 °C en los poros (Fotografía III).

CUADRO 3

Tamiz	Piedra % q. pasa	Arena granítica % q. pasa	Arena silícea % q. pasa	"Filler" % q. pasa	Total Agregados % q. pasa
3/4"	100	100	100	100	100
3/8"	63	100	100	100	85
Nº 4	20	100	100	100	68
Nº 10	5	74	100	100	50
Nº 40	2	26	70	100	24
Nº 80	1	14	4,5	95	10
Nº 200	0	5	0	85	5

se tomó como punto de referencia para el nuevo agregado (Cuadro 3).

Pedregullo: 38 %
Arena silícea: 12 %
Arena granítica: 42 %
"Filler" calcáreo: 3 %
Bitálico: 5 %

Como era una mezcla ya conocida en obra se trabajó directamente con el 5 % de bitálico. Como variante se determinó además la estabilidad remanente o sea luego de permanecer la probeta en agua a 60 °C durante 24 horas y, por otra parte, se substituyó el "filler" calcáreo por igual peso de la fracción que pasa el T. Nº 200 del agregado de trituración correspondiente.

Para el cotejo con la escoria de altos hornos, se substituyó la parte correspondiente a piedra y arena granítica por aquella.

Al hacer esta sustitución y poder mantener el cotejo con la mezcla elaborada con el agregado tomado como referencia, se debe tener en cuenta la porosidad del inerte y puesto que lo que interesa es el volumen externo de cada partícula en relación a su comportamiento dentro de aquella, se consideraron los P. E. A. para la escoria.

Además, y de acuerdo al Asphalt Institute, dada la diferencia de los pesos específicos entre ambos agregados, se ajustarán la granulometría y proporciones en peso a los porcentajes equivalentes que corresponden en volumen; ante todo y partiendo de la granulometría del conjunto piedra y arena granítica en peso, para pasar a la equivalente en volumen para la escoria, debemos considerar que en ésta varía el P. E. A. según el tamaño de la fracción que se considere, pero como esa diferencia es muy reducida (2,23 a 2,28 kg/dm³) se mantendrá para ésta la misma granulometría en peso que teníamos para el conjunto granítico.

Pero lo que sí se va a modificar es la proporción de la escoria con respecto a los restantes agregados (arena silícea y "filler"); el P. E. A. de aquella, atendiendo los parciales de cada fracción, es de 2,26 kg/dm³, el del agregado granítico, de 2,67 kg/dm³ y el del conjunto arena silícea y "filler" de 2,63 kg/dm³.

Como ya se dijo anteriormente, al substituir la piedra y arena granítica por el nuevo agregado de trituración, debemos mantener con respecto al resto de ellos (arena natural y "filler") la misma relación en volumen:

Volumen agregado granítico

Vol. arena sil. y "filler"

Volumen escoria

$$= \frac{\text{Vol. ar. sil. y "filler"}}{\text{Vol. ar. sil. y "filler"}} = \text{Cte (I)}$$

Referido a 100 % de agregados para el caso anterior, teníamos:

Arena silícea y "filler": 15,8 % — Piedra y arena granítica: 84,2 %

Reemplazando en (I):

$$\frac{84,2 \% \cdot P_1}{2,67} = \frac{X \cdot P_1}{2,26}$$

$$\frac{15,8 \% \cdot P_1}{2,66} = \frac{(100-X) \cdot P_1}{2,66}$$

donde "P₁": Peso total de agregados con piedra y arena granítica.

"P₁'": Peso total de agregados con escoria.

"X": Proporción de escoria en peso. De allí deducimos que:

$$\frac{84,2 \times 2,26}{15,8 \times 2,67} = A = \frac{X}{100-X}$$

de donde $X = 81,9\%$; $100 - X = 18,1\%$ (arena silícea y "filler").

La nueva granulometría resultante en peso será, pues:

Tamiz: 3/4" 3/8" N° 4 N° 10 N° 40 N° 80 N° 200
% que pasa: 100 86 60 32 25 10,5 3,5

En el Cuadro 4 se resumen los valores obtenidos con las distintas variantes.

Si bien no es correcto relacionar dos magnitudes expresadas en diferentes sistemas de unidades, ello se hizo atendiendo a que es la forma más rápida de apreciar la relación "Estabilidad : Fluencia", de acuerdo a como se expresa cada una más comúnmente en nuestro medio (para expresarla en libras sobre 0,01" se deben multiplicar los diferentes valores por 2,2).

Entrando al análisis de los resultados obtenidos, se comenzará por el aspecto referente a la distinta porosidad de los agregados; ello interesa en lo que hace a la escoria, ya que se puede considerar que los vacíos del granito considerado son muy reducidos.

Si tenemos un conjunto de partículas dentro de un sistema granular, podemos distinguir tres tipos de poros (vacíos):

- 1—El poro interno de la partícula que no se comunica con el exterior.
- 2—El poro externo de la partícula o sea conectado con su superficie.
- 3—El vacío interparticular o sea el espacio libre entre partículas.

En tanto que los dos primeros son inalterables como parte integrante de cada partícula, el espacio interparticular sí puede modificarse ya graduando el agregado, ya por mayor energía de compactación aplicada, etc.

Por otra parte el poro externo (2) al estar en comunicación con el exterior, está expuesto a la penetración del fluido cohesivo que se incorpore al sistema, mientras que el poro interno (1) es un volumen aislado que contribuirá a debilitar al agregado en sí al reducir su sección útil. (Figura 7).

Así pues, si al mismo sistema granular lo consideramos como parte integrante de una mezcla asfáltica en caliente, tendremos que parte del ligante va a ser absorbido por los poros externos "2", no cumpliendo esa fracción su función cohesiva. Los vacíos, pues, que interesan para el comportamiento mecánico de la mezcla son los interparticulares, que serán regidos por la compactación, en tanto que los propios de la partícula no intervienen en aquella función; ésta es la razón por la

CUADRO 4

Agregado de trituración	Material de recebo	Bitúleo %	Temp. de molde °C	P. E. A. kg/dm³	Estabil. kg	Fluencia 0,01"	Fl. Est.
Granítico	"filler" calcáreo	5,0	139	2,368	761	12,2	63
"	"	"	141	2,381	759 (*)	12,0	63
"	fino granítico	"	147	2,376	776	11,8	65
"	"	"	139	2,361	647 (*)	13,5	47
Escoria	"filler" calcáreo	6,0	145	2,173	1.270	13,0	97
"	"	"	138	2,194	986 (*)	13,5	73
"	fino escoria	"	142	2,155	1.369	13,0	105
"	"	"	138	2,152	876 (*)	13,0	67
"	"filler" calcáreo	6,5	137	2,216	1.390	13,0	106
"	"	"	141	2,218	1.054 (*)	12,5	84
"	fino escoria	"	142	2,198	1.224	12,4	98
"	"	"	138	2,201	954 (*)	12,0	79
"	"filler" calcáreo	7,0	145	2,219	1.286	13,0	98
"	"	8,0	146	2,202	1.162	13,5	86

(*) Los valores obtenidos luego de sumergidas las probetas en agua a 60 °C durante 24 horas (estabilidad remanente).

Las probetas con 8 % de betún denotaban cierto exceso del mismo.

cual al hablar de pesos específicos en dosificación de inertes nos referimos a los calculados en la condición de saturados y superficie seca.

Si se considera ahora una partícula dentro de la mezcla bituminosa, podemos definir para ella tres pesos específicos distintos (Figura 8); si se toma como volumen de cada partícula el que es impermeable al líquido en que se sumerge (agua, kerosene) durante 24 horas, tendremos un P. E. A. S., si, en cambio, el volumen considerado es el que es impenetrable al betún en las condiciones de mezclado, resultará un P. E. A. Virtual que, en general, debe admitirse será inferior al anterior por la menor penetrabilidad del ligante en condiciones normales.

Finalmente, si se tiene en cuenta el volumen externo de la partícula o sea incluidos los poros comunicados de ella, tendremos el P. E. Aparente, y que viene a ser el volumen o espacio que desplaza la partícula en la condición de saturado y superficie seca.

De los tres volúmenes considerados (y P. E. A. respectivos) es este último volumen externo el que forma el esqueleto granular de la mezcla y que debe ser tenido en cuenta al calcular los distintos vacíos de la mezcla en sí (V. M. A., % de vacíos y % de vacíos ocupados por betún). A su vez, dentro de los vacíos de aire en el espacio interparticular (sistema aire-betún) debemos distinguir entre vacíos ocultos (burbujas de aire dentro del ligante) y vacíos en conexión con el exterior; la diferenciación cuantitativa entre ambos se puede realizar por el método de Rice (aparato de Washington). Hecha esta diferenciación veremos de calcular para la escoria los distintos vacíos de la mezcla que integra; para ello y como ya teníamos definidos los valores de los P. E. A. y P. E. A. S. para las diferentes

fracciones, en base a ello nos ubicaremos en los casos extremos o sea suponer que los poros externos de cada partícula (comunicados) están totalmente ocupados o bien por asfalto o bien por aire exclusivamente. Para el cálculo vamos a partir de la densidad que se obtuvo en la probeta con el 7 % de bitúleo o sea un P. E. A. = 2,219 kg/dm³.

$$\begin{aligned} \text{P.E.A.S.} & \left\{ \begin{aligned} 3/4" - \text{T. N° 4} & (35\%) = 2,45 \text{ kg/dm}^3 \\ \text{T. N° 4} - \text{T. N° 10} & (21\%) = 2,61 \text{ kg/dm}^3 \\ \text{Pasa T. N° 10} & (44\%) = 2,81 \text{ kg/dm}^3 \end{aligned} \right. \\ \text{Escoria} & \end{aligned}$$

$$\text{P.E.A.S.}_{\text{conjunto}} = 2,63 \text{ kg/dm}^3$$

Vimos que para el conjunto, el P.E.A. escoria = 2,26 kg/dm³.

$$\text{P.E.A. (arena silícea)} = 2,64 \text{ kg/dm}^3$$

$$\text{P.E.A. ("filler" calc.)} = 2,74 \text{ kg/dm}^3$$

Para el bitúleo teníamos un P.E. = 1,01 kg/dm³.

El Cuadro 5 resume los valores calculados en las dos posiciones extremas ya fijadas.

El valor de 6,1 % en el caso I deriva de suponer que todos los vacíos comunicados de la escoria fueron llenados con betún y el elevado porcentaje de los V.M.A. se debe a que hemos incluido a aquellos vacíos intraparticulares como parte activa dentro del comportamiento de la mezcla, lo que no corresponde desde que no regulan para nada a éste.

En el otro caso límite y que corresponde a considerar el agregado como totalmente impermeable al ligante asfáltico, ello se traduce en el hecho absurdo de tener un % de vacíos negativo, lo que nos está diciendo que en ese caso habría un excedente de betún y no sería



FIGURA 7

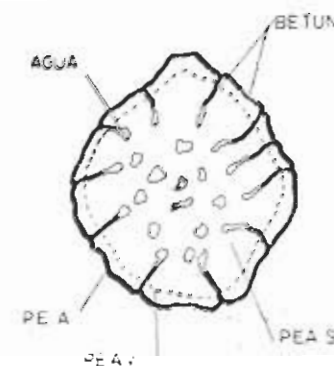


FIGURA 8

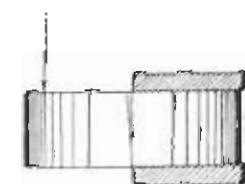


FIGURA 9

	P. E. R. M. kg/dm ³	Vacíos %	P. E. A. Agr. kg/dm ³	P. E. R. Agr. kg/dm ³	V. M. A. %	VAC. c/dm ³ %
P. E. A. S. = 2.63	2.361	6.1	2.064	2.634	21.6	71.7
P. E. A. = 2.26	2.128	-4.2	2.064	2.325	11.2	100.0

posible alcanzar la densidad de 2.219 en la mezcla compactada. Lo que resulta interesante destacar es el valor reducido de los vacíos del agregado mineral (V.M.A.) y que es el que corresponde considerar estructuralmente, lo que nos habla de una estructura en demasía cerrada (4).

Analizados los dos casos extremos, restaría ubicar el correspondiente valor intermedio que coincida con la realidad, o sea poder precisar el peso específico aparente saturado con betún para la escoria en las condiciones de la mezcla (P.E.A.V.). Esto puede resolverse prácticamente determinando los vacíos interparticulares mediante el aparato de Washington, ya que se supone que sólo esos vacíos serán sensibles a las presiones que se aplican en el ensayo.

Como tentativa teórica y en base a que la mezcla con el 7 % de bitarco se presenta como la más adecuadamente dosada, vamos a suponer que posea un 3 % de vacíos y mediante el cálculo inverso veremos de determinar un (P.E.A.V.) para la escoria de altos hornos:

$$\begin{aligned}
 & \text{P.E.R.M.} = 2.219 \\
 & 0.03 = \frac{2.219}{\text{P.E.R.M.}} - 1; \text{ de donde} \\
 & \text{P.E.R.M.} = \frac{2.219}{0.03 + 1} = 2.285 \text{ kg/dm}^3 \\
 & \text{P.E.A.V.} = \frac{2.285 \text{ kg/dm}^3}{1.00} = \frac{76.2}{13.5} + \frac{3.3}{2.74} + \frac{7.0}{1.01} = 2.50 \text{ kg/dm}^3
 \end{aligned}$$

(4) La imprecisión en el secado superficial del agregado en las cuerdas externas al calcular el P.E.A., puede haber incidido en el bajo valor obtenido.

Veremos, en base a este valor hipotético, cuál es el porcentaje de asfalto que ha sido absorbido por el agregado considerado:

1) Vacíos ocupados por betún:

$$\frac{2.50 - 2.26}{2.50} = 9.6 \% \text{ (del volumen del agreg.)}$$

2) Vacíos comunicados (totales):

$$\frac{2.63 - 2.26}{2.63} = 14.1 \% \text{ (del volumen del agreg.)}$$

De ello se deduce que:

130 cm³ de escoria absorben 9.6 cm³ de asfalto
o 226 g de escoria absorben 9.7 g. de asfalto

$$\begin{aligned}
 & \% \text{ de asfalto absorbido en peso} = \frac{9.7}{2.26} = 4.3 \%
 \end{aligned}$$

Dado que la proporción de escoria es del 76.2 %, el porcentaje de asfalto que ha penetrado en el agregado referido a la mezcla total será:

$$\frac{4.3 \times 76.2 \%}{100} = 3.3 \%$$

Y del 7.0 % queda como ligante efectivo un 3.7 % de bitarco, que combinándose con la fracción fina de la mezcla, aportará cohesivamente por un lado. Para completar lo expuesto, si se sigue el criterio del Instituto del Asfalto norteamericano y se descuenta del peso total de la mezcla el betún absorbido por la escoria (perdido), se tendrá:

$$\begin{aligned}
 & \% \text{ Asfalto efectivo}_{\text{correg.}} = 3.8 \text{ kg/dm}^3 \\
 & \text{P.E.A. (mezcla)}_{\text{correg.}} = 2.416 \text{ kg/dm}^3 \\
 & \text{El \% de vacíos llenos con betún sería de } 73.2 \%
 \end{aligned}$$

Los valores de los P.E.A. para porcentajes crecientes de asfalto nos muestran cierta "insensibilidad" de la mezcla a alterar su compactabilidad, no obstante ello ya se aprecia del Cuadro 1 que con el 8 % de ligante nos hallamos en la rama descendente de la curva que vincula ambos parámetros; si para este otro caso suponemos un 2.5 % de vacíos, aplicando el mismo cálculo del caso anterior obtendríamos también un valor para la escoria de 2.50 kg/dm³ como P.E.A. Virtual y un porcentaje de 4.8 % como asfalto efectivo. Estaríamos en el límite inferior de vacíos, estado de saturación referido a la suma de ligante y aire oculto, que es la técnica de compactación empleada resulta imposible reducir, aun incrementando el porcentaje de ligante.

Intuida así, de ese modo, la distribución de asfalto y aire dentro de una mezcla asfáltica compactada y que contiene un agregado poroso como la escoria, pasaremos a analizar los distintos valores arrojados por el ensayo Marshall.

Las Estabilidades obtenidas en probetas moldeadas con escoria como agregado de trituración resultan en general sumamente elevadas, tanto en las que se empleó "filler" calcáreo como con el propio fino de aquella, y superan a las elaboradas con agregado granítico en un 65 % aproximadamente. Además, de los valores deducidos pareciera estar alrededor del 7.0 % el contenido óptimo de asfalto con relación al criterio Marshall.

En cuanto a los valores de Fluencia Marshall difieren poco de los obtenidos empleando el agregado granítico, lo que no condice a primera vista con la correspondencia que debería existir con el mayor ángulo de fricción interna. De cualquier modo la relación Estabilidad : Fluencia nos indica que estamos frente a una mezcla de considerable rigidez.

Si tenemos en cuenta los distintos factores que definen la estabilidad de una mezcla asfáltica, podemos distinguir:

1º) Una resistencia al corte independiente del esfuerzo normal y de la velocidad de deformación, pero función de la temperatura y que se denomina "inicial" o cohesiva.

2º) Una resistencia friccional proporcional al esfuerzo normal aplicado efectivo σ_N y función directa del ángulo de fricción interna ϕ .

3º) Una resistencia viscosa función de la temperatura y de la velocidad de deformación y que aparece cuando ya se van superando

las dos resistencias previas y la mezcla continúa deformándose.

R, (resistencia al corte)

$$R = C + \sigma_N \cdot \tan \phi + \eta \cdot \frac{\dot{\gamma}}{t}$$

" η " = viscosidad de masa

" $\dot{\gamma}$ " = deformación por corte

"t" = duración del esfuerzo

Definidos pues aquellos tres factores, se verá de determinar la incidencia de cada uno de ellos en la mayor estabilidad obtenida, tomando como referencia, siempre, el concreto en agregado granítico.

a) Resistencia inicial — Del estudio ya iniciado hemos visto que en la mezcla dosada con el 7.0 % de bitarco, la porosidad de la escoria redujo el mismo a un 2.7 % efectivo (siempre bajo la hipótesis de un 3 % de vacíos). Si se considera a su vez que hemos comprobado en los ensayos de recuperación de asfalto que el agregado sufre en el proceso de elaboración de la mezcla y posterior compactación una cierta degradación, que se traduce en especial en un incremento de las fracciones finas donde el porcentaje que pasa el T. N° 200 se incrementó como mínimo del 5.0 al 6.5 y de este total sabemos que el 3.3 % corresponde al "filler" calcáreo y el resto al fino natural del propio agregado (admitimos para este caso que el 100 % del "filler" pasó el T. N° 200); en base a todo ello tendremos una relación fino y betún en peso de:

$$\frac{6.5 \times 0.93}{3.7} = 1.63$$

o sea que habrá 1.63 partes de fino (P. T. número 200) por cada parte de asfalto efectivo.

En cuanto a la concentración crítica C, del "filler" es de 0.33 y para el pasa T. N° 200 de la escoria se halló un valor de 0.41 (bajo poder espesante), por lo que la concentración crítica del conjunto resulta de 0.37.

Además, el P.E.A.S. de ese fino será:

$$\begin{aligned}
 & \text{P.E.A.S.}_{\text{fin}} = \frac{100}{\frac{0.51}{2.74} + \frac{0.49}{2.86}} = \frac{100}{0.186} = 2.80 \text{ kg/dm}^3
 \end{aligned}$$

Fino en volumen: 0,37:

Fino en peso: $0,37 \times 2,83 \text{ kg/dm}^3 = 1,033$

Betún en volumen: 0,63:

Betún en peso: $0,63 \times 1,01 \text{ kg/dm}^3 = 0,636$

o sea que la concentración crítica en peso sería:

$$\frac{1,036}{0,636} = 1,62$$

Ello nos estaría diciendo que en nuestro caso estamos frente a una mezcla "sobrefillerizada" o al menos en el límite donde se resiente la flexibilidad de la misma. Este exceso de "filler" se traduce en una reducción de la película de asfalto que lo recubre (espesor) y en esas condiciones ciertos investigadores destacan la influencia que ejerce el fino mineral sobre los asfaltenos del betún, inmovilizándolos (adsorción); según Nijboer, ese asfalto ligado pierde, aun a temperaturas superiores a la ambiente, su carácter viscoso, siendo esa acción físico-química la determinante de un considerable incremento de la Resistencia Inicial.

Además ello explicaría la poca sensibilidad de la mezcla a variar su P.E.A. al modificarse el porcentaje de asfalto, ya que la excesiva "fillerización" ha reducido su compactabilidad, lo que se refleja en un pasaje suave de una a otra rama en la curva Densidad — % de asfalto. Además, por tratarse de una mezcla cerrada, la "sobrefillerización" no contribuirá a reducir los vacíos del agregado, ya que por encima de la C, el sistema "filler"-betún irá abriendo la estructura y a su vez recebandos los nuevos espacios que va creando.

b) Resistencia friccional — El superior ángulo de fricción interna hallado para la escoria con respecto al agregado granítico, es otro factor que contribuye al incremento de la estabilidad. Además, las notables oquedades que presentan ciertas partículas de escoria en su superficie permitirán el acunamiento en ellas de partículas menores, como ya se comentó; este efecto se verá acentuado en este caso por la presencia del ligante asfáltico que contribuye a la fijación de esas cuñas, dando al conjunto una pseudo-fricción adicional que aumentará la resistencia al deslizamiento en el plano de corte e incidiendo más en las mezclas altamente compactadas.

Lo comentado anteriormente sobre la falta de correspondencia entre el ángulo de fricción

interna y la fluencia Marshall, tal como lo estableciera Goetz, debe atribuirse en este caso al exceso de finos comentado, lo que unido a lo reducido de los vacíos del agregado tiende a reducir la trabazón interparticular, abriendo la estructura a favor de un incremento de la fluencia Marshall y una limitación del coeficiente friccional.

La presencia de un porcentaje de arena sílicea natural reduce además, de por sí, la componente friccional de la estructura granular y la incorporación del ligante asfáltico puede admitirse que cumple a su vez una función lubricante, reduciendo en diferente magnitud el ángulo de fricción interna de la mezcla (si se lo refiere a una mezcla de agregados libre de asfalto y similar densificación, puede estimarse en unos 3 grados esa disminución para concretos bien dosados).

c) Resistencia viscosa — La oposición a fluir de una mezcla asfáltica es muy superior a la que opone el betún aislado a causa de las interferencias de tipo hidrodinámico que crea el inerte que se le incorpora, por tanto la viscosidad de aquella ha sido llamada "viscosidad de masa", considerada en su conjunto. Así, pues, la dispersión de un "filler" en el betún alterará la relación "esfuerzo-deformaciones" a igualdad de condiciones y hasta una cierta proporción o relación en volumen entre ambos elementos se incrementará la resistencia viscosa del conjunto, pero sin alterar la naturaleza del mismo que sigue siendo viscosa. Por encima de cierto límite en la concentración en volumen del "filler" y que corresponde a la llamada "concentración crítica" C_c, se crea una cierta "viscosidad estructural" provocada por el contacto entre las partículas del inerte fino en el seno del asfalto.

En nuestro caso, y en base a las premisas vistas, nos hallaríamos en el umbral o por encima de esa concentración crítica de finos, lo que haría que este tercer término de la expresión de Coulomb en esas condiciones pueda llegar a no gravitar mayormente en caso de predominar la rigidez sobre el carácter viscoso a favor de un incremento de la "resistencia inicial bituminosa"; puede también predominar una "viscosidad de masa" sumamente elevada en caso de que el contenido de finos no alcance a darle rigidez al conjunto y en ese caso habrá una menor influencia del término cohesivo. En el caso de la mezcla que se analiza puede estimarse que predomina la rigidez, en razón de que los elevados valores obtenidos para la estabilidad

Marshall difícilmente puedan haberse alcanzado por el aporte de la resistencia "viscosa" en base al incremento del factor η^* , ya que el otro factor que define la misma, o sea "la velocidad de deformación por corte", es limitado en razón de ser la velocidad de aplicación de la carga en este ensayo relativamente reducida.

De todo lo expuesto puede concluirse:

1. La mezcla de agregados empleada, en apariencia correctamente graduada, resulta en demasía cerrada debido en parte a un exceso en esa graduación granulométrica, en parte a la cubicidad aceptable del agregado que favorece su compactabilidad e incrementada ésta en especial por la incorporación de agregado natural.
2. Se presenta, además, un exceso de finos (tamaño inferior a 75 μ) que le confiere a la mezcla cierta rigidez, lo que influirá notablemente por tratarse de una estructura muy trabada ("interlocking"), ya que serán necesarios elevados esfuerzos tangenciales para abrirla (dilatancia) venciendo aquella resistencia cohesiva y permitir así el deslizamiento en los planos de corte; todo ello se reflejará en una elevada "resistencia inicial".
3. El aporte friccional en sí ha sido poco afectado por la interposición de un cierto excedente de finos.
4. El carácter viscoso de la mezcla puede estimarse sumamente ambiguo e identificado con la rigidez parcial de la misma.

Del cotejo realizado con la mezcla homóloga empleando agregado granítico, surgen las siguientes discrepancias:

- a) Debe modificarse la granulometría de la mezcla de agregados hacia una curva menos graduada, con tendencia a incrementar los V.M.A., que permitirá un mayor porcentaje de asfalto efectivo (mayor vida útil de la mezcla).
- b) Debe preverse la degradación del nuevo agregado en el proceso de elaboración y compactación de la mezcla y que se traduce especialmente en un incremento de la fracción fina (pasa T. N° 200).
- c) Debe preverse la excesiva porosidad del agregado a fin de poder definir el porcentaje de ligante efectivo.
- d) Debe incrementarse la proporción de arena natural con vistas a conferir, por un lado, mayor trabajabilidad a la mezcla y por otro, a reducir el excesivo aporte

friccional de la escoria con el objeto de obtener una mayor flexibilidad.

- e) En lo posible se debe trabajar con la mínima temperatura compatible con el secado del agregado y la calidad del mezclado, tratando de reducir de ese modo la absorción de betún por parte de las escorias.

En cuanto a la influencia por sustituir el "filler" calcáreo por igual peso de la fracción que pasa el T. N° 200 de la escoria, no se notan, en lo que se refiere a la estabilidad y fluencia normal, variaciones sensibles. Para los valores obtenidos luego de 24 horas en agua a 60 °C, en las probetas con "filler" calcáreo la estabilidad remanente se redujo a un 75 %, aproximadamente, de la estabilidad normal, en tanto que la fluencia no se modificó sensiblemente.

Para las probetas en que se utilizó el fino de la escoria como "fillerizante", en las que se incorporó sólo un 6 % de bitarco, se obtuvo una estabilidad remanente de sólo el 60 % con respecto a la convencional, lo que indica el menor aporte hidrófobo de aquél con respecto al "filler" calcáreo y acentuado en este caso por ser una mezcla pobre en asfalto.

La considerable reducción que en general se nota en las estabilidades remanentes nos estaría indicando que la estabilidad normal se basaba en cierta medida en la resistencia cohesiva ("inicial"), ya que es sobre ella que el agua puede ejercitar una acción notable al afectar el vínculo betún-agregado; sobre la resistencia friccional el efecto del agua puede estimarse muy limitado, lo que puede apreciarse en los valores remanentes obtenidos en las probetas con agregado granítico.

II. Ensayo Triaxial con deformación lateral mínima

Este ensayo se fundamenta en el concepto del estabilómetro de Hweem; ello significa que se va aplicando a la probeta confinada con una reducida presión lateral inicial de ajuste, una carga axial creciente y al alcanzar determinados valores se registra la presión lateral inducida (transmitida) al impedir la libre expansión lateral de la misma; en este caso no se llega por lo general a la falla de la probeta.

El instrumental utilizado en este caso consistió en dos camisas semicilíndricas entre las cuales se encerró la probeta y se fueron registrando las presiones laterales para ciertos valores preestablecidos de la presión normal

que se va aplicando a través de un aro elástico que mantiene las camisas rígidas aplicadas sobre la periferia de la probeta.

Las dimensiones de la probeta coinciden con las que corresponden al ensayo Marshall (10,16 cm de diámetro por 6,35 cm de altura) y en cuanto a las mezclas elaboradas con piedra granítica o escoria como agregado de trituración, conservan las mismas proporciones y granulometrías que en el ensayo anterior. En este caso el molde se hizo en forma estática a doble pistón y con una presión final de 125 kg/cm² (10,0 t) y la mezcla se colocó en dos capas, asentando cada una con 25 golpes de una varilla de 8 mm.

Además se ensayaron otras probetas moldeadas dinámicamente de acuerdo al método Marshall, ya que de ese modo se obtienen densidades superiores, lo que luego se reflejará en las estabilidades obtenidas. También en este caso se determinaron estabilidades remanentes o sea luego de sumergir las probetas en un baño de agua a 60 °C durante 24 horas y, por otro lado, se cambió el "filler" calcáreo comercial por igual peso del fino de cada agregado.

Se determinó una estabilidad:

$$"R" = \left(1 - \frac{P_L}{P_N}\right) \cdot 100$$

similar a la estabilométrica, verificándose

los valores de P_L cuando P_N llega a valores de 11,2 y 22,4 kg/cm² (160 y 320 psi, respectivamente).

P_L = Presión lateral registrada en el aro;
 P_N = Presión normal correspondiente.

Se mide además con un flexímetro, sobre el plato de carga, el acortamiento axial Δh en % al alcanzar esas cargas normales; con posterioridad al ensayo visto se determinó sobre la misma probeta la "resistencia a la tracción por flexión" $\sigma_{f.l.}$ para lo cual estando aquella empotrada a lo largo de un plano diametral normal, se la somete a un momento flector creciente hasta provocar su rotura (Figura 8).

Al fijar los valores de Δh se tuvo en cuenta la deflexión del aro que registra las cargas normales, la que se dedujo.

Tanto los valores de "R" como los de las tensiones de rotura a la flexión se hallaron luego de permanecer las probetas en agua a 60 °C durante 1 hora.

Del cuadro de valores se observa ante todo que mediante el moldeo estático se obtuvieron para el agregado granítico densidades aparentes que oscilan en el 95 % de las que resultaron con el dinámico, en tanto que en el caso de las probetas en que se empleó escoria como agregado friccional esa reducción alcanzó a ser sólo del 98 % (se limitó a 125 kg/cm² la carga estática final de moldeo por consi-

derar que, por encima de esa presión, el relativo acomodamiento de las partículas origina acentuadas presiones en los puntos de contacto, lo que puede afectar al agregado y en especial a la escoria que aparece como el más débil).

Ese mayor porcentaje en el P.E.A. obtenido para el agregado poroso nos indicaría que esa mezcla ofrece una mayor compactabilidad al proceso estático, pese a su aparente predominio friccional; ello debe atribuirse, por un lado, a la mayor cubilidad del agregado que permite un mejor acomodamiento entre las partículas y, por otro, al exceso de la fracción fina que en alguna medida regula la densificación, reduciendo la oposición del esqueleto a costa de una mayor consolidación de la misma.

Este ensayo se puede considerar cuasi-estático por la reducida velocidad de aplicación de la carga (1,25 mm por minuto), anulando prácticamente la incidencia de la viscosidad de masa e informando una resistencia al corte "reducida".

Las estabilidades "R" para cargas normales equivalentes a 11,2 y 22,4 kg/cm² en probetas moldeadas estáticamente nos muestran para la mezcla con escoria valores superiores en un 10 % a los obtenidos con el agregado granítico, siendo este cotejo algo relativo debido a la mayor densificación obtenida proporcionalmente con aquella.

En las estabilidades remanentes es evidente que el concreto con agregado granítico resulta poco sensible a la acción del agua, lo que nos habla de la mayor presencia de la resistencia friccional en él y a la que el ensayo en sí acentúa. Se puede explicar esa mayor afinidad al aporte friccional en razón del confinamiento excesivo a que está sometida la probeta, lo que limita la "dilatancia" de la estructura pétreo al ceder el medio cohesivo, haciendo que la trabazón sea mayor; además la expansión lateral es muy reducida y la probeta no llega a la rotura al no haber deslizamiento en los planos de corte.

A su vez el mayor aporte cohesivo de la mezcla con escoria se refleja en una reducción superior al 10 % en los valores de "R" remanentes con relación a los normales. La menor densificación de la mezcla moldeada estáticamente al incrementar los vacíos del agregado, permite un mejor acomodamiento de la dispersión "filler"-betón, la que al estar menos densificada es más susceptible a la acción del agua, afectando ello la resistencia inicial bituminosa.

En las probetas moldeadas dinámicamente se obtuvieron con la escoria estabilidades "R" superiores en un 5 % con relación al otro agregado; además se nota que la mayor compactación relativa que se logró en las probetas con agregado granítico se tradujo en un incremento del 10 % en los valores de "R" con respecto a las moldeadas en forma estática, provocado por la mayor trabazón del esqueleto granular.

En lo que se refiere a la deformación o acortamiento axial que sufren las probetas para los valores fijos de P_N no se notan diferencias mayores para ambos tipos de moldeo, por lo que cabe suponer que el menor acomodamiento de las partículas en el método estático se mantiene proporcionalmente a costa de una mayor presión lateral P_L transmitida por ser menor la trabazón. En cambio se observa que los acortamientos axiales "remanentes" para probetas moldeadas estáticamente se incrementaron para ambos agregados, lo que se explica por el debilitamiento del medio cohesivo que da lugar a que para una misma carga normal aplicada deba cerrarse más la estructura para poder oponer su resistencia friccional potencial.

Al variar el porcentaje de asfalto se nota en las probetas con escoria que la deformación Δh % se incrementa, lo que indica que al engrosar el espesor de la película de asfalto se ha resentido la rigidez del concreto.

En cuanto a las resistencias de tracción por flexión se tienen valores superiores en las probetas con escoria, tanto en las moldeadas estática o dinámicamente, siendo de destacar que en este último caso se obtienen tensiones que sobrepasan en un 10 % a las que resultan del moldeo estático, lo que habla del incremento del aporte cohesivo al reducir el espesor del ligante (película) por una mayor compactación de la fracción fina.

No se han considerado los distintos tipos de vacíos que resultan para las diferentes densidades obtenidas atendiendo a la considerable porosidad que presenta la escoria y a que no se determinó prácticamente el P.E.A. virtual de ésta en cada caso.

III) Ensayo Triaxial con presión lateral constante

En este caso se utilizaron molde y aparato similares a los empleados para los ensayos previos que se hicieron sobre el agregado solo, para la determinación de la envolvente de los círculos de Mohr.

C U A D R O 6

Agregado de trituración	Materia de relleno	Betón %	Temperatura moldeo °C	P. E. A. kg/dm ³	P _N = 11,2		P _N = 22,4		$\sigma_{f.l.}$ kg/cm ²
					"R" %	Δh %	"R" %	Δh %	
Granítico	"Filler" calc.	5,0	147	2,259	81	2,3	79	3,1	1,5
"	"	5,0	149	2,258	77	3,1	76	1,2	1,3
"	Fino granit.	5,0	152	2,259	80	2,6	82	3,3	1,8
"	"	5,0	152	2,248	81	3,2	80	4,2	1,4
" (*)	"Filler" calc.	5,0	137	2,384	89	2,8	90	3,2	2,4
Escoria	"Filler" calc.	6,5	154	2,145	80	2,2	91	2,7	2,1
"	"	6,5	151	2,132	81	2,5	81	3,2	1,7
"	Fino escoria	6,5	150	2,158	89	1,9	88	2,4	2,0
"	"	6,5	152	2,137	80	2,7	80	3,4	1,4
" (*)	"Filler" calc.	4,0	142	2,168	93	2,4	94	2,9	3,5
" (*)	"	6,5	139	2,194	96	2,7	96	3,0	4,2
" (*)	"	7,0	145	2,207	95	3,5	94	4,3	4,0

(*) Se refiere a probetas moldeadas dinámicamente según método Marshall. Los valores subrayados corresponden a estabilidades "Remanentes".

El molde se ejecutó en base a la probeta de 6 cm de diámetro por 10 cm de altura, con compactación estática a doble pistón y con una presión final de 130 kg/cm², previa colocación de la mezcla en el molde en dos capas, acomodando cada una con 25 golpes de una varilla de hierro.

Se confeccionaron probetas de concreto empleando como agregado piedra y arena granítica, canto rodado o escoria de altos hornos, tomando siempre como piloto la mezcla ejecutada con el agregado granítico y manteniendo las proporciones de los ensayos anteriores.

Se tomó como tamaño máximo a 3/8", atendiendo a las dimensiones de la probeta (Cuadro 7).

El porcentaje de asfalto se mantuvo en el 5 %.

En el concreto con escoria y por analogía con el caso anterior, se mantuvo la misma granulometría que corresponde al agregado granítico; se modificaron las proporciones atendiendo a los distintos pesos específicos aparentes:

Escoria: 81,4 % — Arena silícea: 14,5 %
"Filler" calcáreo: 3,6 %

Se incorporó el 7 % de bitálico referido a la mezcla total.

En el caso del canto rodado, en razón de la gran similitud de los P.E.A. con los del granito, se mantuvieron las proporciones y la granulometría de este agregado, resultando un 96,8 % de agregado natural y un 3,2 % de "filler" calcáreo.

Las probetas se ensayaron luego de permanecer en agua a 60°C una hora. Se obtuvieron los siguientes pesos específicos aparentes para las probetas con los distintos agregados:

P.E.A. escoria = 2,12 kg/dm³
P.E.A. granito = 2,21 "
P.E.A. canto rodado = 2,22 "

En las figuras 10, 11 y 12 se han trazado el Diagrama de Tensiones Normales — Deformaciones para probetas de concreto con los tres agregados y la envolvente de los círculos de rotura de Mohr para el caso de la escoria. De ello se desprende que el ángulo de fricción interna no difiere mayormente del que se obtenía con el agregado solo en cada caso, aunque el cotejo es relativo ya que se emplearon granulometrías distintas.

De cualquier modo la incorporación de un reducido porcentaje de arena natural y la del mismo ligante en algo han afectado la resistencia friccional, teniéndose ahora, por otra parte, un aporte cohesivo.

Estos ensayos triaxiales, al ser de condición estática, tienen un valor relativo en cuanto a conocer el posterior comportamiento en servicio del concreto en cuestión, ya que se deja de lado prácticamente el tercer término de la expresión de Coulomb (resistencia viscosa), aunque para el caso de una mezcla de cierta rigidez como la presente puede admitirse una mayor significación en estas estabilidades reducidas. Además, en estos ensayos actúan esfuerzos compresivos que tienden a reducir el volumen y disimular la expansión por dilatación; así tendremos que la relación esfuerzos normales-deformación es linealmente proporcional hasta cerca de la falla, en donde se inicia el deslizamiento entre las partículas en el plano de corte.

Comparando los módulos secantes de rotura obtenidos con la escoria para $P_L = 1,40 \text{ kg/cm}^2$ vemos que para el concreto estudiado se ha reducido a 500 kg/cm², lo que nos indicaría que la presencia del ligante y cierto % de agregado natural redujeron aquel módulo en un 40 % con relación a la mezcla con agregado exclusivamente, en tanto que para la piedra granítica la reducción del mismo módulo fue de 550 a 320 por igual causa o sea

C U A D R O 7

Tamiz	Piedra y arena graníticas (84,2 %) % que pasa	Arena silícea (12,6 %) % que pasa	"Filler" calcáreo (3,2 %) % que pasa	Mezcla % que pasa
3/8"	100	100	100	100
Nº 4	73	100	100	77
Nº 10	50	100	100	58
Nº 40	20	70	100	29
Nº 80	8	45	95	10
Nº 200	3	9,0	85	5

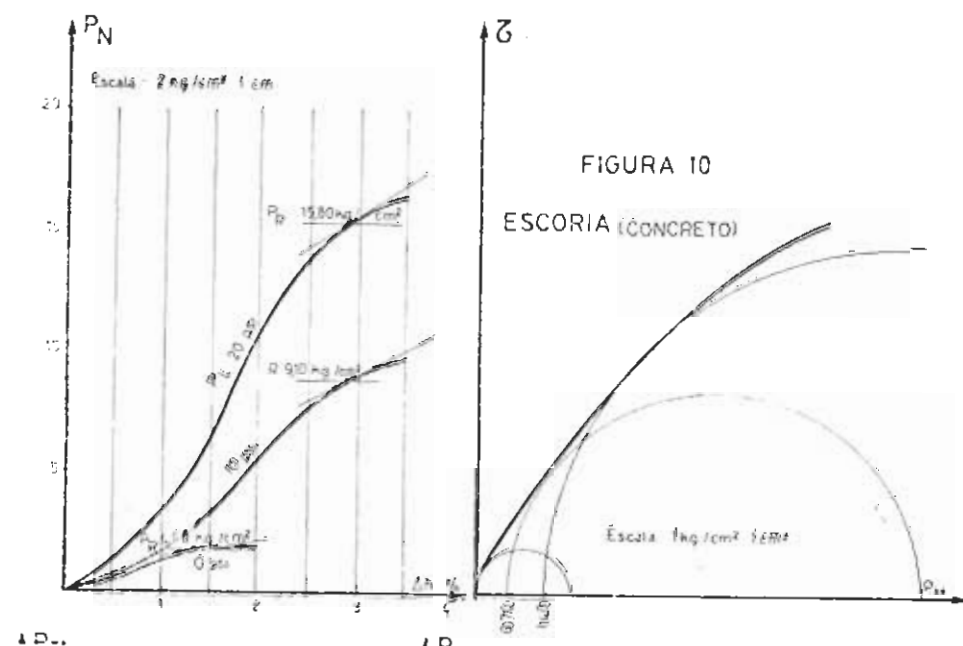
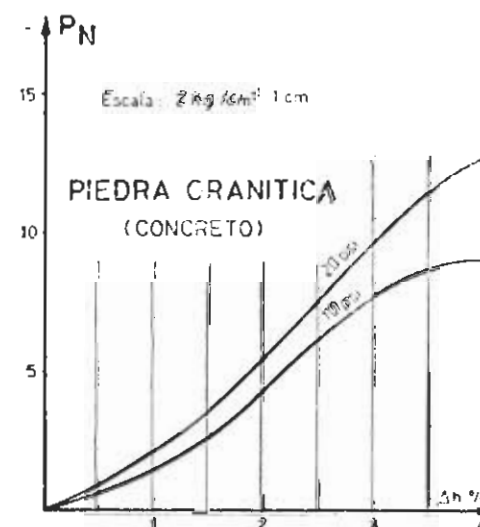
FIGURA 10
ESCORIA (CONCRETO)

FIGURA 11

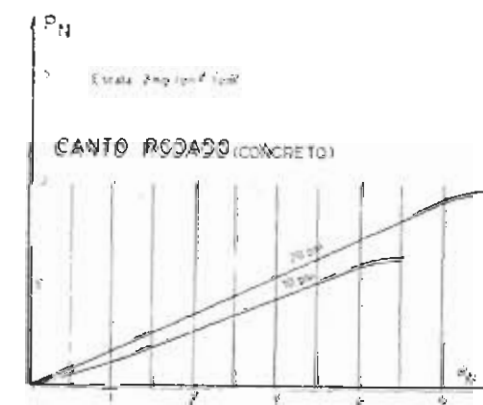


FIGURA 12

en similar proporción, pero conservando siempre el concreto con escoria una superior rigidez; esta comparación es limitada debido a que la densificación del concreto con agregado granítico para igual carga estática final es algo inferior. La influencia del moldeo estático utilizado en este caso se pone de manifiesto si se pretende aplicar la hipótesis de Goetz que sostiene que la Estabilidad Marshall corresponde a la carga de rotura en el ensayo triaxial para una presión lateral de 0,7 kg/cm².

En nuestro caso teníamos para los concretos con escoria (7 % de betún):

1,286 kg (Estab.)
E. Marshall: ————— = 20 kg/cm²
64 cm² (sección)

(P.E.A. = 2,217 kg/dm³ — 3 % vac.)

Ello admitiendo la simplificación de que la carga se distribuya uniformemente sobre la sección diametral de la probeta.

E. Triaxial: P_N rot. (10 psi) = 9,10 kg/cm²
(P.E.A. = 2,120 kg/dm³ — 7 % vac.)

Por otra parte debe tenerse en cuenta la velocidad de aplicación de la carga y el tamaño máximo del agregado, que incidirán en aquella diferencia.

1.b) MEZCLAS ASFÁLTICAS EN FRÍO

Se utilizó una emulsión bituminosa de rotura lenta (tipo RL 1) y se hicieron determinaciones sólo del valor estabilométrico "R". Se recurrió a la misma mezcla de agregados que se empleó con el bitálico y se moldearon probetas con el 10 y 12 % de emulsión referidos al peso seco del inerte. El moldeado se hizo en forma estática a doble pistón y con una presión final, en este caso, de 135 kg/cm².

Para la elaboración de aquéllas se siguió el siguiente proceso:

1. Se agregó cierta cantidad de agua al agregado para facilitar una buena distribución de la emulsión (se elevó al 7 %).
2. Se añadió la emulsión mezclando energicamente hasta obtener adecuada homogeneidad (en esas condiciones la mezcla posee entre un 11 a 12 % de agua).
3. Se extendió el conjunto en una bandeja, dejándolo a temperatura ambiente hasta que perdió unos cinco puntos de humedad, aproximadamente.
4. Se moldearon las probetas en forma estática a doble pistón.
5. Se dejó curar en estufa a 60°C durante 24 horas (a peso constante), de modo que la humedad se redujo a valores muy pequeños.
6. Por último y luego de inmersión en baño de agua a 60°C durante 1 hora, se determinaron los valores de "R" y la tensión de rotura a la tracción.

Características de la emulsión:

% betún y emulsivo = 63
Penetración sobre residuo = 170

Se observa que el incremento de estabilidad al pasar el % de emulsión del 10 al 12 %, es poco notable, pero lo que se destaca es una mayor deformación axial que indica una mayor flexibilidad de la mezcla.

En este caso se puede considerar que la absorción del ligante por parte del agregado poroso se anula durante el mezclado, al estar éste prácticamente saturado de humedad; además se comprueba que sobre el agregado seco la penetrabilidad está condicionada en razón del mayor diámetro del glóbulo de betún, lo que significa menor pérdida del ligante incorporado.

Por su parte no habrá degradación del agregado por el calentamiento, mezclado y posterior compactación dinámica, lo que equivale a un menor contenido de finos. Tendremos, pues, una mayor incidencia de la resistencia friccional en compensación de la reducción de la resistencia "inicial" por la disminución de rigidez con relación a la mezcla en caliente; así pues, mientras para ésta con el 6,5 % de bitálico y similar moldeado estático teníamos un acortamiento axial de 2,7 %, con el 12 % de emulsión hemos llegado a un 4,4 %.

Los valores obtenidos con el 12 % de E.B. y el aspecto de las probetas en sí, hacen suponer que el contenido de betún en la muestra utilizada era menor en alguna medida al denunciado (de acopio en obra en tanque australiano), o sea que hemos trabajado con una emulsión algo más "diluida" (E. Deshidratación).

La pérdida de resistencia a la tracción también nos indica una pérdida de resistencia cohesiva, aunque se debe tener en cuenta que se está trabajando con un betún de muy superior penetración.

ENSAYOS COMPLEMENTARIOS

Como deducción de la crítica ensayada a la mezcla de concreto asfáltico elaborada conteniendo escoria de altos hornos como agregado de trituración, y cuya dosificación se basó en

Emulsión %	P. E. A. kg/dm ³	$P_N = 11,2 \text{ kg/cm}^2$		$P_N = 22,4 \text{ kg/cm}^2$		$\sigma_{t.t.} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$
		"R" %	Δh %	"R" %	Δh %	
10	2,125	85	2,5	87	3,2	1,2
12	2,134	89	2,9	90	4,4	1,5

C U A D R O 8

C U A D R O 9

Tamiz	M E Z C L A I			M E Z C L A II		
	Escoria % P.	Total % P.	Total % Vol.	Escoria % P.	Total % P.	Total % V.
3/4"	100	100	100	100	100	100
3/8"	69	76	75	72	78	77
Nº 4	48	59	58	48	59	58
Nº 10	25	41	39	31	46	44
Nº 40	12	25	23	15	27	26
Nº 80	8	9	9	9	10	10
Nº 200	3	4	3,8	3	4	3,8

la granulometría y proporciones de un concreto con agregado granítico de características definidas, se hicieron dos tentativas para proyectar una nueva mezcla con otra granulometría y otras proporciones, teniendo presente, entre otras observaciones, las siguientes:

1. Incrementar los V.M.A. (se alteró la graduación de los agregados aun a costa de cierta discontinuidad en la curva granulométrica).
2. Reducir el porcentaje de finos para quitar rigidez al concreto.
3. Reducir el aporte friccional a la mezcla, incrementando la proporción de arena natural.

Los puntos 2º y 3º tienen cierta identificación en cuanto conducen a dar mayor flexibilidad a la mezcla asfáltica.

Las proporciones para las dos nuevas mezclas se fijaron así:

Escoria = 78,4 %
Arena silícea = 19,6 %
"Filler" calc. = 2,0 %

En el cuadro 9 se detalla para cada mezcla la granulometría adoptada para la escoria, así como la total de los agregados, indicándose también los porcentajes en volumen (esto último se calculó en base a los distintos P.E.A. y a las proporciones que resultan en volumen: para la escoria de altos hornos corresponde 81,1 % y para la arena silícea más "filler" el 18,9 % restante).

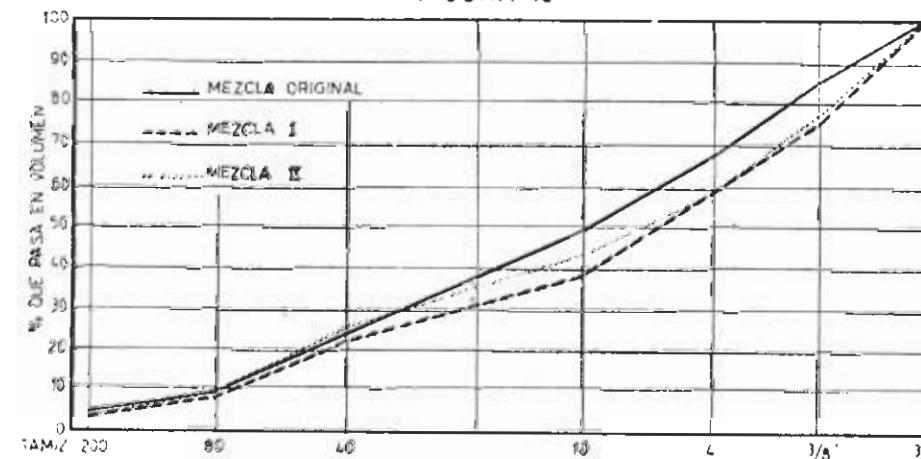
En la figura 13 se han graficado las granulometrías en volumen para estas dos mezclas y para la original.

El % de asfalto se mantuvo en ambas tentativas en el 7 % en peso del total.

En el cuadro 10 se extraen los resultados obtenidos para el ensayo Marshall y el de determinación de "R", con la aclaración de que en este último caso las probetas se moldearon dinámicamente, según Marshall.

A su vez, admitiendo el valor de 2,50 kg/dm³ como P.E.A. Virtual de la escoria, se deducen los restantes valores (ver cuadro 11).

FIGURA 13



Concreto	P. E. A. kg/dm ³	Estabil. M. kg	Fl. M. 0,01"	P _N = 11,2 kg/cm ²		P _N = 22,4 kg/cm ²		σ ₁₋₂ kg/cm ²
				"R" %	Δh %	"R" %	Δh %	
I	2,175	912	8	79	2,2	82	2,8	1,3
II	2,188	959	10	80	2,4	84	3,0	2,3

En la mezcla I, donde se nota la probeta con un exceso de material grueso, se consiguió bajar la estabilidad Marshall con la incorporación de mayor proporción de arena silíceas natural y la reducción del porcentaje de finos, que actuaron sobre la resistencia friccional y cohesiva, respectivamente; esto último, a su vez, al permitir un mayor contacto entre las partículas incrementa la trabazón del esqueleto granular y reduce la fluencia Marshall.

En lo que hace a la estabilidad "R" también se obtienen valores más bajos como consecuencia de la disminución de los dos primeros términos de la expresión de Coulomb y sobre todo del aporte friccional, aunque el mayor contacto entre las partículas tiende a restablecerlo en parte. El acortamiento Δh que viene a tener el significado de la fluencia Marshall, pero con la particularidad para la probeta de que está confinada totalmente, también se ha reducido considerablemente al haber mayor contacto entre partículas.

La menor rigidez del sistema "filler"-betún se manifiesta con una reducción de la resistencia a la tracción, que se une a cierta pobreza del ligante.

La mezcla II viene a ser una transición entre las mezclas I y la original, con mayor tendencia a la primera de ellas, puesto que se notan estabilidades y fluencias algo más elevadas, lo que puede atribuirse a una mejor graduación del agregado al incrementar la fracción por debajo del Tamiz N° 10.

De cualquier modo ambas mezclas conservan aún cierta rigidez, lo que puede limitarse incrementando la proporción de agregado natural y en algo el porcentaje de asfalto.

CONCLUSIÓN

Los distintos ensayos ejecutados con vistas a considerar a la escoria de alto horno como agregado de trituración en mezclas asfálticas, pese a que no llegan a abarcar todas las propiedades inherentes al comportamiento del agregado en servicio, nos permiten ubicarla como un inerte de transición entre los agregados normales y los que se denominan subnormales. Claro que todo está supeditado al balance cuantitativo de aquellas propiedades, las que dependerán en primer lugar de la composición del mineral de hierro de la cual se deriva y en menor medida del proceso que aquél haya sufrido en la obtención del hierro de primera fusión (temperatura de la colada, velocidad de enfriamiento, etcétera).

El mayor déficit que puede encontrarse en este agregado con relación a uno "normal" (granítico), quizás deba ubicarse en su propia heterogeneidad, lo que lo vuelve un material sumamente peligroso. Así, pues, en tanto que un ensayo abrasivo como el de Los Angeles nos da un valor aceptable con relación a la dureza del mismo, aquél es un valor medio referido a un conjunto de partículas, dentro de las cuales habrá las que junto a su elevada porosidad presentan grandes equedades en su superficie que reducen considerablemente la sección útil; además, la misma porosidad del material varía de una partícula a otra.

Si en esas condiciones nos ubicamos en una carpeta de rodamiento, que es la capa sometida al desgaste del tránsito, tendremos al lado de partículas que resisten perfectamente, otras de sección debilitada y que así expuestas terminarán degradándose; además, todo plano de fisuración significa superficies descubiertas de

asfalto y proclives a la penetración del agua, lo que resultaría más grave en el caso de zonas frías, ya que aquélla al congelarse completaría la acción destructiva por expansión.

En muchas de sus propiedades físicas (adherencia al betón, cubilidad, ángulo de fricción interna) supera al agregado granítico considerado, lo que facilita la obtención de mezclas asfálticas de elevada estabilidad pero excesiva rigidez, para compensar lo cual se debe elevar el contenido de agregado natural. Por otro lado, la considerable absorción de asfalto por parte de este agregado poroso en mezclas en caliente reduce la parte realmente efectiva de éste en una tercera parte como mínimo; es sobre este aspecto que debe centrarse el problema de la dosificación de mezclas asfálticas, por lo que la misma se deberá referir a las condiciones que luego imperarán en obra: tipo de asfalto (penetración e índice de penetración), temperatura inicial de la mezcla, pérdida de la misma con relación al tiempo, etcétera.

Con relación a la porosidad debe contemplarse otro problema durante la vida de la mezcla asfáltica, ya que en estos materiales siempre cabe la posibilidad de que el betón continúe con el tiempo penetrando en los vacíos comunicados del agregado, comprometiendo la flexibilidad y durabilidad de la mezcla; por esta razón es que debe procurarse trabajar con el máximo posible de asfalto (½ a 1 punto por encima del que determina la dosificación en laboratorio), previendo esa reducción del % efectivo. Para tener una marcha normalizada de planta debe asegurarse que los sucesivos acopios de agregado sean de un grado de porosidad uniforme para evitar alteraciones permanentes de la fórmula de obra; en relación a esto último y dentro de lo posible debe procurarse cubrir el acopio en días de lluvia a fin de mantener la escoria con bajos contenidos de humedad.

En relación a los agregados "subnormales" (conglomerados calcáreos, tosca, suelos calcáreos) presenta la ventaja de un mayor aporte friccional, una menor degradación en servicio en general y la posibilidad de un más rápido calentamiento en planta por inferior contenido de humedad higroscópica. Además la penetrabilidad del betón es muy inferior a la mayoría de estos materiales y si se coteja con un suelo calcáreo presenta, a diferencia de éste, un esqueleto granular adecuadamente graduado y con limitado porcentaje de finos.

De todo lo expuesto puede inferirse que el posible ámbito de mejor aplicación de la escoria en obras viales se extendería a bases as-

fálticas, integrando concretos, bases granulares, bases negras y, en menor grado, a carpetas de rodamiento (no se considera aquí el aspecto referente a estabilizados granulares).

Por las características propias de los tratamientos superficiales no sería aconsejable en ellos el empleo de la escoria, pese a su cubilidad aceptable, ya que allí la partícula está en contacto más directo con el impacto del vehículo. Para mezclas en frío con asfaltos emulsionados (no se estudió con diluides), ofrece la ventaja de un mayor aprovechamiento del ligante al neutralizarse su penetrabilidad.

De todos modos lo que se pretende en este trabajo es orientar con relativa fidelidad, a falta de una adecuada experiencia local, sobre lo que puede ser el comportamiento de mezclas asfálticas que contienen escoria de alto horno como agregado de trituración; la posterior evidencia en servicio nos dirá cuál es su verdadera aplicabilidad.

Por último, y desde el punto de vista económico, su empleo resulta por ahora sumamente conveniente con relación al agregado granítico. Si nos ubicamos en la zona noreste de la provincia de Buenos Aires, su precio por tonelada es alrededor del 40 % del de la piedra granítica, incluido el transporte; a ello debe agregarse su menor P.E. Aparente que se traduce en un 15 % menos de peso para igual volumen de mezcla asfáltica; el mayor consumo de ligante asfáltico sería el principal contrapeso a esa economía.

BIBLIOGRAFÍA

- McLeod, Norman: Diseño de mezclas de concreto asfáltico densamente graduadas. XIII Reunión de Asfalto. Año 1964.
- Ruiz, Celestino: Interpretación del ensayo Marshall. Relación estabilidad; fluencia. Publicación N° 57 (D. V. B. A.). Año 1966.
- Pezzano, Pascual: Siderurgia.
- Instituto del Cemento Portland: Informe técnico de los ensayos realizados por el I. C. P. A. con escoria de alto horno. Año 1966.
- Ruiz, Celestino: Concentración crítica de "Filler", su origen y significado en la dosificación de mezclas asfálticas. Publicación N° 11 (D. V. B. A.). Año 1960.
- Sosa, Pedro y Ferrari, Norberto: Determinación de los vacíos de las mezclas asfálticas en forma directa. Publicación N° 28 (D. V. B. A.). Año 1962.
- Ruiz, Celestino: Curso de materiales para caminos. Escuela de Caminos D. V. B. A. Año 1960.
- Francisco, Carlos: Hacia una posible incorporación de ensayos y métodos modernos de diseño a los laboratorios de obra. Publicación N° 66 (D. V. B. A.). Año 1966.
- The Asphalt Institute: Mix Design methods for asphalt concrete and other hot-mix types. Manual Series N° 2 (MS-2). Octubre 1962.

CUADRO 11

	Vacios	V.M.A.	Vac. c/betón	Asf. efect.	P.E.A. - CONTE.
Concreto I	5,0 %	13,4 %	62,7 %	4,0 %	2,107 kg/dm ³
Concreto II	4,5 %	12,9 %	65,1 %	4,0 %	2,120 "

EL REFUERZO DE LAS CALZADAS

En el número Special H, del Bulletin de Liaison des Laboratoires Routiers, se han dado a conocer varios trabajos referidos al tema del epígrafe, desarrollados por prestigiosos técnicos en la materia, por lo que hemos creído de interés transcribir el resumen total de la publicación y también los títulos y autores de los artículos.

RESUMEN

Actualmente existe un gran número de métodos de dimensionamiento de firmes nuevos: métodos empíricos, métodos que derivan más o menos de una teoría, métodos intermedios.

En Francia hay un método provisional que motivó oportunamente la circular N° 392 bis del 29 de marzo de 1965, del señor director de la Vialidad. Esta circular tiene en cuenta la experiencia de estos últimos años y los estudios de los laboratorios.

Como la mayoría de los métodos recientes, aplicados o propuestos en el extranjero, este método se basa sobre los resultados obtenidos en los ensayos AASHO efectuados en los Estados Unidos de Norteamérica, de 1958 a 1960, y sobre las interpretaciones que ciertos inge-

nieros e investigadores de carreteras, sobre todo en los EE. UU., han dado a los resultados de estos ensayos.

A nuestro entender, no existía hasta ahora método alguno que se aplicase directamente al refuerzo de los firmes existentes.

Las tentativas más importantes hechas actualmente en este sector son, según nuestro parecer, los estudios canadienses y los estudios franceses (Laboratorio Central y Dirección de Vialidad), estos últimos, para decir verdad, están aún en sus principios; los señores JEUFFROY, BACHELEZ y DAGALLIER han propuesto recientemente un método de inspiración diferente (método que se expone en el presente Número Especial).

En Francia los estudios se basan esencialmente:

Sobre las mediciones efectuadas con deflectógrafos, y en particular con los deflectógrafos Lacroix, y sobre el análisis e interpretación de dichas mediciones.

Sobre otras mediciones e investigaciones llevadas a cabo con diversos aparatos (vibradores Goodman, transversoperfilógrafos, etc.).

Sobre diferentes estudios y realizaciones debidos en particular al Sr. PRANDI y al Laboratorio Regional de Autun en lo que respecta a las gravas escorias, al Sr. GODIN en lo concerniente a las gravas cemento, y a la Sección de Revestimientos Hidrocarbonados, la Sección Mecánica de Firmes del Laboratorio Central, a algunos Laboratorios Regionales y Negociados de Puentes y Caminos en lo tocante al refuerzo con aglomerados.

Las opiniones de estos diferentes ingenieros no convergen sobre todos los puntos; en ciertos casos hay incluso netas oposiciones.

Los textos, los pareceres y las críticas reunidos en este Número Especial tienen el propósito de facilitar, en lo concerniente al refuerzo, bases de reflexión a los ingenieros de los Servicios Constructores, a los gabinetes de estudio y a los laboratorios.

Principiando el Número, el Sr. ROLLAND subraya la importancia particular que tienen los ejes pesados en las cuestiones de deformación, fatiga y degradación.

En una nota titulada "Observaciones acerca de los diferentes métodos propuestos", el señor DURRIEU hace hincapié sobre ciertas dificultades de los problemas de refuerzo, sobre el análisis de los métodos propuestos, sobre

los imperativos de los refuerzos de firmes en los tiempos actuales, sobre la elección del tipo de refuerzo que se ha de retener, sobre las condiciones esenciales para el éxito de las obras de refuerzo, sobre los estudios e investigaciones que se han de efectuar durante los próximos años si se quiere progresar en este terreno.

El Sr. DESVIGNES presenta un análisis de los métodos de refuerzo y un análisis de las realizaciones efectuadas en diversos países extranjeros y en Francia durante estos últimos años.

El Sr. LANGUMIER presenta y comenta el método Colas y cita algunos ejemplos recientes de aplicación.

El Sr. LEGER expone algunas ideas y comentarios sobre la manera de abordar los problemas de refuerzo de firmes y propone un método para determinar los espesores de refuerzo con hormigón bituminoso de acuerdo con la circular de la Dirección de Vialidad.

Los señores JEUFFROY, BACHELEZ y DAGALLIER presentan, tras una crítica del método Colas, un método de determinación de las características de un refuerzo, que se apoya a la vez sobre ciertas constataciones (ensayo AASHO sobre todo) y sobre ciertas ideas y ciertos cálculos que se hallaban a la base del método Jeuffroy y Bachelez, ya tan conocido, de dimensionamiento de firmes. Este informe constituye, además de un método posible de cálculo de refuerzo de los aglomerados, utilizable desde ahora, una base de reflexión, muy interesante para ulteriores adelantos.

A la inversa de los métodos Colas y Léger, que tan sólo se aplican a los refuerzos con hormigón bituminoso, este método Jeuffroy, Bachelez, Dagallier parece poder ser adaptado al caso del refuerzo con grava-cemento o grava-escoria por lo menos cuando la capa superficial bituminosa extendida encima es de pequeño espesor.

El Sr. PRANDI da a los ingenieros que deseen utilizar como material de refuerzo las gravas escoria (granulados), indicaciones prácticas que les permitirán aplicar en los refuerzos los métodos y las técnicas puestas a punto por él mismo y sus colaboradores, en Saone y Loire, en el transcurso de estos últimos años.

El Sr. BONNOT indica en qué condiciones los ingenieros pueden aplicar al refuerzo de

firmes la técnica de las gravas-cemento, bastante bien conocida ya en Francia.

Los Sres. BONNOT y PRANDI, inspirándose en la experiencia adquirida durante estos últimos años, sobre todo en la Autopista París-Norte en lo que respecta a las mezclas escorias machacada-escoria granosa, exponen de qué modo se puede recurrir a este tipo de mezcla para el refuerzo de firmes existentes.

El Sr. HAMBURGER da algunas explicaciones y presenta algunos comentarios sobre el programa de examen automático de los deflectogramas obtenidos con el aparato Lacroix actualmente a prueba en el Laboratorio Central.

En una nota titulada "Iniciación a la discusión", el Sr. PRANDI presenta ciertas observaciones y ciertos comentarios referentes al método Colas y que se aplican en cierto modo al método Léger. El Sr. LÉGER hace algunos comentarios acerca del método Colas.

El Sr. LANGUMIER da algunas explicaciones y precisiones a propósito de las críticas dirigidas contra el método Colas.

Por fin, en su artículo "Algunas reflexiones que podrán servir a progresos teóricos", el Sr. BONITZER trata de analizar y de apreciar bajo el punto de vista teórico los métodos propuestos en este Número Especial y en particular el método Colas, el método Léger y el método J. B. D. Presenta también en él ciertos comentarios y ciertas sugerencias con el fin de hacer progresar la teoría y de efectuar la confrontación indispensable entre, por una parte, los resultados obtenidos a partir de modelos y cálculos, y por otra parte las constataciones, mediciones y ensayos efectuados sobre firmes reales o sobre tramos experimentales.

Tras haber expuesto ciertas críticas o reservas acerca de los métodos propuestos, el señor BONITZER subraya el interés del método J. B. D., el cual puede ser fértil en desarrollos.

Al final del Número Especial, en la continuación de su nota "Observaciones acerca de los diferentes métodos propuestos", el señor DURRIEU da su parecer sobre la manera de utilizar los diversos métodos propuestos e insiste sobre la importancia que reviste, para todos los métodos, el análisis del tránsito pesado, el estudio profundizado de la deformabilidad del firme, las mediciones y observaciones sobre el estado de las diferentes capas del firme y sobre la calidad de los materiales que los constituyen; en ella formula, a guisa de

discusión básica, proposiciones sobre los estudios e investigaciones que se han de emprender a breve y lejano término.

Terminaremos indicando que anexo a este Número Especial se halla el texto de la circular provisional del 15 de diciembre de 1965 de la Dirección de Vialidad y de Circulación de Carreteras, sobre el refuerzo de firmes. Se ha de tener en cuenta, sin embargo, que se trata de un texto provisional que será puesto al día y corregido así que ello parezca oportuno y posible.

S U M A R I O

1. La acción del tránsito pesado sobre las calzadas. Razón de alarma. Por J. P. Rolland.
2. Refuerzo de calzadas flexibles. Diferencias de los distintos métodos propuestos. I. Por J. Durrieu.
3. La técnica bituminosa en el refuerzo de calzadas. Por R. Desvignes.
4. Algunas apreciaciones sobre la revisión de la red de carreteras francesas. Por G. Langumier.
5. Limitaciones de los métodos actualmente propuestos y perspectivas futuras. Por Ph. Léger.
6. Ensayo de interpretación teórica de ciertos resultados del Ensayo del AASHO Road Test. Aplicación de un método de cálculo de refuerzo de calzadas flexibles. Por G. Jeuffroy, J. Bachelez y J. Dagallier.
7. Refuerzos de calzadas con tratamiento en escorias granulares. Por E. Prandi.
8. Los refuerzos de calzadas con grava-cemento. Por J. Bonnot.
9. Refuerzos de calzadas con escoria o mezcla de escoria. Por E. Prandi y J. Bonnot.
10. Programa de ensayo automático por deflectómetro Lacroix. Por P. Hamburger.
11. Ensayo de discusión. Por E. Prandi, Ph. Léger y G. Langumier.
12. Algunas reflexiones para colaborar con los progresos teóricos. Por J. Bonitzer.
13. Relación entre los diferentes métodos propuestos, II. Por J. Durrieu.
14. Instrucción técnica sobre el refuerzo de calzadas flexibles. Circular del director de Carreteras y Circulación.

ESTUDIO COMPARATIVO DE PRODUCTOS DE LA INDUSTRIA NACIONAL

CEMENTO PORTLAND

Por los Ingenieros JOSE F. COLINA MARCELÓ WAINSTEIN OSCAR R. BATIC

ANALISIS DE LOS RESULTADOS DE ENSAYOS REALIZADOS EN EL LEIMIT SEGUN NORMA IRAM 1503

Laboratorio de Ensayo de Materiales
e Investigaciones Tecnológicas de la
provincia de Buenos Aires (*)

INTRODUCCIÓN

Hace varios años la Comisión de Cementos en IRAM comenzó el estudio de nuevas técnicas de ensayo y consecuentemente los límites a especificarse, para valorar mediante ellos la calidad de los cementos pórtland nacionales. Este estudio se consideró indispensable dado

(*) Trabajo presentado al III simposio sobre Aglomerantes Hidráulicos y sus Aplicaciones, realizado en el I. E. M. B. T., en diciembre de 1967.

que el avance en el conocimiento de las propiedades de este material había superado los métodos vigentes en el país por decreto del 27 de abril de 1931, a pesar de las modificaciones que les habían sido efectuadas en diversos años.

La introducción de la determinación de superficie específica para valorar la finura, el amasado mecánico de las pastas y morteros destinados a los ensayos físicos y mecánicos y nuevas técnicas para la realización de estos últimos, eran otras tantas modificaciones que se hacían imprescindibles para actualizar el pliego que regía desde 30 años atrás.

Al concretarse las nuevas especificaciones de calidad a través de las normas IRAM 1.503 y 1.646 para cementos pórtland normales y de alta resistencia inicial, respectivamente, se aportó a la Comisión un conjunto de datos que permitieron en primera instancia la fijación de los límites que en ellas se establecieron, pero faltaba, evidentemente, un estudio completo de las características de todos los cementos producidos en el país, mediante las nuevas técnicas de ensayo que habían sido previamente establecidas.

Esta circunstancia y la necesidad por parte del L. E. M. I. T. de fundamentar ante las autoridades del Ministerio de Obras Públicas de la provincia de Buenos Aires, la adopción de las nuevas técnicas y especificaciones en reemplazo de las fijadas por los pliegos que se aplicaban en el ámbito que le compete, decidieron la conveniencia de realizar un estudio sistemático del mayor número de muestras posibles de todas las marcas y procedencias, para verificar el grado de cumplimiento de los cementos nacionales a las nuevas especificaciones.

Con esta finalidad, entre los años 1965 y el corriente, se ensayaron 122 muestras de cementos pórtland cuyos resultados mostraremos mediante un conjunto de gráficos donde se han representado las distintas características medidas o calculadas y los resultados de un breve análisis estadístico de algunos de los conjuntos de valores obtenidos.

Se hace notar que las muestras cuyos resultados se presentarán son solamente aquellas cuya identificación de procedencia estaba asegurada. Además, en todos los gráficos cada marca y fábrica de cemento queda identificada con una misma letra. Los puntos representados corresponden a los valores individuales de cada muestra y son el promedio del número de ensayos que las normas especifican en cada uno.

RESULTADOS OBTENIDOS

El primer cuadro muestra todas las marcas y procedencias de los cementos utilizados en este estudio.

CUADRO Nº 1

MARCAS DE CEMENTO QUE INTERVIENEN EN EL ESTUDIO

Avellaneda (Común)
Avellaneda (Extra)
Corcemar (Pipinas)
Corcemar (Córdoba km 7)
Corcemar (Córdoba, Yocsina)
Corcemar (Mendoza)
Comodoro (Común)
Hércules (Córdoba)
Hércules (Mendoza)
Hércules (Salta)
Loma Negra (Barker)
Loma Negra Súper (Barker)
Loma Negra (Olavarría)
Loma Negra (San Juan)
Loma Negra Súper (San Juan)
Loma Negra (Santiago del Estero)
San Martín (Olavarría)
San Martín (Paraná)

En el segundo se transcriben los límites especificados por la norma IRAM 1.503 para los requisitos físicos y químicos correspondientes a los cementos pórtland normales.

El cuadro tercero presenta lo mismo para los cementos de alta resistencia inicial según norma IRAM 1.646.

En el gráfico Nº 1 se han representado en ordenadas los porcentajes retenidos en el tamiz IRAM 74 μ (Nº 200) para las muestras ensayadas; como se dijo, cada punto corresponde a una muestra y cada letra identifica una marca y fábrica de procedencia. Se aprecia que de algunas se dispone de mayor número de resultados; ello en general ocurre con las fábricas instaladas en la provincia de Buenos Aires. La línea discontinua corresponde al límite máximo especificado de 15 %. Se observa que sólo un reducido número de muestras está sobre este valor.

En el gráfico Nº 2 los valores representados son los de superficie específica medida con el permeabilímetro de Blaine. Se han trazado las líneas correspondientes a los límites de ambas normas. Se observa que todas las muestras cumplen la especificación.

En el gráfico Nº 3 se dan los resultados del ensayo de estabilidad volumétrica mediante la expansión en autoclave. Todas las muestras

CEMENTO PÓRTLAND NORMAL

Norma IRAM 1.503

Requisitos físicos		Mín.	Máx.
Finura	Material retenido sobre el tamiz IRAM 74 μ (Nº 200)	—	15 %
	Superficie específica	Promedio 2.500 cm ² /g Individual 2.250 cm ² /g	—
Constancia de volumen	Ensayo de expansión en autoclave	—	1,0 %
Tiempo de fraguado	inicial	45 mín.	—
	final	—	10 h
Resistencia a la flexión	a los 7 días	35 kg/cm ²	—
	a los 28 días (*)	55 kg/cm ²	—
Resistencia a la compresión	a los 7 días	170 kg/cm ²	—
	a los 28 días (*)	300 kg/cm ²	—

(*) En todos los casos los valores de resistencia obtenidos a los 28 días deberán ser mayores que los obtenidos a los 7 días.

Requisitos químicos		Mín.	Máx.
Residuo insoluble		—	1 %
Anhídrido sulfúrico		—	2,5 %
Óxido de magnesio		—	5 %
Pérdida por calcinación		—	3 %

cumplen con amplitud el límite máximo especificado de 1 %. Ello asegura el cumplimiento de este requisito por parte de todos los cementos nacionales, aun teniendo en cuenta que el límite ha sido reducido de 1,3 a 1 %.

Los puntos representados en el gráfico Nº 4 corresponden al principio y final del fraguado de las muestras en estudio. Todas las muestras satisfacen con holgura los límites de 45 minutos y 10 horas especificados.

La modificación introducida en la técnica para la determinación de esta característica por el método IRAM 1.619 no ha afectado el cumplimiento que se observaba para el pliego nacional vigente.

El gráfico Nº 5 muestra los resultados obtenidos en los ensayos de flexión a las edades de 7 y 28 días. Las líneas de trazos marcan los valores límites de la especificación. Se aprecia que para la gran mayoría de las mues-

tras ensayadas, el límite especificado para la edad de 28 días ya queda satisfecho a los 7 días.

El gráfico Nº 6 corresponde a los valores obtenidos por compresión. Se aprecia que para esta resistencia numerosos puntos están cerca del límite fijado, especialmente para la edad de 7 días, si bien todas las muestras cumplen la especificación.

Como se dijo anteriormente, cada uno de los puntos representados en los gráficos números 5 y 6, corresponden al promedio de los valores medidos en las probetas ensayadas, pero parece útil hacer notar que la dispersión de valores individuales que configuran ese promedio es mucho menor en el ensayo de flexión que en el de compresión.

Tenemos entendido que similar observación también ha sido hecha en los ensayos realizados en otros laboratorios.

CUADRO N° 3
CEMENTO DE ALTA RESISTENCIA INICIAL
Norma IRAM 1.646

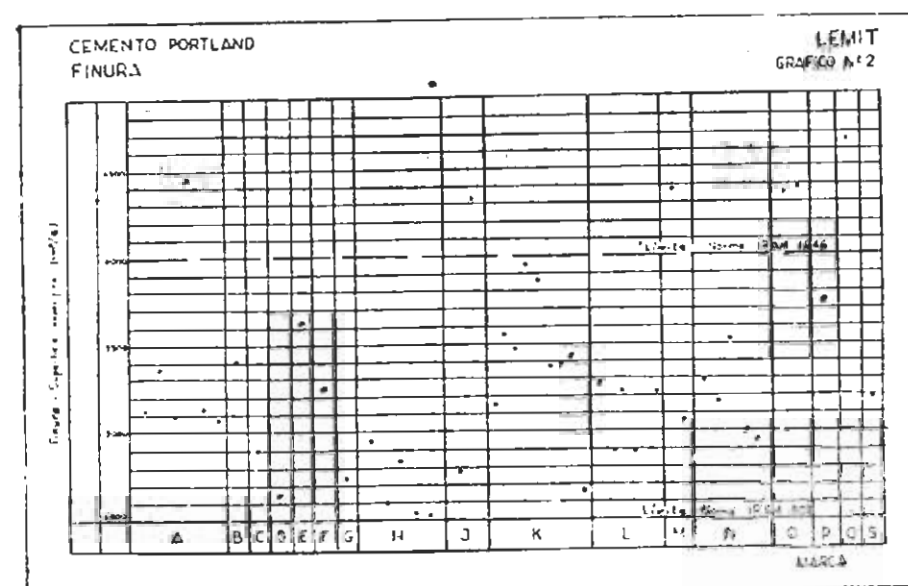
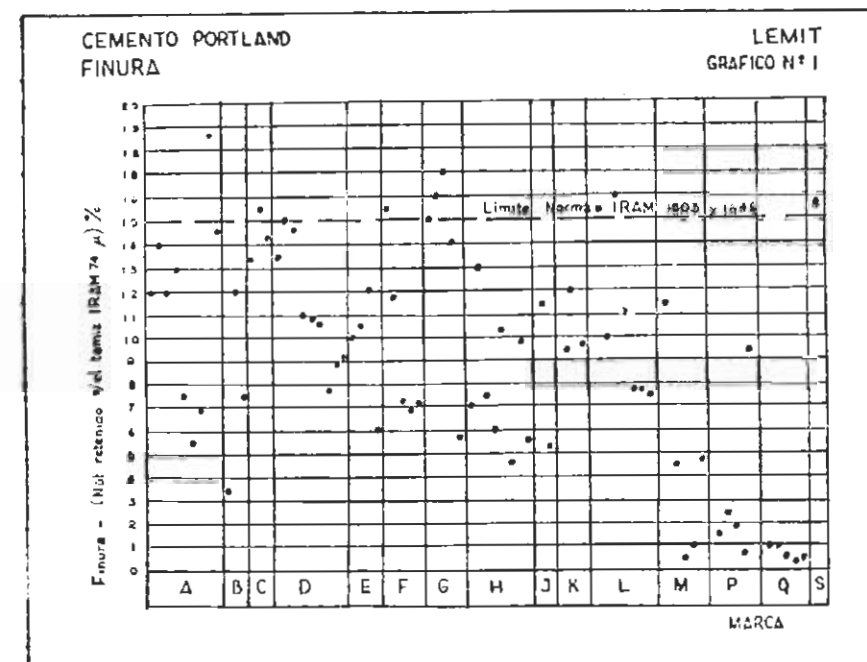
Requisitos físicos		Min.	Máx.
Finura	Material retenido sobre el tamiz IRAM 75 μ (N° 200)	—	15 %
	Superficie específica	Promedio 4.000 cm ² /g Individual 3.700 cm ² /g	—
Constancia de volumen	Ensayo de expansión en autoclave	—	1 %
Tiempo de fraguado	inicial	45 min.	—
	final	—	10 h
Resistencia a la flexión	a 1 día	22 kg/cm ²	—
	a los 2 días	40 kg/cm ²	—
	a los 3 días	50 kg/cm ²	—
	a los 7 días	65 kg/cm ²	—
	a los 28 días	75 kg/cm ²	—
Resistencia a la compresión	a 1 día	100 kg/cm ²	—
	a los 2 días	200 kg/cm ²	—
	a los 3 días	270 kg/cm ²	—
	a los 7 días	400 kg/cm ²	—
	a los 28 días	500 kg/cm ²	—

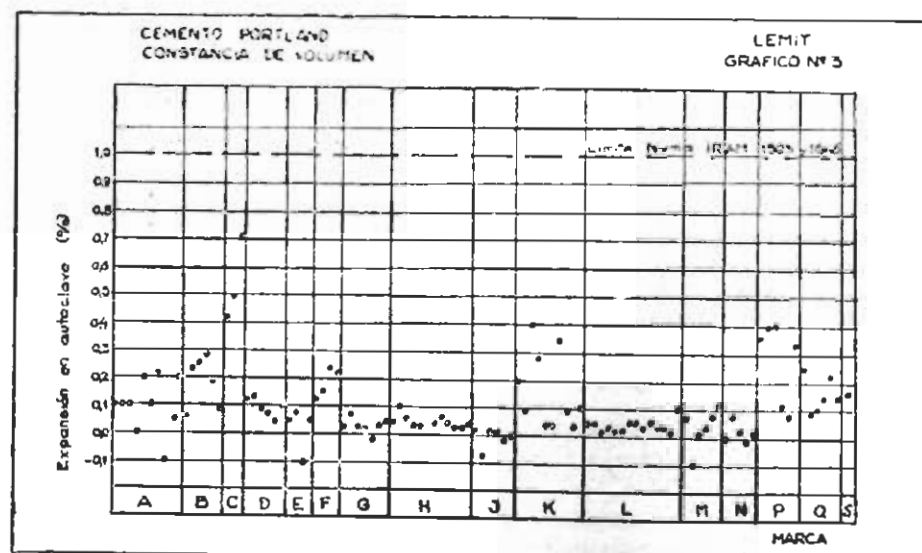
Requisitos químicos	Min.	Máx.
Residuo insoluble	—	1 %
Anhidrido sulfúrico	—	3 %
Óxido de magnesio	—	5 %
Pérdida por calcinación	—	3 %

Considerando que era conveniente tener resultados de ensayos a edades superiores que las especificadas en las normas, se efectuaron también determinaciones a 60 y 90 días; ello ha permitido trazar las curvas de variación de la resistencia en función de la edad que figuran en los gráficos números 7 y 8, para las resistencias a flexión y compresión, respectivamente. Las curvas trazadas para varios cementos normales y de alta resistencia inicial ponen de manifiesto que el crecimiento de la resistencia a partir de los 28 días es sensiblemente menor y que en algunos casos las re-

sistencias disminuyen con la edad, circunstancias que de confirmarse con mayor número de muestras, merecería fuera estudiada para investigar sus posibles causas.

Los gráficos números 9 a 12 corresponden a los histogramas de las resistencias a flexión y compresión, a las edades de 7 a 28 días. En ellos se trazó también la curva normal, pudiéndose apreciar que la distribución de frecuencia sólo se aproxima a ella para el caso de la resistencia a flexión a la edad de 28 días. En los otros tres casos hay discrepancias marcadas que se traducen en los valores ele-



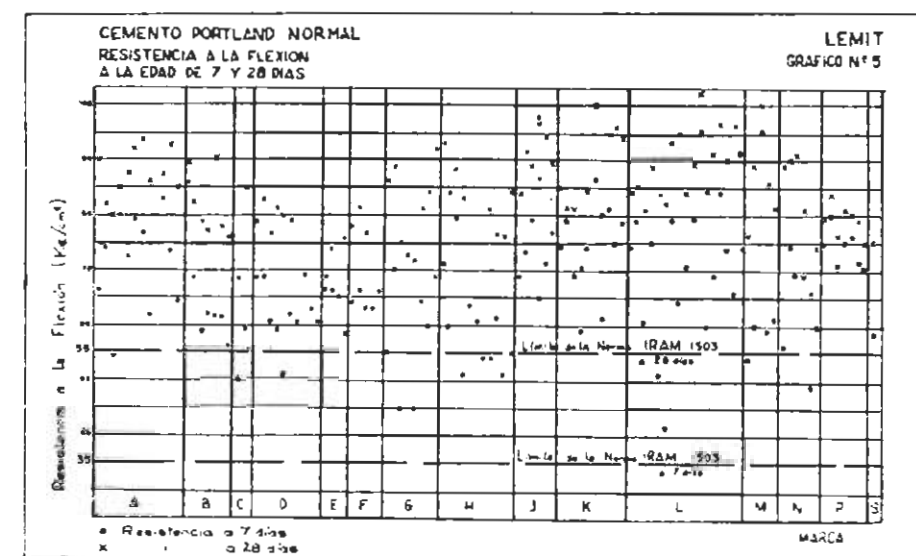


vados de los respectivos coeficientes de variación (b). Esta falta de concordancia podría atribuirse en principio a la marcada diferencia de valores que se aprecia para las distintas marcas de cementos estudiadas. Para corroborarlo habría que hacer un estudio similar por marca y, desde luego, con un número de ensayos mucho mayor del que ahora se dispone para cualquiera de ellas.

Todos los gráficos comentados se refieren solamente a los requisitos físicos; no se han

graficado los resultados de los análisis químicos efectuados sobre las mismas muestras, pero los valores de que se disponen pueden resumirse brevemente así:

- a) Residuo insoluble: 8 muestras de 6 marcas distintas acusan valores superiores al límite especificado de 1 %. El mayor valor obtenido fue de 2.1 %.
- b) Pérdidas por calcinación: 11 muestras de 7 marcas distintas superaron el 3 %. El

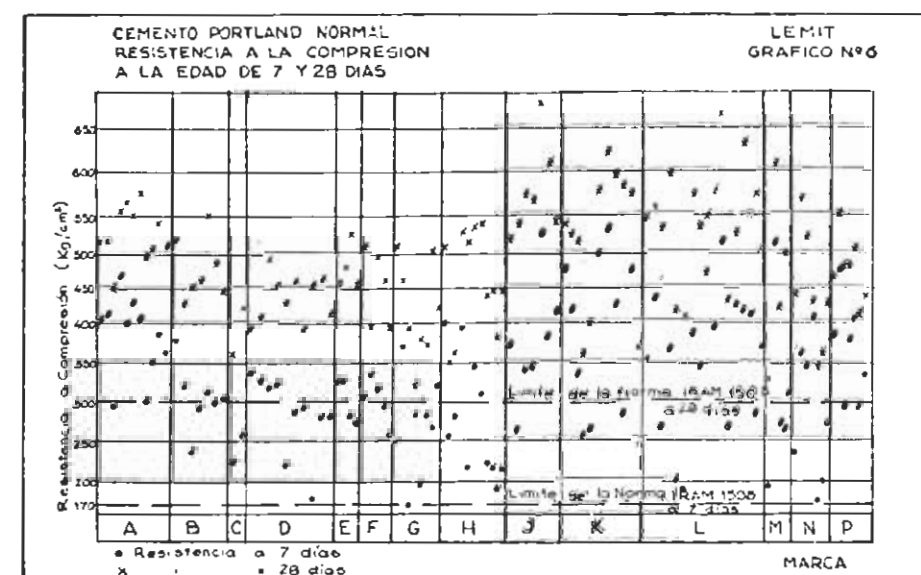
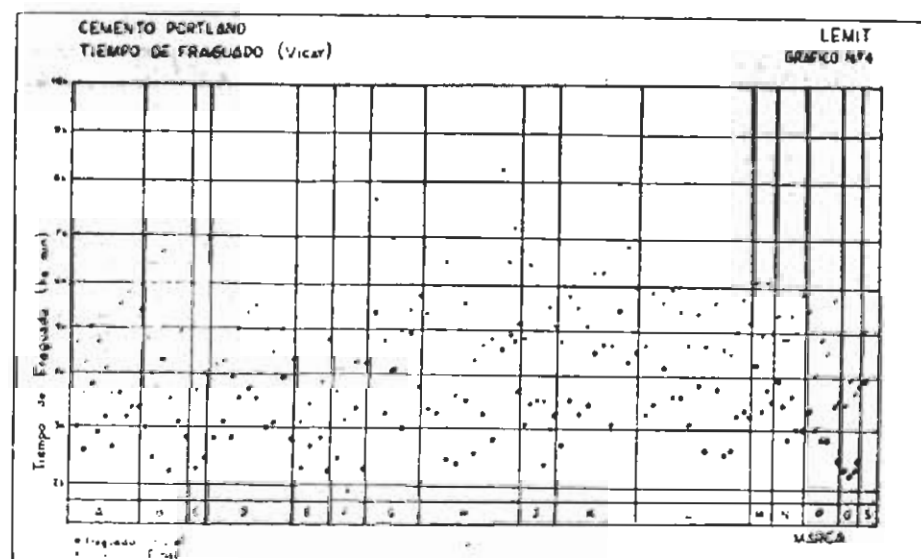


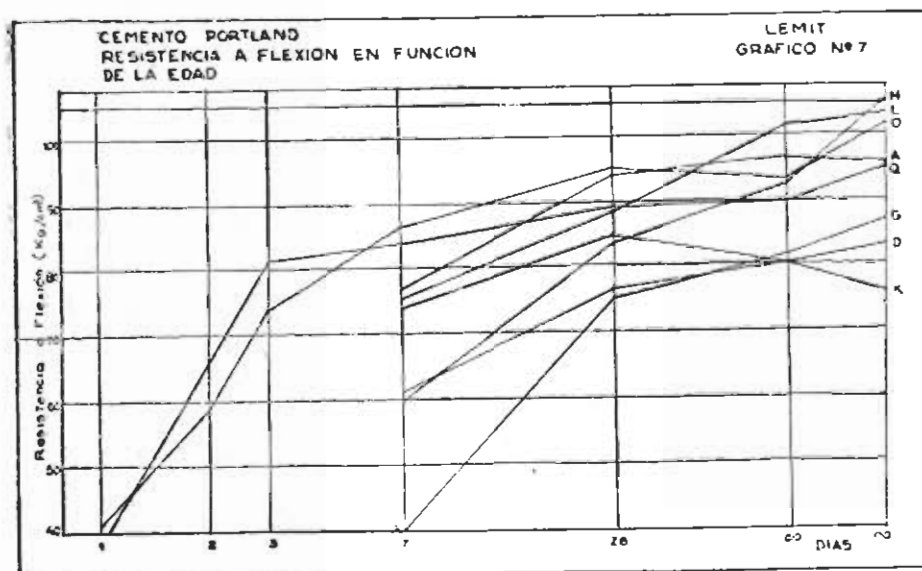
- máximo valor determinado fue de 4 %.
- c) Anhídrido sulfúrico: una sola muestra excedió en 0,26 el límite especificado de 2,5 %.
- d) Óxido de magnesio: todas las muestras analizadas están por debajo del límite fijado 5 %.

Además de los requisitos normalizados que acabamos de comentar y por considerarlo de

interés con los resultados de los análisis químicos efectuados, se calcularon los contenidos totales de álcalis expresados en óxido de sodio, de silicatos di y tricálcico y de aluminato tricálcico empleando las fórmulas de la norma IRAM 1504.

En el gráfico Nº 13 se han representado los puntos correspondientes al contenido total de álcalis de 84 muestras analizadas. Se aprecia



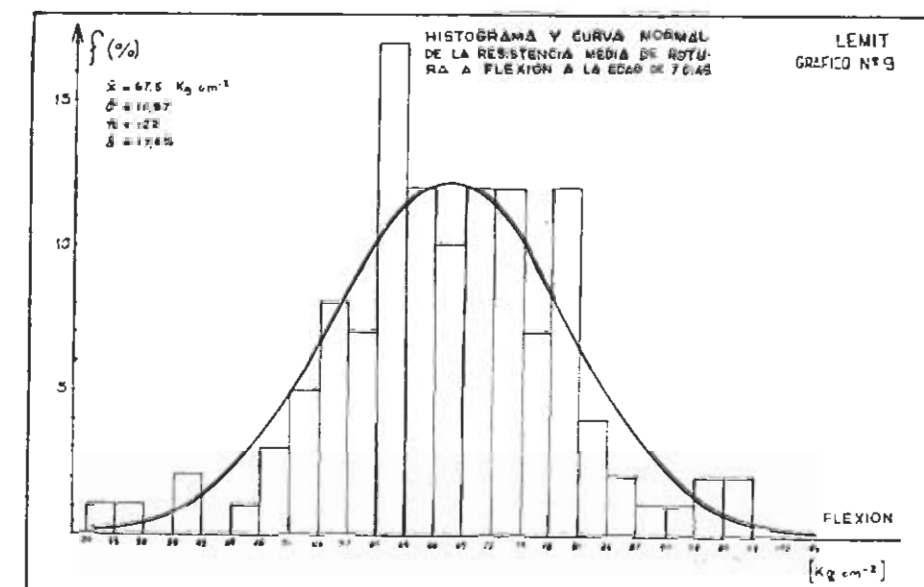
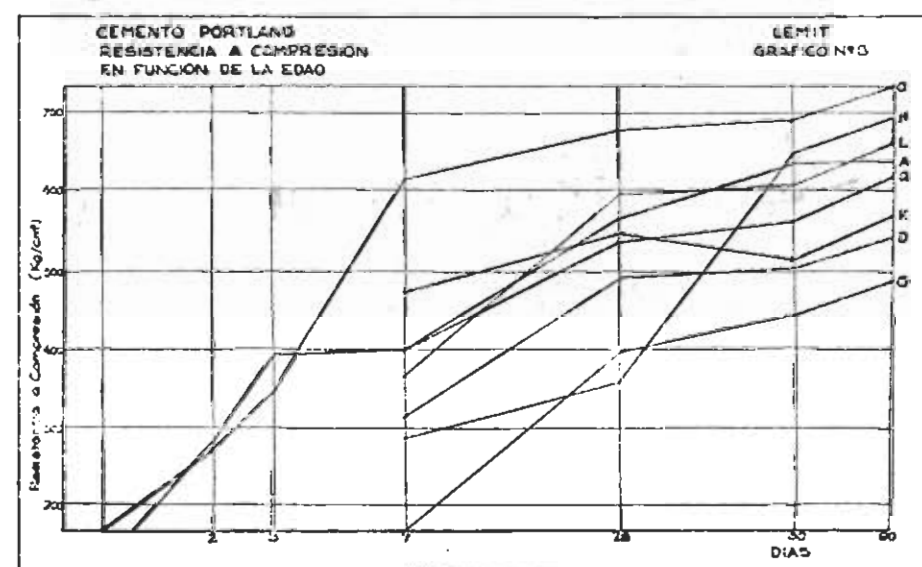


que la mayor parte de ellos, 51, se encuentran sobre la línea correspondiente al contenido que se considera límite para que el cemento no sea potencialmente reactivo frente a áridos que contienen sustancias deletéreas.

Los puntos representados en el gráfico número 14, correspondientes a los contenidos de silicatos di y tricálcico de las muestras estu-

diadas, denotan las diferencias de composición de las distintas marcas, lo que explicaría la variación de resistencias apreciadas en los gráficos presentados anteriormente.

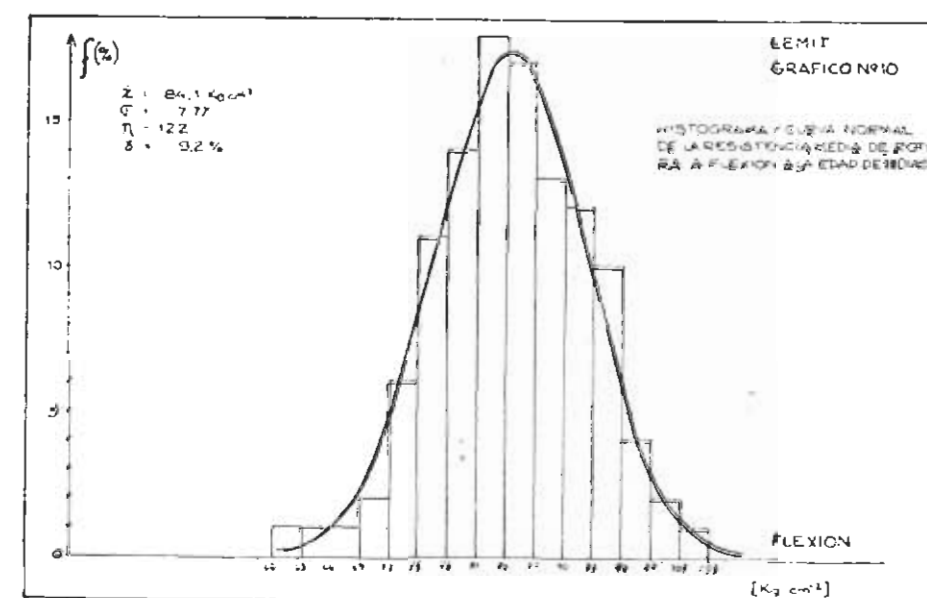
Por último, el gráfico N° 15 muestra cómo la mayoría de nuestros cementos tiene contenidos de aluminato tricálcico mayores que el 8 %, valor que se considera el límite para que un cemento tenga moderada resistencia a la

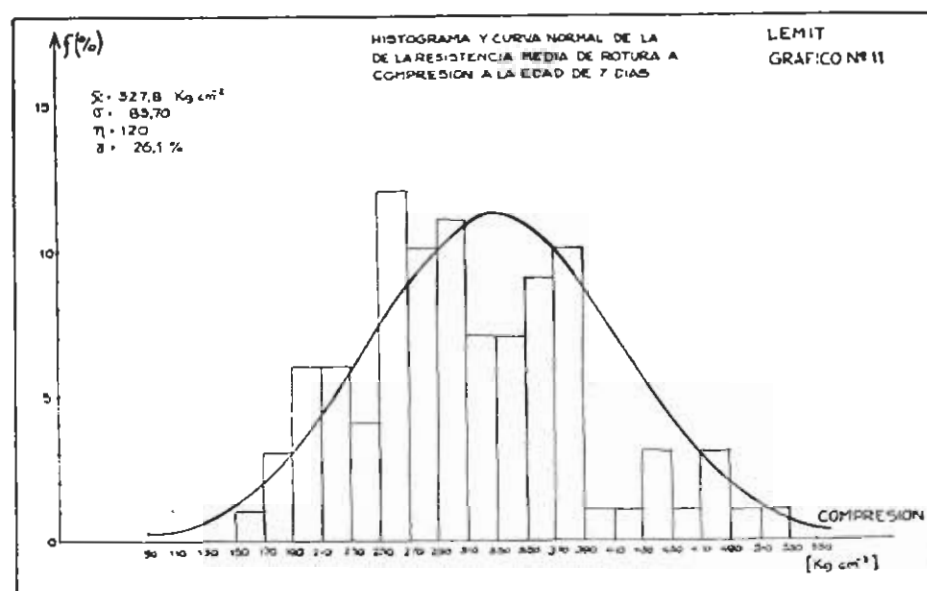


acción de los sulfatos y moderado calor de hidratación según la norma ASTM. C-150. Algunas muestras, sin embargo, estuvieron por debajo del 5 % y dos de ellas cumplen las exigencias complementarias para considerarlas de alta resistencia a la acción de los sulfatos.

CONCLUSIONES

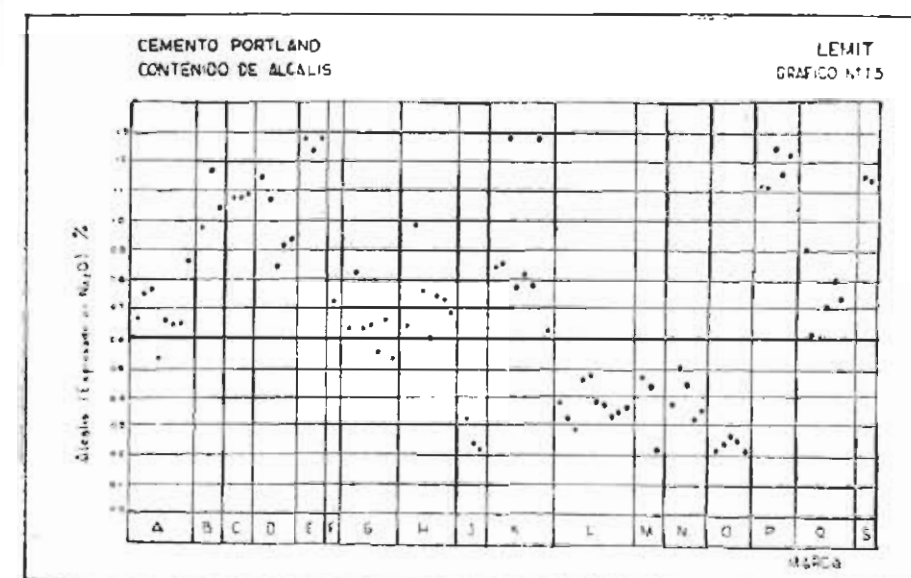
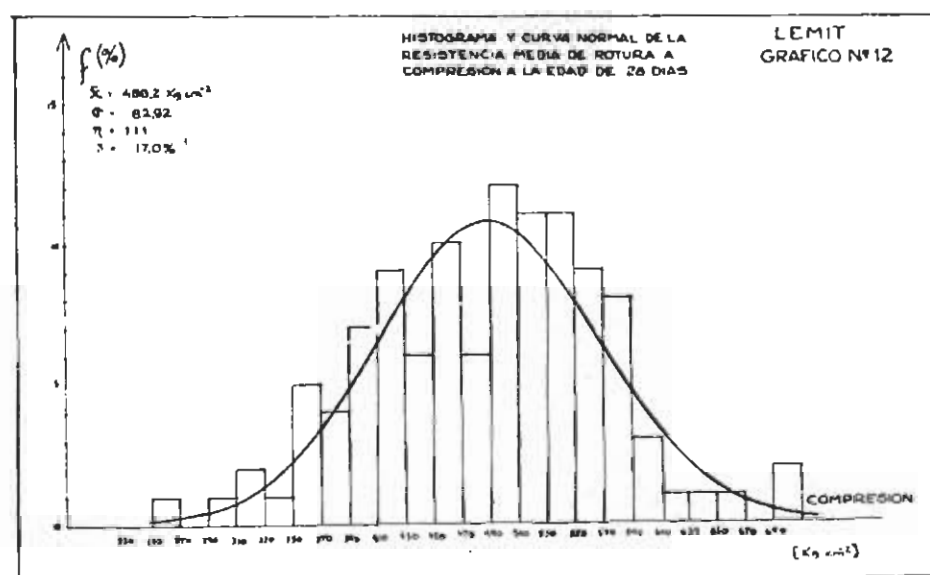
Los resultados presentados muestran que los cementos nacionales cumplen con mayor o menor amplitud los requisitos exigidos por las normas. El pequeño número de excepciones





observadas podría atribuirse en algunos casos al prolongado o defectuoso estacionamiento del material y, en otros, a esas variaciones imposibles de evitar en una industria que maneja diariamente centenares o miles de toneladas de materiales tan heterogéneos.

No obstante eso, nos permitimos hacer notar que dada la notable influencia que las variaciones de calidad de los cementos tienen sobre la resistencia del hormigón, habría que pedirle a la industria productora extreme los controles para disminuir en lo posible las dis-



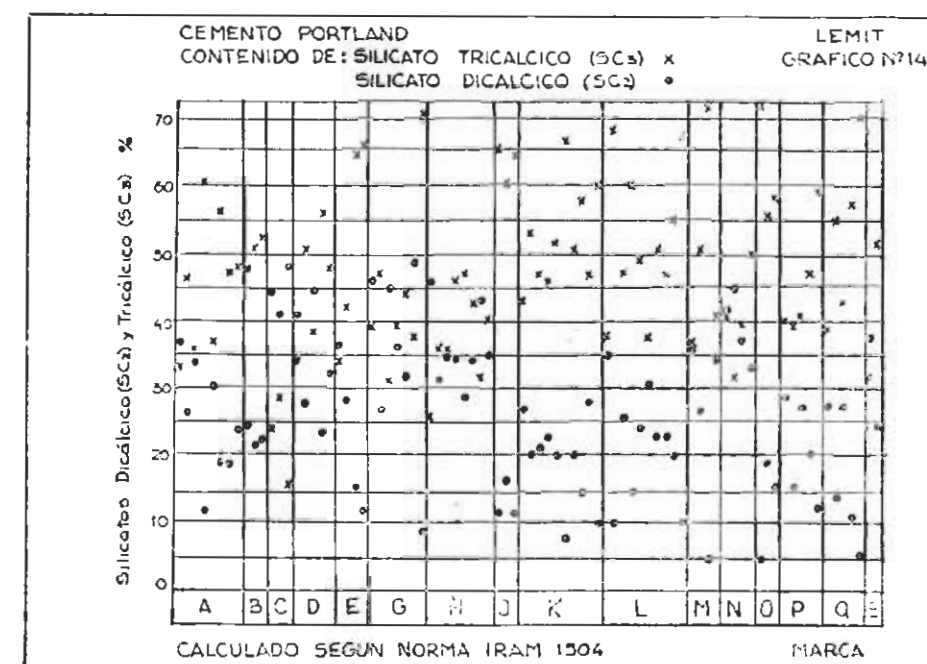
persiones señaladas y a los usuarios recordarles la conveniencia de hacer determinar periódicamente por laboratorios especializados las características de los cementos que utilizan.

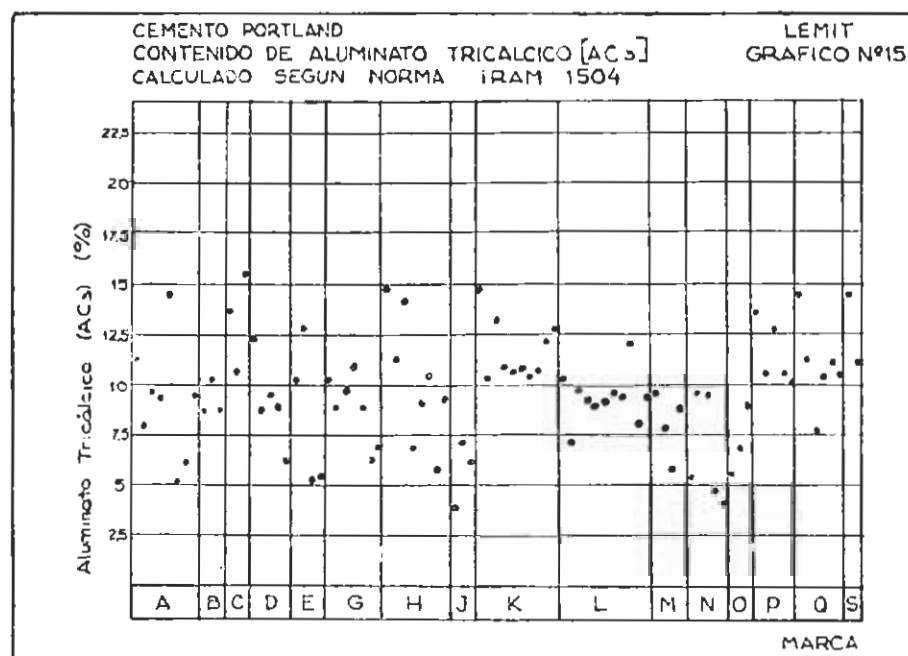
Finalmente, la circunstancia de que la mayor parte de nuestros cementos tengan elevados contenidos de óxidos alcalinos y de aluminato tricálcico parecería sugerir la conveniencia de producir tipos especiales que puedan emplearse en obras donde están so-

metidos a condiciones desfavorables o de ir paulatinamente hacia una tipificación de los cementos portland producidos en el país.

CONSIDERACIONES FINALES

Por resolución ministerial N° 1.622, de fecha 9 de octubre último, las normas IRAM 1.503 y 1.646, a iniciativa del L. E. M. I. T., serán de aplicación para el juzgamiento de calidad de los cementos portland utilizados en obras pú-





blicas provinciales.

El personal de las Secciones Ligantes Aéreos e Hidráulicos y Química Analítica General, ha

tenido a su cargo la realización de todos los ensayos y análisis cuyos resultados hemos presentado. Para ellos nuestro agradecimiento.

BIBLIOGRAFIA

PREFABRICACIÓN E INDUSTRIALIZACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN

Editores Técnicos Asociados - Barcelona

Por los arquitectos e ingenieros:

F. BASSÓ BIRULÉS, F. AGUIRRE DE YRAOLA, C. J. ANABITARTE PRIETO, J. R. RICART BECHE, S. KRISTENSEN, B. LEWICKI, G. BLACHERÉ, Z. OPPMAN, C. FERNÁNDEZ CASADO.

Un volumen de 288 páginas, 98 figuras y tablas. Impreso en papel couché. Encuadernado en cartón. Tamaño, 135 x 185.

De las estadísticas demográficas, de migraciones interiores y aumento de la población en los grandes centros urbanos e industriales se deduce que existe un gran déficit de obras de todo tipo y por tanto es obligado intensificar la construcción, en especial de edificios. Igualmente ante la intensa evolución del desarrollo económico-industrial, la necesidad de acelerar la construcción de los consiguientes núcleos industriales y de servicios es patente.

Son bien conocidos los problemas creados a la construcción por la escasez de mano de

obra y el consiguiente aumento de su costo. El problema no es solamente agudo en España, sino que podríamos decir se halla generalizado en toda Europa y en el mundo entero.

Estamos convencidos que el camino más práctico para llegar a soluciones positivas, técnica y económicamente, está en la "industrialización y prefabricación de la construcción", o sea, en el aprovechamiento al máximo de los medios de que hoy se dispone gracias a los avances de la técnica en los más diversos campos aplicables a la edificación y a los modernos materiales sin olvidar la influencia de los métodos de organización y trabajo en la obra.

En algunos países se emplean actualmente estas técnicas en el 40 % de su edificación.

Por ello, el objeto fundamental de este libro es despertar y acentuar el interés de los técnicos, promotores, constructores y público en general hacia las técnicas mencionadas, exponiendo la situación actual y el alcance y posibilidades de los métodos modernos de trabajo y divulgando al mismo tiempo la situación en España de la producción de elementos y conjuntos prefabricados.

ENSAYO

DE

ESTABILIZACION

DE SUELOS

CON CAL

1) SÍNTESIS

En el ensayo realizado se estudió de un modo general la estabilización en capas de suelo con cal y sub-base, efectuando a su vez algunas verificaciones comparativas en suelo natural. Se adoptó el camino Rauch-Las Flores (II tramo) para la ejecución de la experiencia, teniendo en cuenta las condiciones críticas de proyecto que ofrecía el mismo.

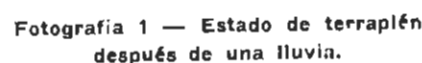
Durante el proceso constructivo se procuró estudiar aquellos factores generales que influyen en el grado de uniformidad de mezclado, teniendo en cuenta el uso de equipo normal o de eficiencia superior en las operaciones de mezclado y riego.

Se verificaron, luego de la ejecución, las características de compactación y resistencia para establecer la conveniencia de uso en los métodos constructivos y requerimientos mínimos de control a fijar en las futuras especificaciones.

Por el Ingeniero

REYNALDO R. BARRIENTOS

Jefe de la Sección Investigaciones
Departamento Estudios Técnicos
y Económicos



El camino Rauch-Las Flores atraviesa por su trazado una zona de condiciones edafológicas y de drenaje críticas, con un régimen hidráulico comprendido por la cuenca del río Salado y afluentes. Las características geomorfológicas de dicha cuenca, de disposición en general irregular, conforman una perturbación en el régimen de escurrimiento de las aguas, provocando zonas anegadizas o de retención permanente (fotografía 1).

Los factores enunciados hacen que el camino se ejecute sobre terraplenes que interrumpen el drenaje natural y utilicen suelos de baja o mediana calidad, con una proximidad de napa freática que en ciertas zonas y épocas estacionales alcanzan niveles cuya cota es de 0,70 a 1,00 m inferior a la de rasante.

La dificultad en hallar yacimientos de material seleccionado en la capacidad requerida provocó la elección de una determinada zona para la realización del ensayo propuesto, facilitando de este modo la solución de algunos problemas constructivos inherentes a la estructura general del camino.

Se proyectaron para su control tramos de subrasante de suelo natural (33-33,8 km), subrasante de suelo-cal (33,8-35,2 km) y subrasante de suelo-cal (35,2-38 km) de acuerdo al esquema estructural indicado en el gráfico 1.

Los ensayos de proyecto en capa de subrasante (tabla I), identificaron suelos variables (A 4/8, 4/7, 6/10) con grupos arcillosos de pronunciado hinchariento (4 %).

En la capa de sub-base se utilizó suelo limoso de moderada plasticidad y reducido valor soporte (6 - 13 %).

Los ensayos de compactación, sobre material de suelo natural de subrasante y sub-base, respectivamente, en zona de propiedades similares, dieron como resultado relaciones del 92 al 95 % entre los valores de Proctor Standard y la razón de compactación (gráfico 2).

Se dosificaron mezclas de suelo con el 4 % de cal referido al peso de suelo seco, adoptando como un contenido mínimo para mejora de los materiales arcillosos, de acuerdo a los antecedentes constructivos correspondientes a las obras de González Catán-Ituzaingó, Rauch-Las Flores (1er. tramo), Morón-La Tablada, en las cuales se realizaron correcciones de capa de subrasante.

Se establecieron para el suelo utilizado las siguientes exigencias de características físicas antes de compactación:

Límite Líquido menor de 40 %

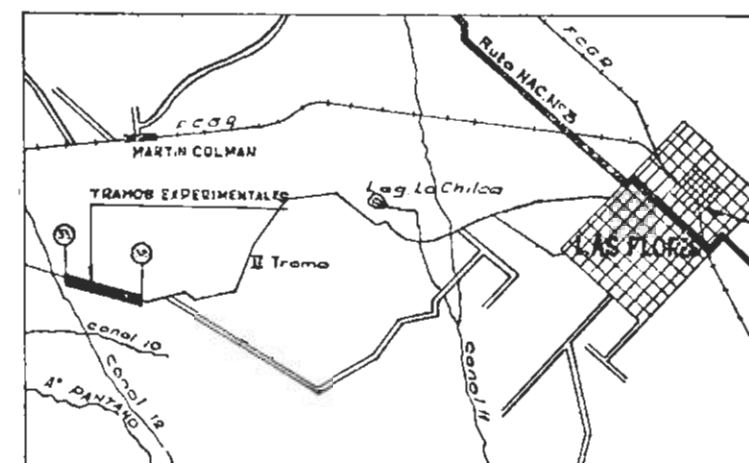
Índice de plasticidad menor de 15%

Hinchamiento menor de 2 %

En la actualidad la cantidad del estabilizante tiende a dosificarse como porcentaje de "cal útil vial" (C.U.V.), definido como el contenido de compuestos alcalino-térreos (expresados en óxido de calcio) presentes en el agente incorporado y liberados por hidrólisis neutralizables con solución ácida de acuerdo a los requerimientos de ensayo.

Dicha cantidad de cal útil vial que considera la calidad del material incorporado se fija en un mínimo del 3 ó 4 % del peso de suelo seco,

GRAFICO 1

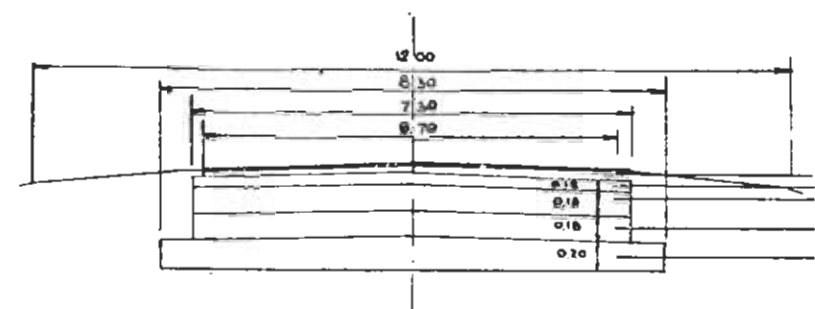


PLANO DE UBICACION

Escala 1 250 000

PERFIL TRANSVERSAL

Escala	Transversal	100
	Vertical	40

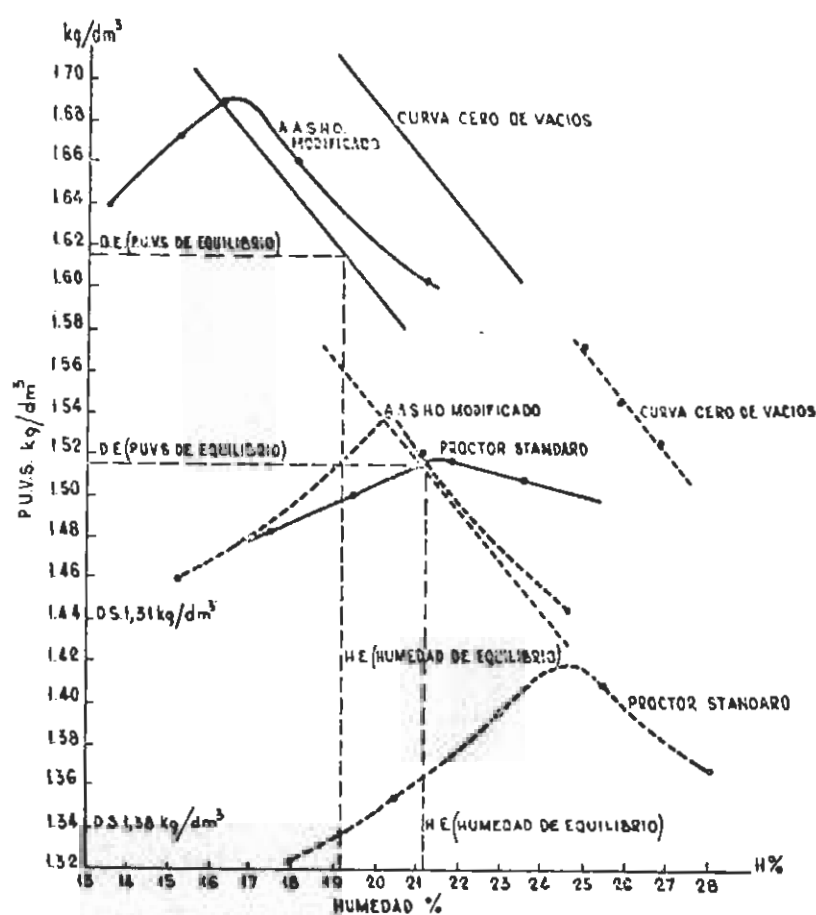


References

1. CARPETA ASFALTICA 0.08
2. BASE ESTABILIZADO GRANULOMETRICO C/3 % DE CEMENTO
3. SUB BASE SUELO SELECCIONADO Y S MIN 10%
4. SUB BASE { PROC 33.35.2 km SUELO SELECCIONADO Y S 10%
PROC 35.2.38 km " " C/4% CAL
5. SUB PAVIMENTO { PROC 33.33.8 km SUELO NATURAL (TRAMO 1)
OZO EAP PROC 33.2.35.2 km " CAL 4% (TRAMO 2)
VSC 10% PROC. 35.2.38 km. " NATURAL (TRAMO 3)

ENSAYO DE COMPACTACION

Grafico 2



Referencias

SUELO SUBRASANTE
SUELO SUB BASE

MATERIAL	CAPA	PROG.	ECC DE IDENTIFICACION					ENS DE COMPACTACION				
			L.L. %	I.P. %	PROG. %	PESPEC kg/dm³	CLASIF H.R.B.	PROCTOR ST PUVS kg/dm³	H.Opt %	AASHO PUVS kg/dm³	H.Opt %	R.C. HE %
SUELO	SUB- RASANTE	33.400	35	8	88	2,62	A ₄ (8)	1,41	24,8	1,55	19,8	1,52 21,2
S. SELEC.	SUB- BASE	33.400	30	8	79	2,58	A ₄ (8)	1,54	23,6	1,69	16,2	1,62 19,2

CONTROL DE PROYECTO

TRAMOS EXPERIMENTALES

CAMINO: RAUCH - LAS FLORES (I° 5)

TABLA I

CAPA	PROGRESIVAS TRAMO	MUESTRAS LABORATORIO N°	MATERIAL	CONSTANTES		CLASIFICA CION H.R.B.	ENSAYO DE COMPACTACION			VALOR		REFERENCIA
				L.L. %	I.P. %		PROCTOR ST PUVS kg/dm³	H.OPT %	R.C. PUVS(HE) kg/dm³	PROBETA S/RMB %	PROBETA E/MB %	
SUBRASANTE	32.000 - 33.400	15.323	SUELO	39	10	A ₄ (8)	1,51	22		13	10	35.800 AL 35.200
SUBRASANTE	32.000 - 33.400	15.324	SUELO	37	12	A ₄ (8)	1,46	24		6	20	SUB-RASANTE
SUBRASANTE	32.000 - 33.400	15.325	SUELO	43	15	A ₄ (8)	1,45	26		18	50	SUELO CAL (4%)
SUBRASANTE	32.000 - 33.400	15.326	SUELO	36	9	A ₄ (8)	1,51	25		19	13	35.200 AL 35.000
SUBRASANTE	32.000 - 33.400	15.327	SUELO	32	14	A ₄ (8)	1,53	24		98	27	SUB-BASE DE
SUBRASANTE	32.000 - 33.400	15.328	SUELO	33	90	A ₄ (8)	1,53	24,5		115	2	SUELO SELECCIO-
SUBRASANTE	32.000 - 33.400	15.329	SUELO	31	8	A ₄ (8)	1,51	24,2		155	2,3	NADO CON
SUBRASANTE	32.000 - 33.400	15.330	SUELO	30	8	A ₄ (8)	1,54	23,6	1,62			(4% CAL)
SUBRASANTE	32.000 - 33.400	15.331	SUELO	35	8	A ₄ (8)	1,41	24,8	1,52			33.0 AL 33,8 km
SUBRASANTE	32.000 - 33.400	15.332	SUELO				1,62	21,0		25	13	SUBRASANTE DE
SUBRASANTE	32.000 - 33.400	15.333	SUELO				1,69	19,7		225	12	SUELO NATURAL
SUBRASANTE	32.000 - 33.400	15.334	SUELO				1,66	20		185	12	
SUBRASANTE	32.000 - 33.400	15.335	SUELO				1,60	18		21	59	
SUBRASANTE	32.000 - 33.400	15.336	SUELO				1,64	20,4		7,4		
SUBRASANTE	32.000 - 33.400	15.337	SUELO				1,67	19,4		200	110	
SUBRASANTE	32.000 - 33.400	15.338	SUELO				1,67	20,8		140	100	
SUBRASANTE	32.000 - 33.400	15.339	SUELO				1,72	18,6		140	106	

LONGITUD (km) : 5
ANCHO (mts) : 800
ESPESOR (cm) : 750
FECHA: 10/1/74

verificándose la resistencia de compresión inconfundida a siete días de curado húmedo sin embebido final, teniendo en cuenta los requerimientos que establece el método del Estado de Texas para estabilización del suelo-cal que fija resistencias mínimas de 3,5 kg/cm² y 7 kg/cm², respectivamente, para dosificación de capas de subrasante y sub-base.

III) PROCESO CONSTRUCTIVO

Para establecer la acción más conveniente del agente estabilizante (cal hidráulica hidratada), se consideraron variantes constructivas manteniendo en general el mismo equipo de trabajo. Teniendo en cuenta el método operativo de agregado de cal se diferenciaron los siguientes procedimientos:

- Incorporación de cal sobre todo el ancho en una etapa con terminación inmediata.
- Incorporación de cal en todo el ancho en una etapa con retrabajo.
- Incorporación de cal en todo el ancho en dos etapas con curado previo.
- Incorporación de cal en dos etapas sobre caballete con curado previo.

MÉTODO GENERAL

a) **Preparación y pulverización** — Sobre el núcleo controlado se construyeron tramos de subrasante corregida con cal, en tramos de longitudes variables hasta 270 metros, de acuerdo a la disponibilidad de carga de los camiones de transporte de estabilizante, tipo de proceso constructivo y características del material, procurando la ejecución de longitudes máximas para mejorar el rendimiento.

El material extraído de préstamos de acuerdo a las características indicadas en la tabla I, que se hallaba colocado en terraplén compactado por la acción del tránsito de obra y con humedad del orden del 10 al 12 % (es decir, inferior a la óptima), fue previamente escarificado (fotografía 2).

A continuación se efectuó la pulverización con mezcladora rotativa hasta lograr un predominio de terrones de tamaño inferior a 2", con escaso material superior a 5", dispuestos en general en los bordes laterales. La granulometría media final por "vía seca" lograda sobre muestras de suelos seleccionados extraídos en la zona interior de la capa, resultó:

Pasa tamiz 1":	100 %	en peso suelo seco
Pasa tamiz Nº 4:	80 %	" " " "
Pasa tamiz Nº 10:	63 %	" " " "
Pasa tamiz Nº 40:	42 %	" " " "

En la especificación se fijó, siguiendo las normas del Estado de Texas, como exigencia final de pulverizado, la granulometría por vía seca siguiente:

Pasa tamiz 1":	100 %	en peso suelo seco
Pasa tamiz Nº 4:	60 %	" " " "

b) **Distribución de la cal** — Cumplidas las operaciones de pulverización inicial, la cal se aplicó en su totalidad o en dos fracciones del 50 % de la dosificación, según se adoptó el método de distribución en una o dos etapas.

La cal se incorporó en polvo a granel mediante camión con capacidad útil de 15 t. provisto de mangueras distribuidoras a presión (fotografía 3).

En la mayoría de los casos, en correspondencia con los suelos arcillosos, se practicó el método de dos etapas permitiendo un curado inicial en un intervalo de 3 ó 4 días previo a la distribución final.

c) **Mezclado** — El mezclado inicial o final, según el número de operaciones de distribución del agente, se hizo con equipo rotativo.

El mezclado en seco o con humedad natural del suelo resultó conveniente con dos coberturas, a continuación de las cuales se incorporó el agua mediante riego a presión, concluyéndose el mezclado húmedo con una energía similar al proceso en seco (fotografías 5 y 6).

d) **Compactación** — Básicamente se efectuó con rodillo pata de cabra estático pesado (10 t), con un número mínimo de 6 a 8 coberturas hasta lograr rechazo, con terminación de 2 a 4 coberturas mínimas de rodillo neumático estático (9 t) (fotografías 7 y 8).

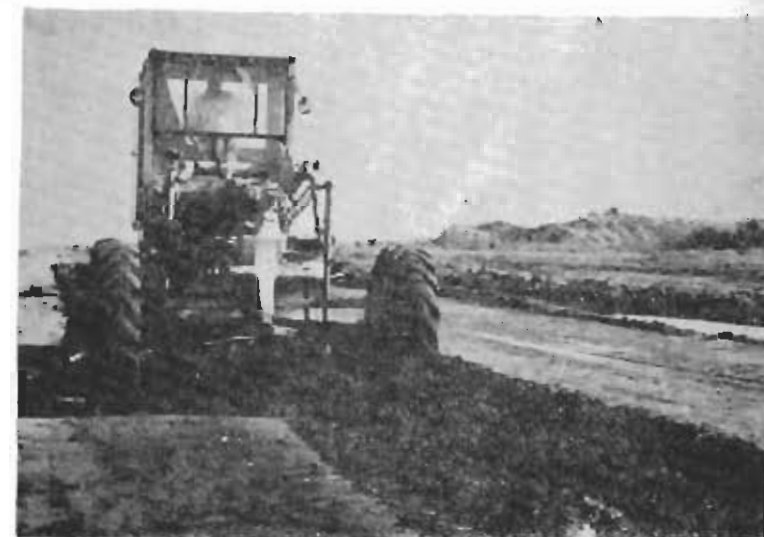
e) **Curado final** — Se realizó mediante riegos superficiales continuados durante los 7 días especificados como mínimo, favoreciendo el proceso de fragüe lento del estabilizante, reduciendo el probable agrietamiento superficial de la capa.

VARIANTES CONSTRUCTIVAS

- Incorporación de la cal sobre todo el ancho en una etapa con terminación inmediata.

Este método no permitió lograr una distribución adecuada del agente debido a la dificultad de reducir los terrones a tamaños convenientes (2") mediante una primera pulverización si el suelo estaba seco, compactado o excesivamente húmedo, lográndose una eficiente escarificación si el material tenía un contenido de agua ligeramente inferior a la óptima.

Fotografía 2 — Escarificado de suelo de subrasante previo a compactación.



- Incorporación de cal sobre todo el ancho en una etapa con retrabajo.

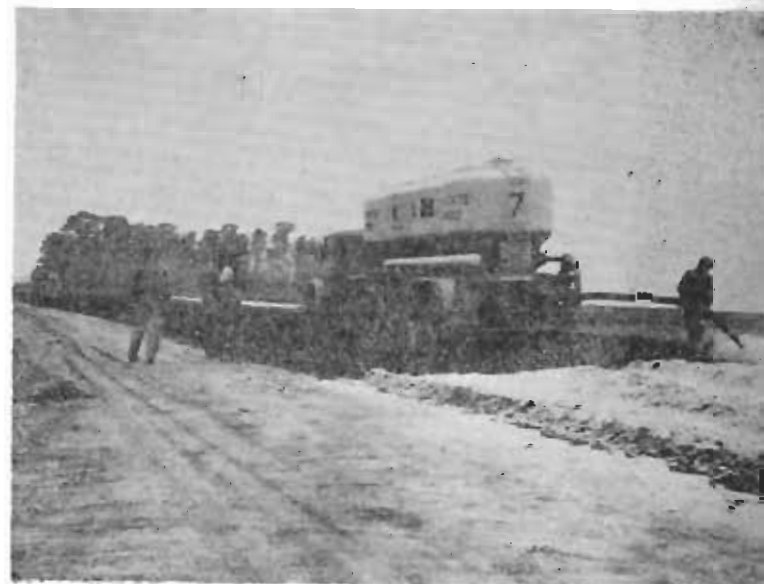
El proceso fue similar al anterior, con la única mejora que al retrabajar el material mediante escarificado y pulverizado, luego de un período mínimo de 3 ó 4 días de curado previo, presentó un aumento en el "grado de roturación" del suelo. Como consecuencia de ello y de la utilización de un adecuado equipo de riego (sistema a presión), se favoreció en algunos casos la impregnación de agua con

mezcladora rotativa, facilitando la uniformidad de humedad y el nivel de compactación final.

- Incorporación de cal sobre todo el ancho en dos etapas.

El criterio de distribución de cal a granel en dos fracciones sobre todo el ancho de la capa subrasante, se realizó adicionando sobre el suelo preparado un 50 % del agente estabilizante y el por ciento restante luego de un período de curado mínimo de 3 ó 4 días. En

Fotografía 3 — Distribución de cal sobre suelo de subrasante escarificado.



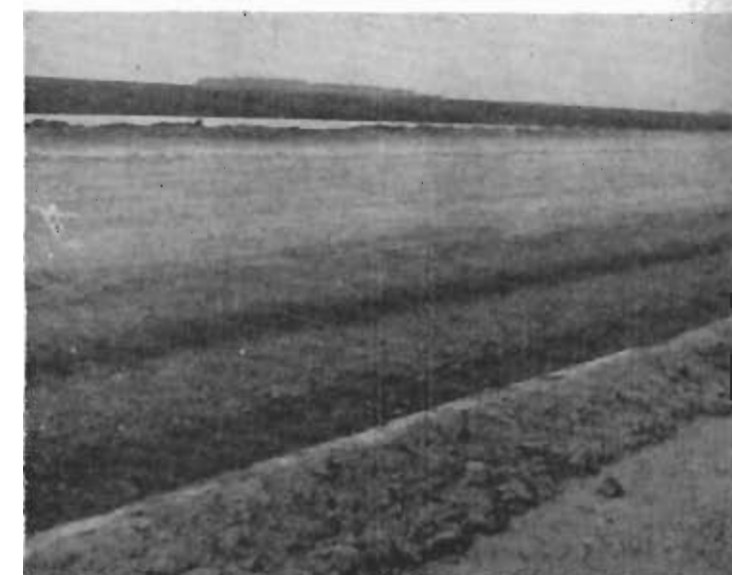
Fotografía 4 — Detalle de distribución de cal.



Fotografía 5 — Mezclado seco de suelo de subrasante y cal.



Fotografía 6 — compactado final con equipo pata de cabra dinámico.



este caso la cantidad de cal inicial actuó como correctora de plasticidad del material, facilitándose una roturación más efectiva, utilizándose la cal restante preferentemente como cementante. Este proceso permitió mejor homogeneidad de distribución de cal y agua y una acción más conveniente del agente.

d) Incorporación de cal en dos etapas sobre caballete.

El procedimiento fue similar al anterior, con la única variante de que la cal se dispuso so-

bre caballete; ello permitió aproximar un espesor correcto de suelo a tratar.

Las determinaciones de control de equipo realizadas en los tramos de sub-base de suelo seleccionado con cal, indicaron valores medios de rendimiento de 236 m²/hora en condiciones constructivas normales para tramos de 271 metros de longitud, utilizando dos cargas de camión distribuidor.

Este valor, para el caso de corrección de suelos arcillosos, se reduciría en un 20 % para construcción en dos etapas.

Fotografía 7 — Compactación final con equipo pata de cabra dinámico.



Fotografía 8 — Detalle de superficie al final de compactación con pata de cabra.



CONTROLES DE CONSTRUCCIÓN

Se efectuaron controles de compactación y de resistencia de compresión inconfundida comparando las condiciones de obra y de laboratorio.

En las capas de subrasante o sub-base de suelo natural (arcilloso o limoso), la densidad media de obra fue aproximadamente similar a la obtenida en laboratorio. Los suelos tratados con cal observaron en general un P. U. V. S. medio de obra de un 93 % del determinado sobre mezcla estabilizada en laboratorio, con dispersiones inferiores al 5 % en densidad y al 10 % en espesor (gráfico 3).

Para verificar la eficiencia del curado se controlaron tres tramos de 140 a 200 metros de longitud sobre capa construida de sub-base de suelo cal, determinando el P. U. V. S. inmediata, a los 7, 14 y 28 días de curado por el método del volumenómetro. Los resultados indicaron en general incremento apreciable de 0 a 14 días que luego se mantiene prácticamente constante, haciéndose evidente cuando se logra una densidad creciente que tiende hacia el resultado del Proctor Standard.

Los ensayos de resistencia — edad de curado —, comparando mezclas de obras y de laboratorio, indicaron para el primer caso densidades medias de 92 % del P. U. V. S. máximo, manteniéndose prácticamente constante la resistencia a 7 días de curado (gráfico 4). La mezcla con densidad de laboratorio aumenta

rápida su resistencia durante los primeros 14 días (+ 40 %) para luego crecer débilmente (fotografía 9).

IV) OBSERVACIONES

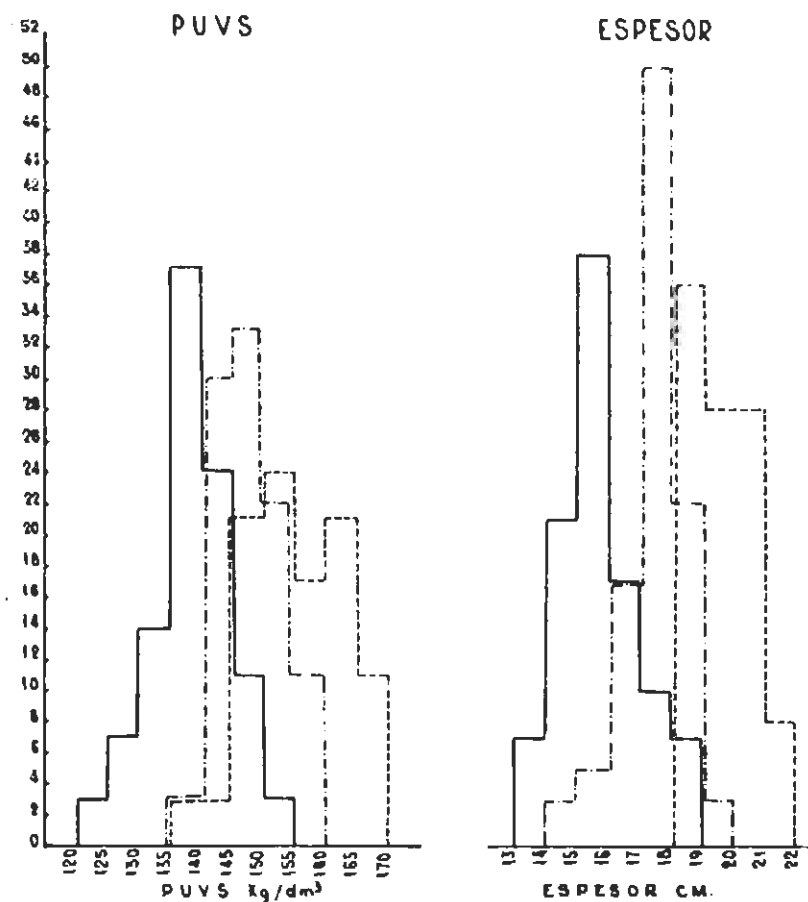
DE COMPORTAMIENTO

Durante los primeros días de curado se han observado agrietamientos superficiales en las capas construidas de suelo arcilloso corregido con cal. Ello ha sido el resultado de condiciones determinadas por un clima seco, de elevada temperatura media, no compensadas por la incorporación de la humedad adecuada durante el período de fragüe inicial.

El control mediante perforaciones en los tramos tratados de capas de subrasante y sub-base, respectivamente, luego de aproximadamente 10 meses de terminación, presentaron en general algunas características de diferenciación en función de la naturaleza del suelo. En el primer caso, el material de subrasante indicó reducción de plasticidad y adquirió una mejora en su resistencia según lo demostraron los ensayos orientadores de valor soporte sin embeber, en tanto que se mantuvieron las condiciones iniciales de humedad y características físicas de la sub-base intermedia de suelo-cemento. En lo que se refiere a la sub-base estabilizada con cal construida sobre capa de suelo seleccionado natural, el material mantuvo los valores de densidad inmediata de obra con reducido grado de cementación, probablemente

CONTROL DE EQUIPO									
TRAMOS EXPERIMENTALES									
CAMINO RAUCH-LAS FLORES									
CAPA SUB BASE SUELO CAL									
TABLA II									
OPERACION CONSTRUCTIVA	EQUIPO	ENTRO EN OBRA	INICIAL	FINAL	TOTAL		N° PASADA	N° COBERTURA	REFERENCIAS
		Flora, A. m. l. s.	Flora, A. m. l. s.	Flora, A. m. l. s.	Flora, A. m. l. s.	Flora, A. m. l. s.	Flora, A. m. l. s.	Flora, A. m. l. s.	
PREPARACION									
ESTRATIFICADO	MOTONIVELADORA	7	55	18	1	10	3	1	
PULVERIZADO	PULVERIZADOR	7	55	18	2	25	3	2	
ENCABALLADO	MOTONIVELADORA								
DISTRIBUCION	CAMION	7	45	7	50	22	1	1	
MEZCLADO									
MEZCLADO SECO	PULVERIZADOR	6	3	40	37	27	1	3	1
RIEGO	CAMION	7	30	37	42	4	3	7	
ACCIÓN HUMEDA	PULVERIZADOR	9	5	50	28	37	3	1	
COMPACTACION Y	PATA DE CABRA	5	10	4	14	5	4	27	
TERMINACION	RODILLO NEUMATICO	14	10	17	20	2	6	12	
PERFILADO	MOTONIVELADORA	14	35	12	55	20	3	1	
RENDIMIENTO (m³/h) 286									

CONTROL DE COMPACTACION DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS.
Grafico 3



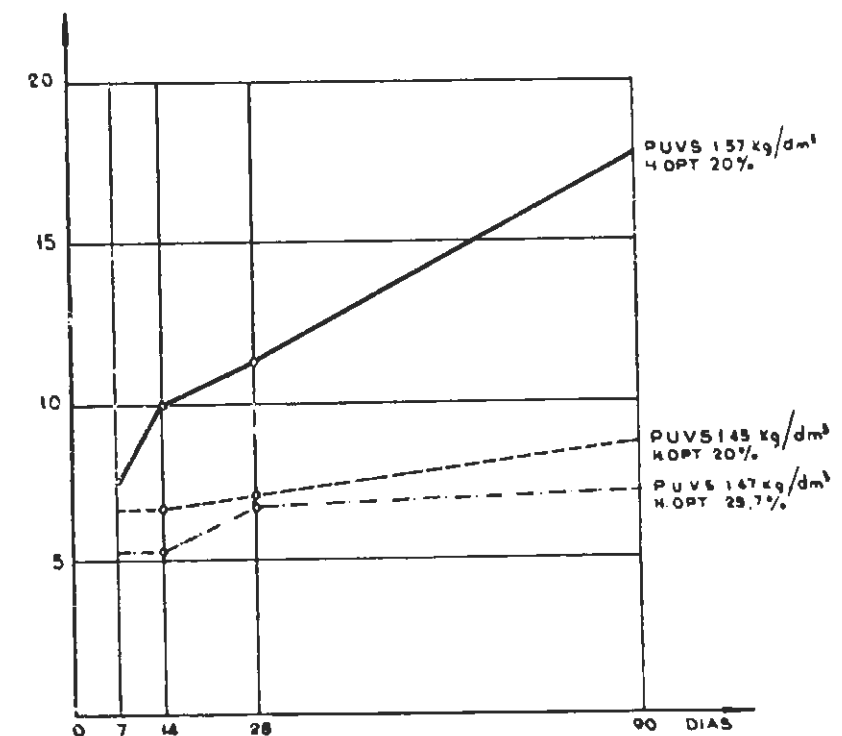
Referencias

SUB BASE S/CAL -----
SUB BASE C/CAL -----
SUB BASANTE C/CAL -----

TRAMO	PROGRESIVA Km.	CAPA	MATERIAL	PUVS			ESPESOR		
				LABORA- TORIO Kg/dm³	OBRA		PROYECTO CM	OBRA	
					PROMEDIO Kg/dm³	σ %		PROMEDIO CM	σ %
I	33-33,8	SUBRASANTE	SUELO ARCILLOSO	1,41	1,48	4,10	20	—	—
II	33,8-35,2	SUBRASANTE	SUELO C/4% CAL	1,47	1,38	5,1	20	15,4	10,4
I II	35-35,2	SUB-BASE	SUELO LIMOSO	1,54	1,54	4,9	18	19,1	6,2
III	35,2-38,0	SUB-BASE	SUELO C/4% CAL	1,58	1,48	3,6	18	17	5,9

RESISTENCIA EN FUNCION DE LA EDAD DE CURADO (SUELO CON 4% DE CAL)

Grafico 4



Referencias

SUELO LIMOSO MEZCLA Y COMPACTACION DE LABORATORIO -----
MEZCLA Y COMPACTACION DE OBRA -----
SUELO ARCILLOSO MEZCLA Y COMPACTACION DE LABORATORIO -----

PROGRESIVA Km.	MATERIAL	ENSAYOS IDENTIFICACION				ENSAYO COMPACTACION		VALOR SOPORTE %	
		LL %	IP %	P ₂₀₀	CLAS	PUVS Kg./dm³	H.OPT. %	S/E	E
37.373,	SUELO LIMOSO	30	9	79	A ₄ (6)	1,64	20	7	6
34.500	SUELO ARCILLOSO	44	12	67%	A ₇₋₅ (7)	1,47	26		

Fotografía 9 — Probeta de suelo-cal
luego de ensayo de compresión.



debido a que la naturaleza limosa del suelo hizo insuficiente el contenido de cal adoptado para lograr un adecuado crecimiento de la resistencia original.

Con el propósito de complementar las futuras observaciones de comportamiento relativo de subrasante y sub-base tratadas con cal de las distintas estructuras, se realizaron determinaciones de deflexiones sobre la superficie de rodamiento luego de dos años de construcción de las capas inferiores indicadas. Los valores medios generales obtenidos verifican el superior aporte estructural de las capas de sub-base de suelo-cal sobre subrasante natural ($R_1 = 41 / R_e = 42 \frac{1}{100}$ mm, tramo III) con respecto al caso inverso ($R_1 = 48 / R_e = 67 \frac{1}{100}$ mm, tramo II) en el cual existiría una capa compresible de suelo natural entre dos estratos semirrígidos.

V) CONCLUSIONES

El tratamiento con cal de los suelos arcillosos o limo-arcillosos resulta preferentemente aplicable para la corrección de las características de plasticidad, obteniéndose una adecuada resistencia por cementación lenta mediante conveniente dosificación. Para mejorar las propiedades de los suelos limosos con elevado contenido de material pasando el tamiz N° 200, se recomienda utilizar agentes de naturaleza puzzolánica.

Los tipos de mezclas citados pueden dosificarse en primera aproximación mediante el ensayo de resistencia de compresión confinada a 14 días de curado sin embebida final, adoptándose como especificación general un valor mínimo equivalente al 80 % del ensayo con mezcla de laboratorio en la aprobación de

obra. Este criterio debe ser tomado como de orientación, ya que hasta el presente no se ha normalizado un método de dosificación de suelo-cal, para lo cual se requeriría un estudio específico.

Constructivamente se recomienda el método de distribución de cal en dos etapas sobre todo el ancho de la subrasante para el caso de suelos arcillosos o limo arcillosos ($IP > 10$), para lograr en general un mayor rendimiento de la cal utilizada, incorporándose sobre caballetes cuando resulte necesario controlar adecuadamente el espesor correspondiente a la capa tratada.

Suelos limosos ($IP < 10$) con materiales de plasticidad moderada pueden ser convenientemente estabilizados mediante el criterio de agregado de cal en una sola etapa con terminación inmediata, ya que el grado de pulverización inicial y la homogeneidad de mezclado resultan aceptables trabajando el suelo en condiciones adecuadas de humedad.

Las exigencias de granulometría especificadas para el suelo luego del pulverizado final (100 % pasa tamiz N° 1, 60 % pasa tamiz N° 4) resultan en general convenientes si se practican los procedimientos de ejecución en las condiciones referidas.

Deberá procurarse en obra la obtención del 100 % de la densidad de laboratorio, no aceptándose en el control de compactación determinaciones sobre muestras aisladas inferiores al 92 % del valor máximo del Proctor Standard sobre mezcla de suelo-cal en laboratorio, para procurar la resistencia mínima referida anteriormente. Dicha capacidad portante puede lograrse manteniendo un curado mínimo sin tránsito durante 14 días y procurando evitar el tránsito pesado dentro de un período no menor de 28 días, en particular para los casos de capas de sub-base, favoreciendo un suficiente incremento de su resistencia.

Es conveniente mantener durante los primeros días de curado las condiciones óptimas de humedad, adoptando para el caso de capas superiores en estructura el criterio de proteger con una ligera capa de imprimación bituminosa, particularmente cuando las condiciones atmosféricas corresponden a un clima seco y de elevada temperatura. De este modo se controlarán los probables agrietamientos superficiales originados por contracción durante el proceso de fragüe lento y se facilitará una adecuada superficie de adherencia, sin posibilidad de material desintegrado.

Debe aclararse que las indicaciones generales referidas corresponden a las observaciones de tratamiento de suelos con moderado contenido de cal, objeto del ensayo.

Se sugiere como continuación el presente ensayo de carácter general, un estudio particular de la corrección y estabilización con cal de suelos de diferentes características, analizándose los métodos de dosificación teniendo en cuenta los criterios actuales de control de calidad de cal y verificando simultáneamente en obras las relaciones de control de construcción con los de laboratorio central y el comportamiento, durante el tiempo necesario, hasta que la mezcla adquiera las condiciones estables derivadas de los procesos de reacción físico-química que determinan la corrección y cementación lenta, respectivamente.

BIBLIOGRAFÍA

- Manual of Testing procedures, Texas Highway Department.
- Criterio de calidad y bases para la adquisición de suelos destinados a la corrección y estabilización de suelos: Ing. Félix J. Lina. Publicación N° 43 (D. V. B. A.).
- Lime Stabilization, H. H. B., Bulletin N° 333, Año 1962.

Fotografía 10 — Fisuras superficiales de contracción en capa de suelo-cal (subrasante).



Reglamentación del Funcionamiento de las Subdirecciones de la D.V.B.A.

RESOLUCIÓN Nº 997/968

Corresponde al Expte. 2.410-1.830/968.

La Plata, 28 de febrero de 1968.

Visto lo dispuesto por el decreto Nº 10.340 mediante el cual fuera aprobada la estructura del Ministerio de Obras Públicas, dentro de la cual queda involucrada la organización de la Dirección de Vialidad; y

CONSIDERANDO:

Que mediante resolución Nº 4.712 de fecha 2 de noviembre de 1967, fueron designados dentro de la organización mencionada correspondiente a la Dirección de Vialidad, tres Subdirectores, conforme al organigrama previsto, en el aspecto administrativo, técnico y ejecutivo.

Que conforme a lo previsto en el artículo 2º de la resolución mencionada se encomendó a los Subdirectores designados la reglamentación de las dependencias a su cargo, tarea que a la fecha ha quedado finiquitada.

Que es necesario poner en movimiento definitivo el funcionamiento de las subdirecciones al principio aludidas, para lo cual se hace indispensable determinar las atribuciones de cada subdirector.

Por todo ello, el INTERVENTOR EN LA DIRECCION DE VIALIDAD DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES, en uso de las atribuciones que le confiere el decreto Nº 748/966,

RESUELVE:

1º) Aprobar el reglamento de funcionamiento de las tres subdirecciones mencionadas en los considerandos de la presente, fijándose en cada caso las atribuciones de los Subdirectores, conforme a la discriminación que se consigna en el articulado del mismo y que a continuación se detalla:

I

SUBDIRECCIÓN ADMINISTRATIVA

Artículo 1º. La Subdirección Administrativa será ejercida por un funcionario de carrera de la dirección que deberá tener título de abo-

gado, contador público nacional o doctor en ciencias económicas. Tendrá bajo su dependencia a los departamentos Administrativo y Contable de la Dirección.

Artículo 2º. La Subdirección Administrativa tendrá las siguientes funciones básicas:

- a) Resolver en todo lo atinente al orden administrativo y contable de la dirección en la esfera de su competencia atendiendo, asimismo, a la registración y demás funciones administrativas de las otras subdirecciones en las tareas de esta naturaleza que a cada una de ellas les son asignadas.
- b) Llevar un registro general de las resoluciones que dicten el director y los tres subdirectores.
- c) Proveer y resolver en todo lo referente al cumplimiento del horario, asistencia y pases del personal bajo su dependencia, ejerciendo sobre el mismo la potestad disciplinaria, excepto las medidas de cesantía y exoneración que serán de competencia del director, y otorgar las licencias y horarios especiales previstos por los artículos 170, 175, 185, 193, 202, 208, 212, 217, 219, 221, 223, 228, 232, 233, 234 y del Estatuto Escalafón. En lo referente al personal de las otras subdirecciones resolverá a propuesta de los respectivos subdirectores.
- d) Centralizar, controlar y supervisar las compras y suministros que deriven de su tarea específica y autorizar las compras y suministros de acuerdo con los montos que sean de su competencia.
- e) Llevar el registro del patrimonio de la dirección por medio de la dependencia correspondiente.
- f) Dirigir y ordenar el trámite administrativo de la dirección.
- g) Autorizar las órdenes de pasaje y cargas llevando el registro correspondiente.
- h) Realizar, previa autorización de la dirección, los llamados a concursos para ingreso y promoción del personal.
- i) Presidir las licitaciones y concursos de precios, pudiendo delegar tales tareas.

- j) Dirigir la actividad periodística autorizando las publicaciones que deban efectuarse.
- k) Supervisar el régimen de calificaciones.
- l) Proveer lo necesario para el funcionamiento del Consejo Asesor.
- m) Llevar actualizada la información sobre ingresos y egresos del Fondo de Vialidad.
- n) Preparar el anteproyecto del presupuesto de funcionamiento de la dirección.
- o) Autorizar las devoluciones de los depósitos de garantía.
- p) Autorizar el pago de retribuciones por horas extraordinarias, aprobadas según el artículo 12º.
- q) Autorizar el pago de haberes pendientes, reintegros del artículo 326º del Estatuto Escalafón e indemnizaciones por accidentes de trabajo.

II

SUBDIRECCIÓN TÉCNICA

Artículo 3º. La Subdirección Técnica será ejercida por un funcionario de carrera de la dirección que deberá tener título de ingeniero, especializado en materia vial. Tendrá bajo su dependencia a los departamentos Estudios y Proyectos, Estudios Técnicos y Económicos y Pavimentos Urbanos.

Art. 4º. La Subdirección Técnica tendrá las siguientes funciones básicas:

- a) Estudiar las necesidades viales de la Provincia y proponer planes para la integración y perfeccionamiento de la red de caminos.
- b) Preparar los estudios técnicos y económicos que requieran sus funciones.
- c) Preparar el anteproyecto de presupuesto de capital de la dirección, requiriendo de la Subdirección Ejecutiva y de la Secretaría Técnica, la información correspondiente a la competencia de éstas.
- d) Aprobar, de acuerdo con el plan de obras vigente, los proyectos de obras nuevas y de reconstrucciones ordenando los llamados a licitación.
- e) Expedirse sobre las modificaciones de proyectos que le proponga la Subdirección Ejecutiva.

- f) Proponer las expropiaciones necesarias para la ejecución de las obras viales.
- g) Confeccionar y mantener actualizado el padrón para la liquidación y percepción de la Contribución de Mejoras.
- h) Proveer lo necesario para mantener actualizada la tecnología vial.
- i) Cooperar, con los elementos a su cargo, con la tarea técnica de las demás dependencias de la dirección.
- j) Podrá formular programas de capacitación y perfeccionamiento del personal.
- k) Asesorar a las municipalidades en materia de pavimentos urbanos y caminos rurales y aprobar los proyectos de obras urbanas que se les sometan a su consideración.
- l) Designar, eligiendo entre todos los profesionales de la dirección, las comisiones que deban dictaminar sobre las propuestas en las licitaciones o sobre cualquier otra materia y emitir opinión en el caso en que corresponda elevar el expediente a la dirección.
- m) Proponer las medidas a que se refiere el artículo 2º inciso c).

III

SUBDIRECCIÓN EJECUTIVA

Artículo 5º. La Subdirección Ejecutiva será ejercida por un funcionario de carrera de la dirección que deberá tener título de ingeniero, especializado en materia vial. Tendrá bajo su dependencia a los departamentos Construcciones, Conservación, Talleres y las zonas viales.

Art. 6º. La Subdirección Ejecutiva tendrá las siguientes funciones básicas:

- a) Dar las directivas a que deberán sujetarse la construcción y la conservación de las obras. Las obras de construcción y reconstrucción serán fiscalizadas por el Departamento Construcciones, salvo aquellas realizaciones de menor envergadura, las que podrán quedar bajo la supervisión de las zonas.
- b) Aprobar dentro de los límites del artículo 33 de la ley 6.021 las modificaciones de obra, previa intervención de la Subdirección Técnica, reajustando los plazos contractuales, si correspondiere.

- c) Autorizar las prórrogas de los plazos contractuales en los casos previstos por la ley 6.021.
- d) Firmar los certificados de obra y toda constancia que expida la dirección con relación a obra.
- e) Confeccionar y remitir a la Subdirección Técnica en las épocas que correspondan, el anteproyecto de presupuesto para la obra de prosecución y adquisición de equipos.
- f) Preparar y elevar anualmente el plan de obras de conservación.
- g) Aprobar los proyectos de obras de conservación, de acuerdo con el plan de obras vigente, disponiendo los llamados a licitación si correspondiere.
- h) Designar, eligiendo entre todos los profesionales de la dirección, las comisiones que deban dictaminar sobre las propuestas en las licitaciones mencionadas en el inciso anterior o sobre cualquier otra materia y emitir opinión en el caso en que corresponda elevar el expediente a la dirección.
- i) Estudiar las necesidades de equipo y automotores y proponer planes periódicos de renovación.
- j) Dar las directivas para la utilización y conservación de los equipos y automotores.
- k) Autorizar, de acuerdo con el plan aprobado, las licitaciones para la compra de equipos y automotores.
- l) Proponer las medidas a que se refiere el artículo 2º inciso c).

IV

DISPOSICIONES COMUNES

A LAS SUBDIRECCIONES

Artículo 7º. Los subdirectores, en la materia de su competencia, antes de resolver emitirán opinión y recabarán dictamen del Consejo Asesor, con lo que quedará integrado el trámite dentro de la dirección. En caso de discrepancia entre la opinión del subdirector y el

Consejo Asesor, se someterá el asunto a resolución del director.

Art. 8º. Los subdirectores propondrán los llamados a concurso para ingreso y promociones del personal e integrarán los jurados, pudiendo delegar esta última función.

Art. 9º. Los departamentos adecuarán su funcionamiento a las disposiciones que dicten los subdirectores.

Art. 10º. La enumeración que de las funciones de los subdirectores se hace en los artículos 2º, 4º y 6º, es enunciativa y no excluye el ejercicio de aquellas que dentro de la órbita de su competencia sean necesarias para el cumplimiento de su gestión.

Art. 11. Los subdirectores podrán recabar informes de otras dependencias de la Administración y remitirles actuaciones de toda índole.

Art. 12. Los subdirectores autorizarán y aprobarán la realización de tareas y horarios extraordinarios.

Art. 13. Los subdirectores proyectarán las resoluciones o las bases para las mismas que deba suscribir el director. Asimismo deberán cumplir y hacer cumplir las resoluciones, instrucciones y órdenes en general que emanen de este funcionario.

Art. 14. Los subdirectores adoptarán las medidas necesarias o las propondrán al director, según correspondan, para la organización de los departamentos bajo su dependencia.

Y

DISPOSICIONES TRANSITORIAS

Artículo 15. Hasta tanto se dicte la ley orgánica para la dirección, las resoluciones de los subdirectores que correspondan a facultades que actualmente son de competencia del presidente del directorio, serán convalidadas por el interventor.

Art. 16. Dentro de los noventa (90) días de la aprobación de la presente, los subdirectores presentarán la organización y funciones de los departamentos a su cargo.

2º) Regístrese, comuníquese a todas las dependencias de la repartición.

CONTROL Y ACEPTACION DE MEZCLAS BITUMINOSAS POR METODOS ESTADISTICOS

W. H. Mills y O. S. Fletcher

HIGHWAY RESEARCH RECORD,
Nº 184, 1967, págs. 25-54

Últimamente se ha tratado en la mayoría de los Departamentos de carreteras de EE. UU. de dar una interpretación literal a las especificaciones y conseguir su estricto cumplimiento, lo cual ha causado muchas dificultades a los ingenieros. Cualquiera que esté familiarizado con los materiales y su ensayo sabe que éstos no son uniformes y que, a pesar del control que se lleve, existe una gran probabilidad de que algunos resultados no se ajusten a los límites especificados, aunque la media de todos ellos esté dentro de estos límites. La variación de los resultados es un hecho admitido de tal forma que cuando no se producen las variaciones normales, se sospecha que los datos no son correctos, o han sido arreglados.

Transcripción del Boletín de Información,
Laboratorio del Transporte y Mecánica del
Suelo, Nº 64, España, diciembre de 1967.

Existen muchas razones a las que puede atribuirse este hecho. Algunas de ellas pueden ser, por ejemplo, los cambios en la granulometría de los áridos o en sus proporciones, o la falta de control en algunos de los procesos seguidos. Otras son aleatorias y pueden provenir de factores casuales que intervienen en el proceso de preparación, en la selección de las muestras o en la ejecución de los ensayos. Cualquiera de estas causas o una combinación de ellas en la preparación y manejo de las materias primas, en la mezcla, colocación, toma de muestras y ensayos pueden influir sobre los resultados individuales de los ensayos.

Estos fueron los motivos que impulsaron al South Carolina Highway Department a la investigación aquí expuesta. Para el estudio se seleccionaron mezclas bituminosas en caliente ya que su uso está muy extendido en todo el Estado.

El Departamento solicitó la colaboración y ayuda financiera del U. S. Bureau of Public Roads que, después de revisar el programa propuesto, autorizó el empleo de fondos destinados a la investigación de carreteras para costear parte del trabajo.

Las metas principales de esta investigación eran las siguientes:

- 1-Fase I-Desarrollar métodos estadísticos para el control de calidad y aceptación de los componentes de mezclas en caliente para una obra en construcción.
- 2-Fase II-Comprobar mediante muestras las composiciones definitivas (ya aceptadas y puestas en obra) con el fin de verificar los métodos de control de calidad empleados durante la construcción.
- 3-Fase III-Desarrollar un programa estadístico de control de calidad para el ensayo y recepción de obras normales con materiales asfálticos, ensayando estas especificaciones en un mínimo de tres obras situadas en diferentes puntos del Estado.
- 4-Fase IV-Desarrollar un modelo de especificaciones, empleando conceptos estadísticos basados en los resultados de los estudios realizados en esta investigación.

Los trabajos "in situ" correspondientes a las fases I y II se realizaron simultáneamente durante el otoño de 1964 en una obra cerca de Greenville. Los correspondientes a la fase III se comenzaron durante la primavera de 1965 finalizándose en octubre del mismo año. En ellos se incluyeron cuatro plantas situadas en diferentes puntos del Estado.

FASES I Y II

1. GENERALIDADES

Para los trabajos de estas fases se establecieron las siguientes normas:

1-La toma de muestras y los ensayos se efectuarían totalmente al margen del control de obra y sus resultados no se emplearían para las operaciones normales de éste.

2-Todas las tomas de muestras se harían sobre una base aleatoria, empleando números aleatorios para elegir el punto de toma. De cada punto, se obtendrían dos muestras distintas, cada una de las cuales se dividiría en dos que se ensayarían por separado. De esta forma se obtendrían cuatro resultados para cada punto.

3-Las muestras se tomarían de la mezcla ya cargada en camión al pie de la planta, de la mezcla inmediatamente detrás de la extendidora y del firme ya terminado.

4-Todos los ensayos se realizarían con los métodos de control empleados normalmente por el Departamento.

2. TOMA DE MUESTRAS ALEATORIAS

Probablemente la característica más importante de este estudio fue el desarrollo de un método para eliminar sesgos estadísticos en la toma de muestras. Todos los trabajos de toma de muestras se realizaron sobre una base aleatoria y el método empleado no dio oportunidad al técnico encargado de realizarlos de elegir por su cuenta el sitio y momento de las extracciones.

Se hicieron toda clase de esfuerzos para conseguir que la extracción fuese lo más mecánica posible con el fin de eliminar, o al menos minimizar, los sesgos debidos al operador.

Lógicamente, las muestras obtenidas de forma tradicional suelen introducir sesgos, ya que el operador puede aceptar o rechazar un material según su propio criterio, y éste depende de su entrenamiento y experiencia, los cuales no son suficientes en muchos casos; por otra parte, su criterio puede estar influenciado por prejuicios, por un dolor de cabeza, por tiempo, etc. Por el contrario, las muestras aleatorias ofrecen datos que permiten hacer unas estimaciones seguras de las variaciones de un producto. Sólo por medio de muestras aleatorias es posible aplicar las leyes de probabilidad y estadística de una forma adecuada en el análisis de los datos de ensayo.

3. MÉTODOS DE TOMA DE MUESTRAS

3.1 Mezclas de los camiones

Los puntos de extracción en las mezclas cargadas en camiones se determinaron extendiendo sobre la superficie de la mezcla una malla de 30 cuadros de aproximadamente 30 por 30 cm cada uno. La posición de la malla en el camión (parte delantera, centro o parte trasera) se determinó mediante números aleatorios, igual que la elección del cuadro en el cual se debía hacer la extracción. En un principio se hacían penetrar en la mezcla unos botes de 1,36 kg (48 onzas), para hacer la extracción; este procedimiento dio buenos resultados en la superficie de la mezcla y con áridos de tamaño pequeño, pero los botes eran demasiado frágiles y no recogían suficiente material cuando la mezcla contenía áridos de gran tamaño. Por ello se fabricó un toma-muestras mayor y más robusto con un molde cilíndrico de hormigón armado de 15 cm (seis pulgadas) de diámetro, que servía para todas las mezclas. Para obtener la muestra el operador se subía al camión, colocaba la malla en la posición previamente fijada (delante, centro o detrás) y a continuación introducía el molde de extracción en la mezcla, justamente en el cuadro preseleccionado de la malla. A continuación el operador retiraba el material que rodeaba al molde y con ayuda de una pala que introducía por debajo de éste, lo sacaba de la mezcla pasándolo finalmente a una bandeja de aluminio. Para preparar las muestras de mayor tamaño necesarias para los ensayos Marshall y granulométricos se extraía una cantidad adicional de mezcla del mismo cuadro. La temperatura de la mezcla se tomaba introduciendo un termómetro justamente al lado del molde de extracción.

Mezclas recién extendidas

Estas muestras se tomaban en un punto situado inmediatamente detrás de la extendidora. Se intentó seguir el curso a los camiones de los que se habían extraído muestras en la planta, pero fue imposible determinar si la mezcla tomada de detrás de la extendidora era la misma ensayada en la planta. Los puntos de extracción, a lo largo de la anchura de extendido, se seleccionaron por medio de números aleatorios.

Mezclas compactadas

La longitud del pavimento se dividió en tramos de unos 90 m y secciones de 30 m. Las secciones a ensayar se eligieron mediante

números aleatorios, al igual que la posición de los puntos de extracción dentro de las mismas.

4. ANALISIS DE DATOS - FASE I

Resultados de los ensayos individuales

En las figuras 1, 2 y 3 se comparan los resultados de las muestras aleatorias con los obtenidos en el control de la planta, las especificaciones y la fórmula de trabajo. Durante este estudio se realizó el control de la planta de fabricación en la forma acostumbrada.

En la figura 1 se puede ver que el contenido de betón de una mezcla para capa de rodadura cae dentro de los límites fijados en la fórmula de trabajo un 91 % de las veces con muestras de control de rutina y un 70 % con muestras aleatorias.

La figura 2 muestra que el porcentaje que pasa al tamiz Nº 4 en la misma mezcla cae dentro de los límites permitidos por la fórmula de trabajo un 50 % de las veces con muestras de rutina y un 70 % con muestras aleatorias. Con ambos tipos de muestras se sobrepasan los límites de las especificaciones.

La figura 3 muestra que el contenido de betón en una mezcla para capa intermedia cae dentro de los límites fijados en la fórmula de trabajo un 80 % de las veces con muestras de rutina y un 65 % con muestras aleatorias.

Tolerancias

En la tabla 1 se indican las tolerancias sobre el valor medio necesarias para incluir todos los resultados de ensayo [basados en resultados individuales ($n = 1$) para las muestras de rutina y las aleatorias].

Estas figuras muestran claramente la imposibilidad de esperar que todas las muestras caigan dentro de las tolerancias actualmente permitidas en la fórmula de trabajo.

Gráficos de control

La técnica de gráficos es la base del sistema de control de un proceso de fabricación por métodos estadísticos. En los gráficos de control sobre especificaciones, la media o valor central ($\bar{x}$) es una norma de producción ya fijada. Para las mezclas bituminosas éste podría ser el valor señalado en la fórmula de trabajo para el contenido de betón o el porcentaje pasando por un determinado tamiz. Los límites de control se establecen a partir de este valor medio empleando fórmulas normalizadas en las que se determina previamente el riesgo que corre la Administración

en aceptar un material defectuoso o el riesgo del contratista en que le sea rechazado un material adecuado, especificando al mismo tiempo la diferencia máxima admisible en el valor medio del material aceptable o rechazable.

A partir de los datos obtenidos se prepararon los gráficos de control, para lo cual se emplearon los resultados de cinco muestras por lote, siendo cada lote equivalente, aproximadamente, a la producción de un día. Se prepararon los gráficos de control para capa de rodadura con 7 lotes referentes a los tamices de 1/2 pulgada, Nº 4, Nº 10, Nº 40 y Nº 200 y al contenido de betún. En la figura 4 se dan los de este último y los del tamiz Nº 4.

En el correspondiente al tamiz Nº 40 se ve que los valores de 4 de los 7 lotes están por

debajo del límite de tolerancia, lo cual indica que la mezcla no se ajustó a la fórmula de trabajo en este tamaño. En cuanto al contenido de betún, sólo está fuera de las tolerancias un lote. El valor medio de los resultados de ensayo está muy cerca del valor fijado en la fórmula de trabajo.

Con mezclas para capa intermedia se prepararon gráficos de control con 14 lotes, para los tamices de 1 pulgada, Nº 4 y Nº 10 y para el contenido de betún. En la figura 5 se dan los resultados típicos, con 10 lotes solamente, para el tamiz de 1" y para el contenido de betún.

En el primero, las medidas de 3 de los 10 lotes se salen de los límites de control. Además la media del total es superior al valor de la fórmula de trabajo, lo cual indica que la mezcla no se ajustó a dicha fórmula. En

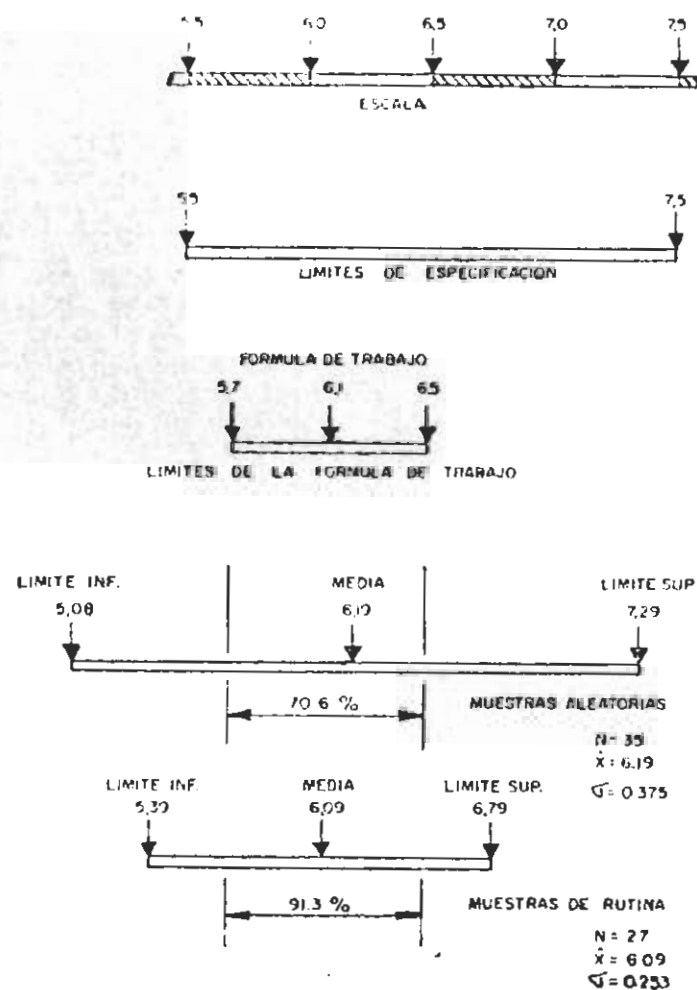


Fig. 1. - Comparación de límites: capa de rodadura, contenido de betún.

el contenido de betún los resultados muestran una gran dispersión pero están dentro de las tolerancias.

5. ANALISIS DE LOS DATOS. FASE II

Comparación entre los resultados de la planta y de la carretera

En las tablas 2 y 3 se dan los resultados de las muestras tomadas de los camiones en la planta y en la carretera después del extendido y de la compactación. Estos datos muestran una concordancia aceptable entre los valores medios de los tres grupos de muestras, lo cual indica que los métodos de extracción dan muestras representativas.

En varios casos los valores medios correspondientes a las muestras extraídas de la carretera después de la compactación contienen más finos que los correspondientes a otras fuentes. En la mezcla para capa intermedia

los porcentajes que pasan por los tamices 4 y 200 en las muestras compactadas son mayores, en todos los casos, que los porcentajes de las muestras extraídas en la planta y en la carretera sin compactar, lo que indica que se ha producido una cierta degradación.

Las desviaciones típicas de los resultados pertenecientes a las tres fuentes no son muy diferentes, por lo general, para una magnitud particular, como el contenido de betún o los porcentajes en cada tamiz.

Comparación con las especificaciones

Los datos de las tablas 2 y 3 indican que en muchos casos el valor medio de los resultados de ensayo es bastante diferente del valor medio de las especificaciones. En estos casos la proporción de los resultados de ensayo que cae fuera de los límites es mayor de la que sería si la media coincidiera con la media de las especificaciones.

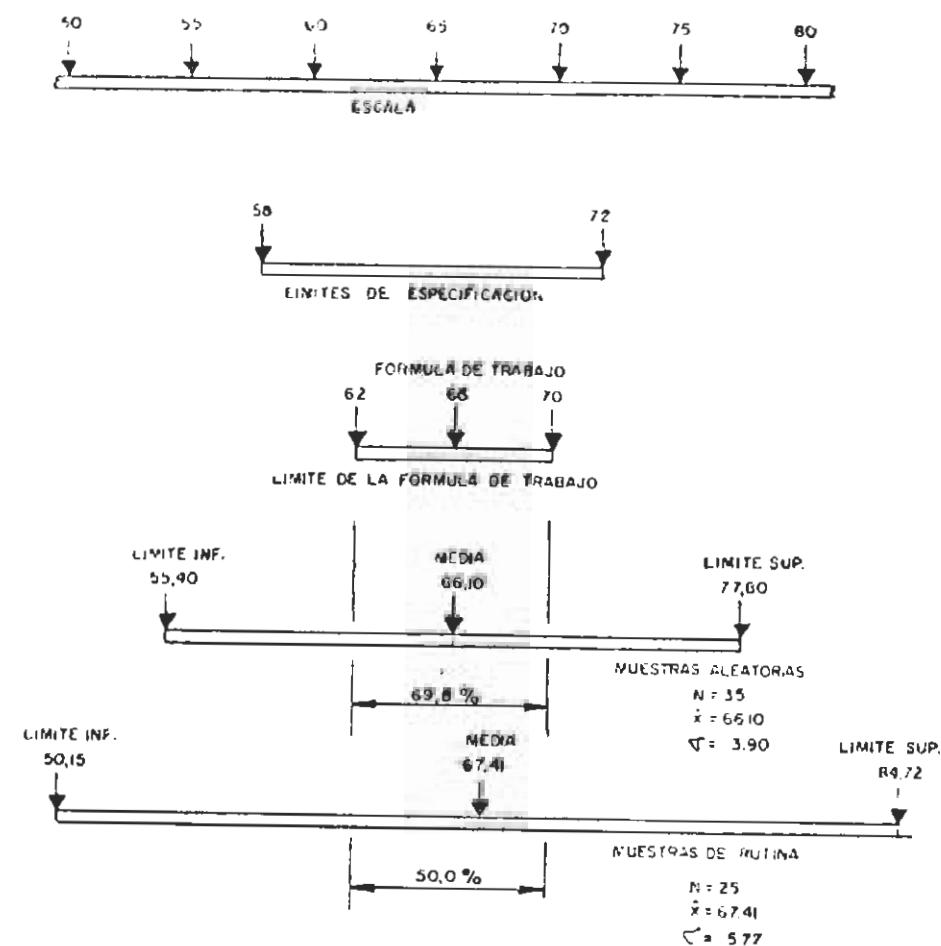


Fig. 2. - Comparación de límites: capa de rodadura, % que pasa por el tamiz Nº 4.

6 ANALISIS DE VARIANZA - FASES I y II

En este estudio particular, la varianza total (σ_t^2) en el contenido de betún o en el porcentaje que pasa un determinado tamiz, se compone de la varianza de camión a camión o de unidad a unidad (σ_u^2), más la varianza dentro del camión o de la unidad (σ_w^2), y la varianza debida a las operaciones de ensayo (σ_e^2).

Con el fin de conseguir datos para llevar a cabo este análisis se decidió obtener muestras separadas de dos puntos seleccionados en forma aleatoria dentro de cada una de las unidades también elegidas de forma aleatoria y reducir cada una de estas muestras a dos porciones de ensayo.

En la tabla 2 se dan los datos correspondientes a la mezcla para la capa de rodadura y en la tabla 3 los correspondientes a la capa

intermedia. Los valores obtenidos para las componentes de la varianza total no llevan a conclusiones definitivas. Por lo general, el efecto de la varianza σ_u^2 es el más importante y le sigue en importancia σ_w^2 . La más pequeña es σ_e^2 .

La primera constituye, esencialmente, un problema de fabricación. La debida al ensayo es problema de inspección y los numerosos casos en que ésta alcanza grandes valores con relación a la varianza total aconsejan un cuidadoso estudio para reducirla.

FASE III

1. GENERALIDADES

En esta parte del estudio estaba incluida la preparación y ensayo de un método de

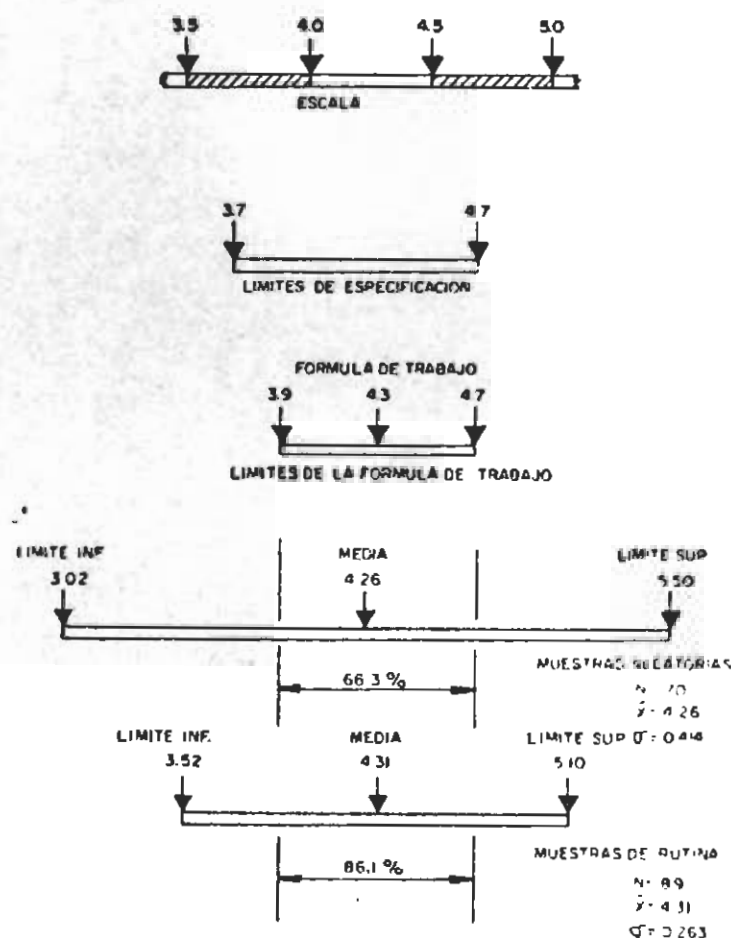


Fig. 3. - Comparación de límites: capa intermedia, contenido de betún.

TABLA 1

LÍMITES SUPERIOR E INFERIOR

CONCEPTO	TOLERANCIA FÓRMULA DE TRABAJO	99,7 % de las veces (3 σ)		95 % de las veces (2 σ)	
		M. Rutina	M. Aleat	M. Rutina	M. Aleat
a) Mezcla para capa de rodadura					
Tamiz ½"	± 7	± 11.0	± 3.6	± 7.3	± 5.7
Pasa Nº 4	± 4	± 17.3	± 11.7	± 11.5	± 7.8
Pasa Nº 10	± 4	± 14.8	± 10.3	± 9.8	± 6.9
Pasa Nº 40	± 4	± 9.3	± 5.1	± 6.2	± 3.4
Pasa Nº 200	± 2	± 4.4	± 3.2	± 2.9	± 2.1
Contenido de betún	± 0.4	± 0.70	± 1.11	± 0.46	± 0.74
b) Mezcla para capa intermedia					
Tamiz 1"	± 7	± 7.6	± 11.8	± 5.1	± 7.9
Tamiz Nº 4	± 4	± 10.8	± 14.2	± 7.2	± 9.5
Tamiz Nº 10	± 4	± 9.9	± 12.0	± 6.6	± 8.1
Contenido de betún	± 0.4	± 0.79	± 1.24	± 0.52	± 0.82

control y aceptación basándose en la experiencia adquirida durante las fases I y II, así como las operaciones "in situ" a efectuar en cuatro plantas diferentes.

2. OPERACIONES "IN SITU"

Con el fin de ampliar la base experimental, el plan de trabajo de esta fase incluía diferentes procedimientos, diferentes áridos y diferentes tipos de planta. La toma de muestras se efectuó en los camiones cargados empleando el método de la malla antes citado. El momento para la toma de muestras, la carga de la cual se debían extraer, la posición de la malla en el camión y el cuadro destinado a la extracción se determinaron previamente mediante números aleatorios.

3. GRÁFICOS DE CONTROL SOBRE ESPECIFICACIONES

Los datos sobre granulometría de los áridos y contenido de betún correspondientes a cada planta se representaron en gráficos de control. El valor medio o central de cada gráfico era el valor de la fórmula de trabajo aprobada. Los límites de control se calcularon por medio de una fórmula normalizada empleando desviaciones típicas obtenidas de los datos de la obra de Greenville. En algunos casos se estimaron las desviaciones para un cierto tamaño de tamiz.

En la figura 5 vemos los resultados obtenidos en la central de Pacolet para el tamiz N° 4 y para el contenido de betún; en ellos las desviaciones típicas se estimaron con arreglo a la obra de Greenville. Aquí cada lote equivalía a una producción de 1.260 t en lugar de la producción diaria, como en los gráficos anteriores.

El detallado análisis de los 35 gráficos que contenían datos sobre las cuatro plantas motivó algunos cambios en el método de ensayo, llegándose al mismo tiempo a las siguientes conclusiones:

- 1 - El procedimiento aquí empleado para obtener muestras aleatorias, tanto en lo que respecta a la determinación previa de los puntos como a la extracción del material de muestra, puede realizarse fácilmente por la inspección normal de obra.
- 2 - El sistema de control y recepción de mezclas bituminosas es satisfactorio tanto desde el punto de vista de la Administración como del contratista.
- 3 - Los gráficos de control sobre especificación con el valor central dado por la fórmula de trabajo y límites de control fijados con las desviaciones típicas obtenidas en otras obras incluidas en esta investigación, pueden desarrollarse inicialmente para cada obra por la sección de ensayos.

TABLA 2

COMPARACIÓN ENTRE LAS MUESTRAS DE CAPA DE RODADURA OBTENIDAS
EN LA PLANTA, LA EXTENDEDORA Y LA CARRETERA COMPACTADA
GREENVILLE, S. C.

Situación	Ensayo de extracción	Límite espec. %	Gráfico de control		Análisis de varianza (*)					
			$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$	σ_1	σ_1^2	σ_b^2	σ_w^2	σ_e^2
Planta	Tamiz 1/2"	87-97	92.0	2.88	91.8	3.10	9.62	2.45	0	7.60
Extendedora			90.0	4.00	90.7	3.52	12.41	8.74	0	3.50
Compactada			92.2	3.30	92.1	3.16	10.02	0	2.18	6.19
Planta	Tamiz N° 4	58-72	66.1	3.90	66.8	3.92	15.37	9.70	0	5.15
Extendedora			65.2	5.71	65.7	5.84	34.06	30.9	0	4.75
Compactada			65.0	4.32	65.2	4.28	18.34	0	10.18	8.11
Planta	Tamiz N° 10	42-58	52.0	3.45	52.6	3.69	13.59	8.33	1.76	3.69
Extendedora			53.0	4.98	52.7	5.60	31.35	28.15	0	5.04
Compactada			54.3	3.92	54.5	4.01	16.11	0	11.36	7.39
Planta	Tamiz N° 40	21-35	28.1	1.70	28.3	1.91	3.64	2.28	0	1.40
Extendedora			28.0	1.41	28.5	2.34	5.48	4.92	0	1.00
Compactada			28.7	1.85	28.8	2.08	4.31	0	2.51	2.09
Planta	Tamiz N° 200	4-10	5.7	1.06	5.8	1.15	1.32	1.15	0	0.18
Extendedora			5.7	1.20	6.34	1.38	1.91	0	0	1.44
Compactada			6.0	1.04	6.4	1.93	1.05	0.30	0.48	0.20
Planta	(Betún)	5.5-7.5	6.19	0.37	6.23	0.37	0.14	0.08	0	0.04
Extendedora			6.00	0.43	6.02	0.33	0.11	0.06	0	0.05
Compactada			6.15	0.32	6.12	0.28	0.08	0	0	0.04
N° de ensayos efectuados			40							
Planta (camión)			24							
Detrás de la extendedora			128							
Carretera compactada										

(*) En el análisis de varianza se han utilizado cuatro veces más muestras que para los gráficos de control.

(*) En el análisis de varianza se han utilizado cuatro veces más muestras que para los gráficos de control.

T A B L A 3

COMPARACIÓN ENTRE LAS MUESTRAS DE CAPA INTERMEDIA OBTENIDAS EN LA
PLANTA, LA EXTENDEDORA Y LA CARRETERA COMPACTADA - GREENVILLE, S. C.

Situación	Ensayo de extracción	Límit. espec. %	Gráfico de control		Análisis de varianza (*)					
			$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$	σ_1	σ_1^2	σ_w^2	σ_b^2	σ_e^2
Planta	Tamiz 1"	80-97	93.4	3.95	93.9	4.13	17.09	0	2.61	13.01
Extendedora			93.8	5.19	93.3	4.07	15.56	3.35	0	12.25
Compactada			93.4	4.70	93.7	4.48	20.07	4.59	0	15.43
Planta	Tamiz Nº 4	35-50	40.6	4.76	40.8	4.61	21.25	8.47	5.37	7.52
Extendedora			40.1	6.79	41.3	6.01	36.14	21.20	0	12.87
Compactada			43.1	4.42	42.9	4.54	20.60	4.23	7.36	8.67
Planta	Tamiz Nº 10	25-35	32.2	4.06	32.2	3.90	15.24	7.22	3.68	4.43
Extendedora			32.2	5.46	32.9	4.83	23.3	14.03	0	8.38
Compactada			34.8	3.51	34.6	3.74	13.96	0	5.86	5.91
Planta	Tamiz Nº 40	-	18.0	2.09	18.1	2.18	4.74	2.17	1.14	1.46
Extendedora			18.3	2.00	18.5	2.34	5.48	3.18	0	2.37
Compactada			19.7	2.00	19.9	2.62	13.15	2.24	0	10.87
Planta	Tamiz Nº 200	-	4.1	0.53	4.1	0.54	0.30	0.17	0.05	0.09
Extendedora			4.0	0.49	4.1	0.58	0.38	0.18	0	0.18
Compactada			4.3	0.67	4.3	0.67	0.44	0.11	0.18	0.15
Planta	(Botón)	3.7-4.7	4.26	0.41	4.26	0.38	0.15	0.04	0.04	0.06
Extendedora			4.18	0.59	4.26	0.54	0.29	3.17	0.05	0.05
Compactada			4.32	0.47	4.30	0.45	0.20	0.09	0.06	0.06

(*) En el análisis de varianza se han utilizado cuatro veces más muestras que para los gráficos de control.

T A B L A 4

DESVIACIONES TÍPICAS OBTENIDAS DE MUESTRAS ALEATORIAS

	Greenville				Allendale		Walt.º		Pacolet		Darl.º	
	Capa intermedia		Capa de rodadura		C. Int.	C. rod.	Mort. bit. (a)	Mort. bit. (a)	Mort. bit. (a)	C. rod. (a)	C. rod.	C. rod. (a)
	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)						(a)
Nº de ensayos	71	284	35	140	40	55	55	85	90	45		
Tamiz 1"	3.95	4.13										
Tamiz 3/4"					4.044							
Tamiz 1/2"			2.800	3.10		2.974						
Tamiz 3/8"										1.238	1.171	
Tamiz Nº 4	4.76	4.61	3.90	3.92	3.743	4.113				2.741	2.731	
Tamiz Nº 8					3.170	4.190				2.932	4.306	
Tamiz Nº 10	4.06	3.90	3.45	3.69						2.094	2.758	
Tamiz Nº 30												
Tamiz Nº 40	2.09	2.18	1.70	1.91						1.417	1.177	
Tamiz Nº 100										1.127	0.493	
Tamiz Nº 200	0.53	0.548	1.060	1.147	0.318	0.360	0.161	0.153		0.159	0.353	
Contenido betún	0.414	0.385	0.375	0.357								

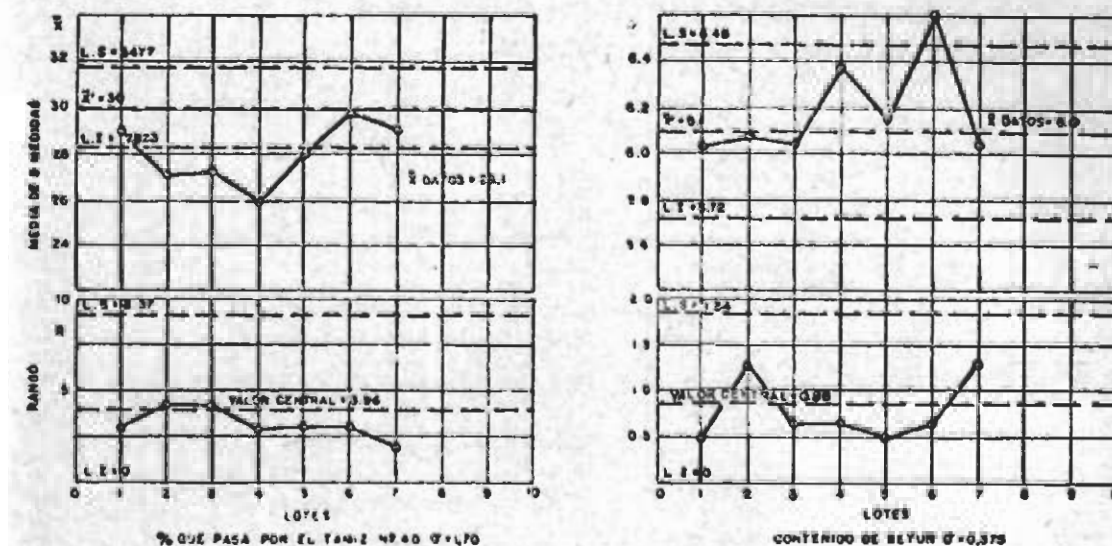


Fig. 4 - Gráficos de control sobre especificaciones; mezcla para capa de rodadura; muestra tomada del camión.

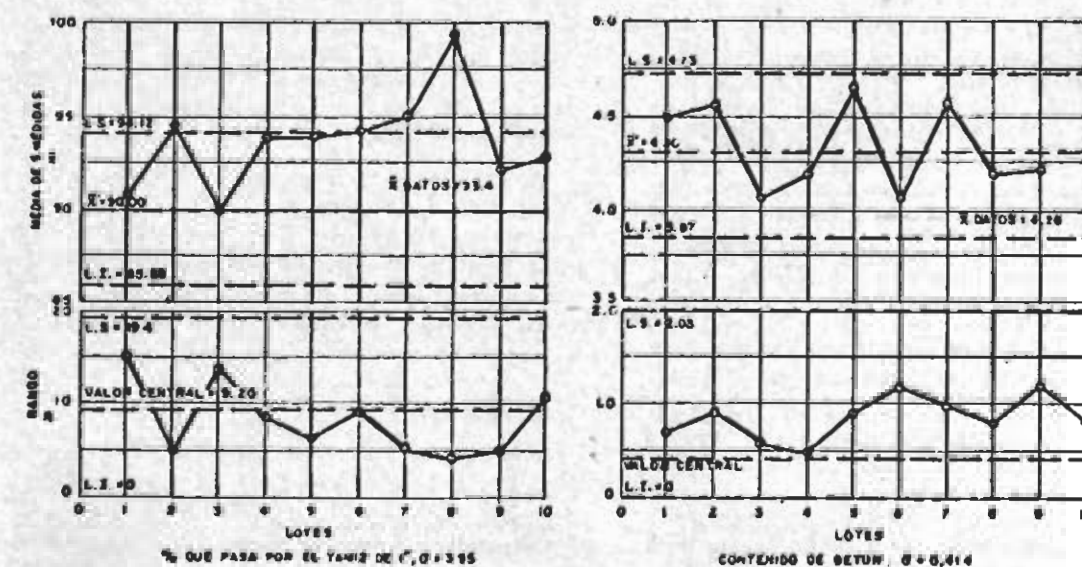


Fig. 5 - Gráficos de control sobre especificaciones; mezcla para capa intermedia, muestra tomada del camión.

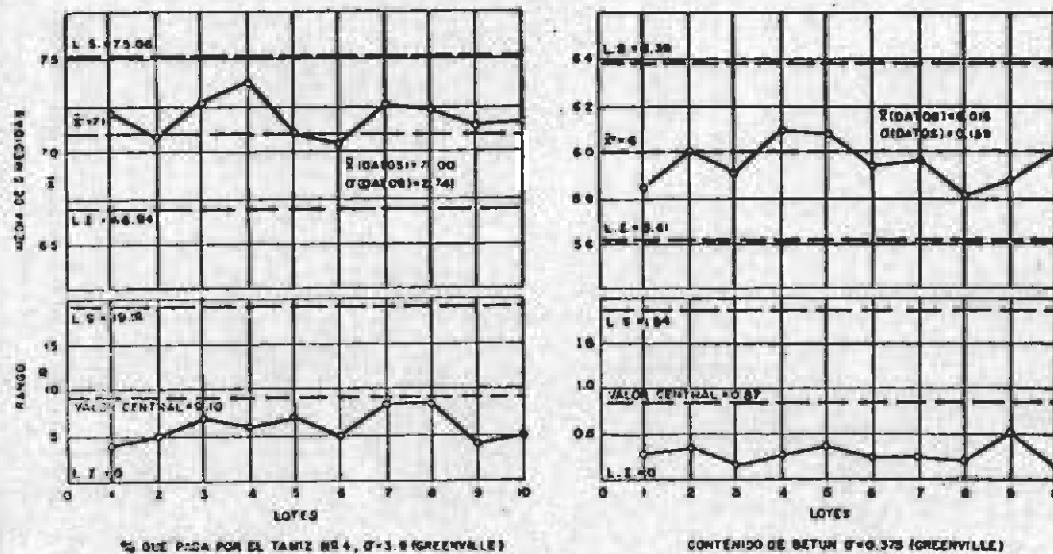


Fig. 6. - Gráficos de control sobre especificaciones; mezcla para capa de rodadura. Muestras tomadas del camión. - Central de Pacolet.

- 4 - Para controlar la producción es necesario que el valor medio coincida lo mejor posible con la fórmula de trabajo y, si se hacen ajustes, se debe intentar alcanzar este valor en vez de contentarse simplemente con obtener unos resultados que estén dentro de los límites de tolerancia.
- 5 - Una vez que la sección de ensayos ha establecido los gráficos de control, la Administración puede emplearlos en el control de rutina, después de un corto período de prueba.
- 6 - Las desviaciones típicas empleadas para establecer los límites de los gráficos deben examinarse de vez en cuando con el fin de determinar la conveniencia de revisar los valores para una magnitud determinada, lo que probablemente ocurrirá a medida que se acumulen datos.
- 7 - Los datos disponibles hasta ahora no son suficientes para indicar el efecto producido por diferencias en los áridos o en las plantas mezcladoras sobre los valores de las desviaciones típicas.
- 8 - Este sistema de control y recepción debe complementarse con la inspección visual de las operaciones y de la mezcla fabricada, con el fin de eliminar las mezclas donde se haya cometido un error obvio.

4. VALORACIÓN DEL MÉTODO PARA EL CONTROL Y RECEPCIÓN DE MEZCLAS BITUMINOSAS

Calidad y uniformidad de la mezcla fabricada

En Pacolet, y durante el tiempo en que se aplicó en la planta el sistema propuesto, sólo se produjeron cuatro divergencias respecto a la granulometría y una respecto al contenido de betún. En otras plantas se dio frecuentemente el caso de una producción fuera de control. La mayoría de los problemas se debían a que la media de los resultados de ensayo no coincidía con el valor dado por la fórmula de trabajo.

No se hicieron comprobaciones específicas de los problemas relacionados con la puesta en obra de las mezclas pero, por lo que se sabe, todas las mezclas se pudieron extender sin dificultad alguna. En lo que respecta a la uniformidad de las mismas, no se recibieron quejas de ninguna clase.

Problemas del contratista

La planta de Pacolet fue la única que trabajó con el sistema propuesto. El contratista no tuvo ningún problema para fabricar la mezcla. De hecho los datos demuestran que la producción de esta planta estaba sometida a un control más exacto y acusaba menos variaciones que las demás plantas.

Problemas de la Administración

En la planta de Pacolet, y después de un corto período de entrenamiento, la extracción de las muestras y los ensayos de las mismas corrieron a cargo de los inspectores de la planta, que no tuvieron dificultad alguna en seguir ambas operaciones. La representación e interpretación de los gráficos fue realizada por personal del laboratorio.

FASE IV

1. GENERALIDADES

A continuación se indica el método de control y recepción de mezclas bituminosas desarrollado y mejorado en esta investigación.

Desviaciones típicas para los gráficos de control

El primer paso necesario para el desarrollo de los gráficos de control es la determinación de las desviaciones típicas que se emplearán para calcular los límites. La tabla 4 contiene una lista de ellas obtenidas en las cinco obras que se estudiaron en esta investigación. Estos valores reflejan las diferencias existentes en la forma de operar de la planta, en el equipo de la misma, en las materias primas, en la toma de muestras y en los ensayos. Teniendo en cuenta que cada vez se va disponiendo de más datos, es probable que se necesite introducir algunos cambios en estos valores.

Fracción que pasa	Desviación típica recomendada
Tamiz 1"	4.00
Tamiz 3/4"	4.00
Tamiz 1/2"	3.00
Tamiz 3/8"	3.00
Tamiz Nº 4	4.00
Tamiz Nº 8	3.50
Tamiz Nº 30	2.50
Tamiz Nº 100	1.25
Tamiz Nº 200	1.00
Contenido de betún	
C. intermedia	0.38
C. de rodadura	0.35
Mortero bituminoso	0.24

Para el tanto por ciento que pasa por el tamiz de 3/4" los datos indican un valor de aproximadamente 1.25, pero realmente este valor no debe diferir mucho del correspondiente al tamiz de 1/2".

La desviación típica del contenido de betún de la mezcla producida en Pacolet es bastante

inferior al valor de 0.35 que se da en la tabla. Sin embargo, teniendo en cuenta los valores de las demás plantas, se considera este valor como representativo de las condiciones medias.

Como ya hemos indicado, la desviación típica del mortero es bastante mayor que la obtenida en las dos plantas de esta investigación. Sin embargo, el empleo de un valor pequeño en la preparación de los gráficos de control para obras futuras tendría como consecuencia una tolerancia muy reducida, innecesaria para este tipo de obra. Para un futuro inmediato se sugiere el empleo de un valor 0.24, que se podrá reajustar tan pronto como se disponga de más datos.

2. MÉTODO PARA EL CONTROL Y RECEPCIÓN DE MEZCLAS BITUMINOSAS

Se debe emplear únicamente después de haber reajustado la planta, de haber ensayado y aprobado las dosificaciones y una vez que la planta está lista para trabajar normalmente.

Normas generales

El sistema descripto está basado en las siguientes normas:

- 1 - Se emplearán métodos estadísticos para la toma de muestras aleatorias, para preparar y mantener gráficos de control y para analizar los datos de ensayo.
- 2 - Todas las muestras se obtendrán por un procedimiento de extracción aleatoria.
- 3 - Los ensayos se efectuarán por los métodos normalizados empleados por la Administración.
- 4 - Se prepararán gráficos de control para cada tamiz y para el contenido de betún. El valor central de estos gráficos será el valor de la fórmula de trabajo aprobada. Los límites de control superior e inferior se determinarán a partir de las desviaciones típicas previamente establecidas.
- 5 - La interpretación de los resultados se ajustará a los criterios que se dan más adelante para determinar cuándo se necesita un ajuste de las operaciones y para establecer directrices para la recepción del producto.
- 6 - Cuando se hace un ajuste de las operaciones debido a que una magnitud está fuera de control se debe hacer ajustando el valor central de ésta. Un ajuste para alcanzar solamente un resultado que esté dentro de las tolerancias no es satisfactorio a causa de las variaciones normales de fabricación.

Tamaño de los lotes

La recepción del producto está basada en los resultados de ensayo determinados en muestras aleatorias obtenidas de un cierto lote de material. Para las mezclas bituminosas el tamaño de este lote debe ser la cantidad de producción que se desee controlar.

La producción diaria media se considera como un lote normal. Sin embargo, debido a la producción intermitente de la mayoría de las plantas, se considera más práctico fijar un tonelaje determinado que se aproxime a aquella.

Se han empleado lotes de 1.260, 1.500 y 1.800 t. El tamaño de un lote para una planta específica debe establecerlo el ingeniero.

Número de muestras

El número de muestras que se necesitan para la recepción de un lote varía según el grado de importancia de la magnitud que se está midiendo, según la variabilidad del producto y según los riesgos que corra la Administración o el contratista al recibir o rechazar material fuera de los límites. El contenido de betún, tal como se determina en el ensayo de extracción, tiene una gran importancia para juzgar la mezcla bituminosa y, de acuerdo con distintos criterios, se necesitan 5 muestras por cada lote. En estas 5 muestras se realizan también ensayos de granulometría.

Preparación de gráficos de control

Se prepara un gráfico de control para cada tamiz y contenido de betún. El ingeniero fijará los valores de las desviaciones típicas. En cada caso el valor central será el valor de la fórmula de trabajo. Las tolerancias de los resultados individuales se calcularán con la fórmula $x' \pm 2.33 \sigma$. Para los datos agrupados ($n = 5$) los límites de control superior e inferior se determinarán por medio de la fórmula $\bar{x} \pm 1.04 \sigma$. Para el rango se establece el límite superior de control por medio de la fórmula 4.92σ .

Interpretación de los resultados en los gráficos de control

Los criterios para determinar cuándo se deben hacer ajustes están basados en la hipótesis de una estrecha cooperación entre el inspector de la planta y el contratista. En las primeras obras en las que se ha empleado este sistema la decisión sobre el momento de realizar un ajuste estaba a cargo del inspector

de la obra. Naturalmente, la forma de realizar este ajuste es una responsabilidad que recae sobre el contratista. Es de esperar que a medida que se vaya adquiriendo experiencia en el empleo de este sistema y que se vaya familiarizando el personal, el contratista estará en condiciones de asumir la responsabilidad de controlar la producción.

Tan pronto se disponga de los datos de ensayo se representarán éstos en el gráfico de control apropiado. Se aplicarán los siguientes criterios.

1 - Resultados de los ensayos individuales. Cuando un resultado se sale de las tolerancias significa que la cualidad que se está midiendo está fuera de control. Por lo tanto se debe hacer un ajuste para llevarla al valor central dado por la fórmula de trabajo. Si la divergencia es pequeña no es necesario interrumpir el funcionamiento de la planta para realizar el ajuste. Si la divergencia es grande o si el resultado es muy diferente del previamente establecido no queda más remedio que parar la planta hasta que se haya hecho el ajuste. En ambos casos se debe tomar una nueva muestra sometiéndola a ensayo tan pronto se haya llevado a cabo el ajuste. Esta muestra se debe extraer del mismo cuadro de la malla del que se obtuvo la primera muestra. La malla debe estar colocada en la misma posición de la vez anterior. Sin embargo, los resultados de esta nueva muestra sirven únicamente para confirmar el ajuste y no deben incluirse en la media del lote.

Si la media de los primeros tres resultados individuales indica que la media del lote completo ($n = 5$) está fuera del límite de control es preciso hacer un ajuste con el fin de evitar la fabricación de un lote inaceptable.

2 - Datos agrupados $n = 5$. Esta cifra es la media de los resultados obtenidos de las cinco muestras aleatorias de un lote. Cuando este valor se sale de las tolerancias el lote completo resulta inaceptable desde un punto de vista estadístico.

Este lote puede dejarse en la carretera, pero debe someterse a un ajuste en el precio unitario basándose en la magnitud de la divergencia y en su probable efecto sobre la capacidad de servicio del producto.

Cuando el valor medio correspondiente a un lote está fuera del límite de control, conviene hacer el ajuste necesario para llevarlo a la fórmula de trabajo antes de fabricar otras mezclas.

Si dos (o tres) lotes consecutivos tienen unos valores medios que difieren del valor central en el mismo sentido en más de un 75 %

de la tolerancia admitida, es necesario hacer un ajuste.

3 - Rango. Es la diferencia entre los valores máximo y mínimo en un lote. Representa una medida de la variabilidad de los resultados de ensayo.

Cuando el rango de los resultados correspondientes a un lote sobrepasa el límite de control, este lote resulta inaceptable desde el punto de vista estadístico. Sin embargo, en esta investigación el rango sólo ha sobrepasado el límite de control en escasas ocasiones.

3. AJUSTE DEL PRECIO UNITARIO PARA UN LOTE INACEPTABLE DE MEZCLA

Cuando la media de las 5 muestras aleatorias de un lote sobrepasa el límite de control, el lote completo resulta inaceptable desde un punto de vista estadístico.

Según la experiencia obtenida, en este trabajo no debería suceder que un lote de mezcla se saliera de las tolerancias de control y recepción si se ha controlado en forma debida el proceso de fabricación. Sin embargo existe esta posibilidad y por tanto es necesario adoptar un criterio para decidir la recepción de la mezcla.

En la práctica las mezclas bituminosas se extienden y compactan a la misma velocidad, aproximadamente, con que se fabrican en la planta. El resultado es que cuando se han logrado completar los datos sobre las 5 muestras, ya está extendida la mezcla en la carretera. En esta etapa de la construcción ya no se pueden corregir las deficiencias. La solución más práctica a este problema es dejar la mezcla en la carretera y hacer un ajuste del precio unitario que ha de pagarse. El exceso (o defecto) sobre los límites de control y recepción puede ser muy pequeño y tener una importancia relativamente pequeña desde el punto de vista del rendimiento de la mezcla.

Magnitud del exceso (o defecto)

El primer paso para estimar el efecto sobre el rendimiento de la mezcla es la determinación de la magnitud del exceso o defecto. Cuanto mayor sea, mayor es la probabilidad de disminuir la calidad. Sin embargo existen algunas cualidades cuya influencia es más decisiva que la de otras.

Para calcular la magnitud anterior se determina la cantidad que está fuera del límite de control, expresándose luego esta cantidad como un porcentaje de la tolerancia permitida (1.04σ). Así por ejemplo:

Lote que pasa por el tamiz 3/4":

Valor medio de los 5
resultados del lote = 87,8 %

Valor de la fórmula
de trabajo (93 %) =
tolerancia (4,11 %) = 88,89 %

Exceso sobre el límite
de control = 1,09 %

1,09 %
Porcentaje de exceso = $\frac{1,09}{4,11} \times 100 = 26 \%$

Ajuste del precio unitario

El efecto producido por estas diferencias sobre el rendimiento de las mezclas es una cuestión a enjuiciar en cada caso. Puede llegarse, quizás, a la conclusión de que la divergencia en una unidad de porcentaje en un tamiz no es tan perjudicial como un exceso de varias unidades repartido entre varios tamices. Las tablas siguientes contienen unos porcentajes del precio unitario de contrato a pagar por los lotes que no cumplan las especificaciones. Estos porcentajes se han elegido intentando ajustar el precio unitario en forma escalonada, es decir, desde una reducción mínima en los casos en que la divergencia sea muy pequeña hasta la supresión del pago cuando el exceso sea tan grande que inutilice la capacidad de servicio de la mezcla.

Estos porcentajes están graduados en incrementos hasta un valor aproximadamente igual a 2σ (fig. 7) elegido arbitrariamente. Es sumamente improbable que la media de cinco resultados de ensayo llegue a alcanzar este valor, excepto cuando la mezcla esté completamente fuera de control por determinadas causas. Cuando se presenta una situación de este tipo debe interrumpirse el trabajo de la planta hasta que se hayan realizado los ajustes pertinentes.

Cuando un lote de mezcla está fuera de control y no coincide con las especificaciones en un determinado tamiz, el precio unitario se deberá ajustar de la siguiente forma:

Porcentaje de exceso	Porcentaje del precio contratado por tonelada de mezcla
0.1 a 15	99 % del precio
15 a 30	97 % del precio
30 a 60	90 % del precio
60 a 92,5	70 % del precio
Más de 92,5	Se suspende el pago. El ingeniero deberá ordenar si dejará colocada la mezcla o si se deberá levantar.

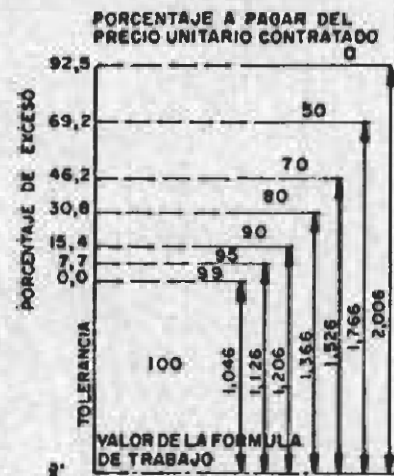


DIAGRAMA PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE A PAGAR PARA LOTES DE MEZCLA INACEPTABLES

PORCENTAJE DE EXCESO	INCREMENTO DE LA DESVIACION TÍPICA (σ)	PORCENTAJE A PAGAR DEL PRECIO UNITARIO CONTRATADO
0	$\bar{x} \pm 1.04 \sigma$	100
0 - ± 7.7	$\pm 1.04 \sigma - \pm 1.20 \sigma$	99
$\pm 7.7 - \pm 15.4$	$\pm 1.12 \sigma - \pm 1.20 \sigma$	95
$\pm 15.4 - \pm 30.8$	$\pm 1.20 \sigma - \pm 1.36 \sigma$	90
$\pm 30.8 - \pm 46.2$	$\pm 1.36 \sigma - \pm 1.52 \sigma$	80
$\pm 46.2 - \pm 69.2$	$\pm 1.52 \sigma - \pm 1.76 \sigma$	70
$\pm 69.2 - \pm 92.5$	$\pm 1.76 \sigma - \pm 2.00 \sigma$	50
MÁS DE ± 92.5	MÁS DE $\pm 2.00 \sigma$	0

CUADRO PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE A PAGAR PARA LOTES DE MEZCLA INACEPTABLES

b) RESPECTO AL CONTENIDO DE BETÚN

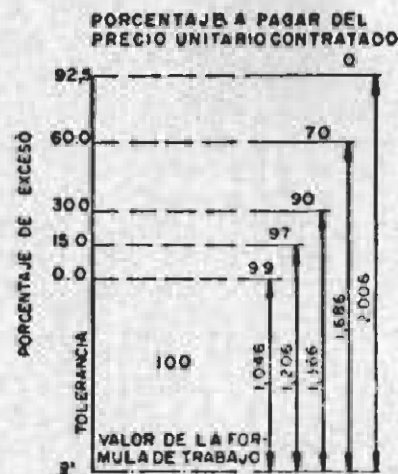


DIAGRAMA PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE A PAGAR PARA LOTES DE MEZCLA INACEPTABLES

PORCENTAJE DE EXCESO	INCREMENTO DE LA DESVIACION TÍPICA (σ)	PORCENTAJE A PAGAR DEL PRECIO UNITARIO CONTRATADO
0	$\bar{x} \pm 1.04 \sigma$	100
0 - ± 15	$\pm 1.04 \sigma - \pm 1.20 \sigma$	99
$\pm 15 - \pm 30$	$\pm 1.20 \sigma - \pm 1.36 \sigma$	97
$\pm 30 - \pm 60$	$\pm 1.36 \sigma - \pm 1.58 \sigma$	90
$\pm 60 - \pm 92.5$	$\pm 1.58 \sigma - \pm 2.00 \sigma$	70
MÁS DE 92.5	MÁS DE $\pm 2.00 \sigma$	0

CUADRO PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE A PAGAR PARA LOTES DE MEZCLA INACEPTABLES

a) RESPECTO A LA GRANULOMETRÍA

Figura 7 — Ajuste del precio de lotes defectuosos.

Cuando un lote de mezcla no se ajusta a los límites de recepción en dos o más tamices, se determinará el porcentaje de abono de cada tamiz, empleando para ello el mismo método que acabamos de describir. El precio contratado se multiplicará por los porcentajes de abono correspondientes a cada tamiz, obteniéndose de esta forma el precio unitario. Por ejemplo, suponiendo los siguientes valores fuera de control:

% que pasa por el tamiz del 1/2" 99 % del precio
% que pasa el tamiz N° 100 97 % del precio
Precio contratado por tonelada 300 pesetas

Entonces $300 \times 0.99 \times 0.97 = 288.09$ pesetas. Esta última cifra es el precio unitario reajustado.

Cuando un lote de mezcla se salga de las especificaciones sobre el contenido de betún,

el precio unitario de la mezcla se ajustará de la siguiente forma:

Porcentaje de exceso	Porcentaje del precio contratado por tonelada de mezcla
0,1 a 7,7	99 % del precio
7,7 a 15,4	95 % del precio
15,4 a 30,8	90 % del precio
30,8 a 46,2	80 % del precio
46,2 a 69,2	70 % del precio
69,2 a 92,5	50 % del precio
Más de 92,5	Se suspende el pago. El ingeniero deberá ordenar si se deja colocada la mezcla o si se levanta.

Aplicación de este criterio

En la tabla 5 se ha aplicado el criterio descrito a los datos de ensayo correspondientes a la fase III. En ella se indican 23 casos con excesos sobre las tolerancias y que, por lo

T A B L A 5

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE AJUSTE DEL PRECIO UNITARIO

Propiedad	Lote	Medida de 5 result.	Límites Exceso control	Tolerancia	% de Exceso	% del Precio Contratado
Tamiz 3/4"	8	87.8	88.89 - 1.09	4.11	26.6	97
Tamiz N° 4	8	34.4	35.05 - 0.65	4.95	13.1	99
Contenido betún	5	4.22	4.27 - 0.05	0.43	11.6	95
	8	4.17	4.27 - 0.10	0.43	23.2	90
Tamiz 3/4"	4	89.8	90.22 - 0.42	2.78	15.1	97
Tamiz N° 4	7	34.2	35.20 - 1.00	4.80	20.8	97
Tamiz 1/2"	6	95.3	92.99 + 2.31	2.99	77.5	70
Tamiz N° 4	6	72.8	69.05 + 3.75	4.05	92.5	70
Tamiz N° 8	3	59.7	58.59 + 1.11	3.59	31.1	90
	6	64.1	58.59 + 5.51	3.59	154.0	
Tamiz N° 30	1	35.6	35.03 + 0.57	2.03	28.2	97
	6	38.9	35.03 + 3.87	2.03	191.0	
Contenido betún	2	5.41	5.61 - 0.20	0.39	51.2	70
	1	5.58	5.61 - 0.03	0.39	7.7	99
Contenido betún (*)	6	5.99	5.97 + 0.02	0.17	11.8	95
Tamiz N° 8 (*)	15	56.00	55.59 + 0.41	3.59	11.4	99
Tamiz N° 100 (*)	5	10.58	10.65 - 0.07	1.35	5.2	99
" "	6	9.8	10.65 - 0.85	1.35	63.1	70
Tamiz N° 200 (*)	3	7.4	7.1 + 0.30	1.10	27.3	97
Tamiz N° 30	5	30.3	30.97 - 0.67	2.03	33.1	90
Tamiz N° 200	2	2.7	2.90 - 0.20	1.10	18.2	97
	5	1.5	2.90 - 1.40	1.10	127.0	
Contenido betún	4	4.88	4.91 - 0.03	0.39	7.7	99

(*) Datos de la planta controlada con el sistema propuesto. Los demás corresponden a plantas cuya mezcla no iba ajustada a la media de los datos.

tanto, resultan inaceptables desde el punto de vista estadístico. Estas cifras sirven para ilustrar el procedimiento. Excepto en los cinco casos señalados, las plantas en las que se obtuvieron los datos no estaban ajustadas para fabricar mezclas que coincidiesen con la media.

Los porcentajes para ajustar el pago de los lotes necesitan ser cuidadosamente revisados y considerados antes de su adopción. Según nuestra información, no existe ninguna base ni precedente del procedimiento aquí descrito. Este procedimiento resulta práctico, pero es posible que los porcentajes de abono necesiten un ajuste más benigno.

CONCLUSIONES

1. OPERACIONES "IN SITU" Y ENSAYOS

El empleo con éxito de métodos estadísticos para el control de materiales y especificaciones presupone la obtención de muestras sin sesgos y la realización de los ensayos correspondientes.

Se han desarrollado métodos prácticos para obtener muestras aleatorias a partir de la determinación previa, por medio de números aleatorios, de los puntos exactos de extracción. En particular, el método de extracción en camiones cargados con empleo de una malla y unos moldes promete llegar a ser un procedimiento normalizado. Es el que más se aproxima, entre todos los que conoce el autor, a la eliminación del factor personal en la toma de muestras.

En muchos casos se produjeron grandes variaciones en el contenido de betún entre dos ensayos realizados con la misma muestra. Aparentemente se trata de variaciones aleatorias y pueden ser inherentes al método de ensayo, que por tanto precisará un cuidadoso estudio.

2. FASE I

Los actuales métodos de control de rutina no ofrecen la seguridad de que todas las mezclas aceptadas y extendidas en la carretera estén de acuerdo con las especificaciones. Frecuentemente ocurre que se sobrepasan las tolerancias de la fórmula de trabajo en el contenido de betún y en las granulometrías, tanto en la muestra aleatoria como en la de rutina.

Las muestras aleatorias acusan mayores variaciones en el contenido de betún y en la granulometría que las otras. Sólo en algunos

casos ocurre que las muestras aleatorias difieren considerablemente, en algunos casos, de los valores medios correspondientes a las muestras de rutina.

Los gráficos de control sobre especificaciones pueden prepararse tomando como valores medios los de la fórmula de trabajo aprobada y calculando los límites superior e inferior con las desviaciones típicas previamente fijadas. Los datos de las muestras aleatorias representados de esta forma pueden emplearse para el proceso de control y recepción de mezclas.

El análisis de varianza indica el efecto de los distintos factores que contribuyen a la variación total. Generalmente, las variaciones de una carga a otra son las más grandes. Las variaciones dentro de una misma carga son más pequeñas y con frecuencia no tienen importancia alguna. Las variaciones debidas a las operaciones de ensayo son, en muchos casos, bastante grandes, lo cual indica la necesidad de estudiar los procedimientos de ensayo con el fin de conseguir la reducción de la variabilidad en los mismos.

3. FASE II

Los valores medios correspondientes a muestras aleatorias extraídas de los camiones en la planta y en la carretera detrás de la extendidora coinciden bastante bien. Sin embargo, se tomaron cuatro veces más muestras de las primeras que de las segundas. Estos resultados indican que el método aleatorio de extracción de muestras de los camiones facilita una información realista sobre la mezcla colocada en la carretera.

Los valores medios de las muestras extraídas de la carretera después de la compactación indican que durante la misma se produce cierta degradación. Este efecto es más pronunciado en la mezcla para capa intermedia que en la mezcla para capa de rodadura.

Debido a la degradación no resulta lógico esperar que las muestras extraídas después de la compactación entren dentro de los mismos límites de especificación que se emplean para el control de la mezcla en la planta.

Al comparar los datos con las especificaciones se observa un considerable número de resultados que caen fuera de los límites. Las muestras obtenidas en la planta indican unas variaciones de este tipo menores que las muestras tomadas de detrás de la extendidora y estas últimas menores que las extraídas de la mezcla ya compactada.

4. FASE III

El procedimiento para tomar muestras aleatorias no presenta dificultades para la inspección normal de la obra. Las variaciones en las mezclas producidas bajo el sistema de control y recepción de mezclas bituminosas resulta práctico tanto desde el punto de vista de la Administración como del contratista.

Para que la producción se mantenga bajo control, el valor medio de la mezcla debe mantenerse lo más cerca posible del valor de la fórmula de trabajo. Cuando se hacen ajustes para adaptarse a las especificaciones, los cambios deben realizarse procurando alcanzar el valor de trabajo, en vez de conformarse con obtener resultados que estén dentro de las tolerancias.

Los gráficos de control preparados por la sección de ensayos pueden usarse para el control rutinario por los inspectores de obras después de un corto período de entrenamiento. Las desviaciones típicas que se emplean para establecer las tolerancias deberán ser revisadas a intervalos. Es posible que a medida que se vayan adquiriendo más datos sea necesario llevar a cabo modificaciones.

Los datos sobre las desviaciones típicas de que se dispone hasta la fecha no bastan para indicar el efecto de los diferentes tipos de áridos, mezclas y plantas.

Este sistema de control y recepción no sustituye a la inspección de la planta. La inspección visual de las operaciones y de la mezcla fabricada es tan necesaria como la toma de muestras y su ensayo para eliminar las mezclas en las cuales es evidente que se ha cometido un error.

5. FASE IV

El trabajo realizado en las fases I, II y III nos ofrece la base y la experiencia para el proceso de control y recepción de mezclas bituminosas. El lote o la cantidad que ha de controlarse y recibirse como una unidad puede ser el tonelaje de una producción diaria normal.

Se necesitan 5 muestras aleatorias por lote, ya que el contenido de betún es de vital importancia para el control y recepción de los

lotes de mezcla. El control comprende la extracción de muestras aleatorias, su ensayo de acuerdo con las normas, la representación de los datos de ensayo en gráficos de control y el análisis de estos gráficos de acuerdo con los criterios prescritos.

La interpretación de estos gráficos indicará los momentos en que sea necesario hacer ajustes en la mezcla o en que ésta se halle fuera de control y de recepción.

Un suplemento necesario del proceso de control y recepción de mezclas bituminosas es el procedimiento para tomar una decisión sobre las mezclas que, según los criterios estadísticos, no resultan aceptables. Los límites fijados se deben considerar únicamente como sugerencias y por lo tanto deben revisarse de acuerdo con la experiencia y el buen criterio. Una vez que se hayan establecido los límites se puede hacer un ajuste del precio unitario de un lote inadecuado, siguiendo el procedimiento indicado.

REFERENCIAS

1. Bowker, Albert H., y Lieberman, Gerald J.: *Engineering Statistics*. Prentice Hall, 1959.
2. Ruchmann, W. J.: *Use and Abuse of Statistics*. Oxford Univ. Press, 1962.
3. Slonim, Morris James: *Sampling in a Nutshell*. Simon and Schuster, 1960.
4. ASTM: *Manual on Quality Control of Materials*. Spec. Tech. Publ. - 15 - C. Enero 1951.
5. Hughes, C. S.; Enrick, N. L., y Dillard H. J.: *Application of Some Statistical Techniques to Experiments in Highway Eng.* Virginia Council of Highway Investigation and Research. Febrero, 1964.
6. Arkin, Herbert, y Colton, Raymond R.: *An Outline of Statistical Methods*. Barnes and Noble, 1949.
7. Irving, W.: *Burr, Engineering Statistics and Quality Control*. McGraw-Hill, 1953.
8. U. S. Bureau of Public Roads: *A Plan for Expediting the Uses of Statistical Concepts in Highway Acceptance Specifications*, 1963 (Rept. prepared by Miller Warden and Assoc., Raleigh N. C.).
9. Acheson, J. Duncan: *Quality Control and Industrial Statistics*. Richard D. Irwin, 1959.
10. Davies, Owen T.: *Design and Analysis of Industrial Experiments*. Hafner Publ. Co., 1960.

Modificaciones al decreto N° 5488/959 reglamentario de la Ley de Obras Públicas N° 6021

DECRETO N° 1.763

La Plata, febrero 22 de 1968

Visto el expediente N° 2.400-4.933 de 1966 por el que el Ministerio de Obras Públicas propicia la modificación de algunas normas del Decreto N° 5.488/59, reglamentario de la Ley de Obras Públicas N° 6.021; y

CONSIDERANDO:

Que ciertos montos topes fijados en el Decreto N° 5.488/59 para la realización de determinadas obras, no se ajustan ya a la realidad de los valores actuales de la construcción;

Que en cuanto al régimen vigente del Registro de Licitadores, su organización y funcionamiento presente resulta ineficaz para lograr un efectivo contralor sobre la capacidad técnica y financiera de las empresas licitadoras de obras públicas, todo lo cual ha derivado en la suspensión de obras, con sus graves implicancias, por la imposibilidad de cumplir las empresas con las obligaciones asumidas;

Que resulta entonces imprescindible rever los artículos del Decreto 5.488/59 que versan sobre esos puntos, para actualizarlos y adecuarlos, de forma que puedan cumplir cabalmente su cometido;

Por ello, atento lo informado por la Contaduría General de la Provincia, lo dictaminado por el señor asesor general de Gobierno y la vista del señor fiscal de Estado, el

GOBERNADOR DE LA PROVINCIA
DE BUENOS AIRES

DECRETA:

Artículo 1° — Modifícanse los artículos 9°; 11; 15 —apartados 1, 2, 4, 5, 6, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 21, 22 y 23—; 17; 21 —apartados 1

y 2—; 22; 23; 25; 26; 67; 70 y 72 del Decreto 5.488/59, Reglamentario de la Ley de Obras Públicas N° 6.021, los que quedarán redactados en la forma que a continuación se detalla:

Art. 9° — La excepción contemplada en el inciso a) del artículo 9° de la Ley, será aplicable cuando el presupuesto oficial, excluidas las reservas, no exceda la suma de \$ 9.000.000 moneda nacional.

En el caso a que se refiere el inciso b), se deberá acreditar debidamente la capacidad y demás antecedentes de los artistas, técnicos u operarios especializados, lo que será valorado por los organismos de la Provincia para ser considerados posteriormente por el Consejo de Obras Públicas.

El carácter de trabajos indispensables urgentes a que se refiere el inciso g), será suficientemente fundado por quienes lo soliciten.

Si la modificación se basara en razones de conveniencia se indicarán también los motivos por los que no fue incluida en el proyecto original.

Art. 11 — Las contrataciones con organismos públicos nacionales, provinciales o municipales, podrán hacerse directamente previo estudio de presupuesto y análisis de las condiciones de contratación.

Cuando el monto de éstas no exceda de \$ 9.000.000 moneda nacional, podrán ser efectuadas por el director de la repartición.

Art. 15 — El Registro de Licitadores estará constituido por dos secciones: una denominada Obras y otra Suministros.

Apartado 19°. El Registro de Licitadores (Sección Obras), estará a cargo de una Comisión de Clasificación, que dependerá administrativamente del Consejo de Obras Públi-

cas y estará compuesta por siete (7) miembros, los cuales durarán en sus funciones dos (2) años, pudiendo ser reelegidos, y entendiéndose que lo son si al término de aquel plazo no se le designa reemplazante.

La Comisión de Clasificación se integrará por: seis (6) miembros, uno (1) por cada una de las direcciones: Arquitectura, Hidráulica, Energía, Obras Sanitarias y Vialidad, del Ministerio de Obras Públicas, y uno (1) en representación de la Cámara Argentina de la Construcción. Además se designarán suplentes para los casos de vacancia o ausencia de los titulares.

El Banco de la Provincia de Buenos Aires tendrá un delegado permanente ante la Comisión de Clasificación con voz pero sin voto, siendo sus funciones esencialmente informativas sobre el concepto que en lo relativo a capacidad financiera merezcan las empresas inscriptas o que gestionen su inscripción en el Registro de Licitadores.

El Registro de Licitadores (Sección Suministros) será el mismo que lleva la Dirección de Administración para las contrataciones regidas por la Ley de Contabilidad.

Apartado 20°. La Comisión de Clasificación del Registro de Licitadores (Sección Obras) propondrá las normas internas que correspondan aplicar para determinar la clasificación, calificación y capacitación de las empresas y sus modificaciones.

Para su aprobación se someterá a la consideración del Consejo de Obras Públicas, tomándose las decisiones por simple mayoría.

Apartado 40°. Las solicitudes de inscripción serán presentadas en la Secretaría Administrativa del Registro de Licitadores, debiendo llenar los interesados los formularios que se les suministrará indicando y aportando pruebas suficientes, a criterio de la comisión, acerca de los elementos de juicio necesarios para establecer su especialización, capacidad técnica, financiera y la mayor producción desarrollada anteriormente. Igualmente toda información, aclaración o trámite será recabado ante la comisión.

Juntamente con los mencionados formularios deberán acompañar copias debidamente autenticadas de los siguientes documentos: contrato social, de locación de servicios del profesional, estatutos, último balance, que no podrá ser anterior a los doce (12) meses de la correspondiente solicitud de inscripción, debiendo estar certificado por un contador pú-

blico nacional matriculado, cuya firma deberá estar debidamente legalizada por el Consejo Profesional de Ciencias Económicas respectivo; inventario de equipos propios, con especificación de marca, modelo, año, valor de adquisición, igualmente certificado por contador; valor de realización y lugar donde se encuentra; certificaciones bancarias; demás comprobantes del activo y pasivo; monto de obra realizada en cada uno de los últimos cinco (5) años inmediatos anteriores al pedido de inscripción o actualización de su capacidad y el mayor monto de obra realizado en doce (12) meses corridos en dicho período; número de inscripción en el Registro Público de Comercio e Instituto de Previsión Social; detalle de las obras particulares y públicas, sean éstas nacionales, provinciales o municipales, que tenga en ejecución, especificando monto de contratos, cantidad ejecutada y a ejecutar y plazo de terminación.

La documentación que se presente al Registro tiene carácter confidencial y reservada respecto de terceros que no fueren organismos públicos.

Apartado 50°. Para mantener actualizada su clasificación las empresas deberán presentar con sesenta (60) días de anticipación a la fecha de vencimiento sus balances anuales generales, cuenta de ganancias y pérdidas; detalle de los contratos de obras particulares y públicas (nacionales, provinciales y municipales) suscriptos durante el año; saldo a ejecutar de cada uno de ellos; plazo para su terminación; inventario de equipos con especificación de marca, modelo, año, valor de adquisición certificado por contador público nacional, valor de realización actual y lugar donde se encuentra, como así también todo otro dato que pudiera ser de interés, tales como modificación de contrato, variación de capital, socios y técnicos y, si se trata de sociedades anónimas, memoria anual y constitución del directorio en ejercicio.

Apartado 60°. La Comisión de Clasificación queda facultada para realizar las gestiones necesarias para corroborar la exactitud de la documentación presentada y requerir el asesoramiento técnico de los organismos oficiales, o de sus agentes, toda vez que lo estime necesario para el mejor cumplimiento de su misión. Solicitará los informes bancarios, comerciales y técnicos sobre la solvencia, créditos, obras realizadas y conceptos que merecen los solicitantes, estando facultada, además, para exigir el aporte de nuevos informes o documentos. El Registro de Licitadores po-

drá inspeccionar las obras en ejecución o construidas, talleres, depósitos, equipos, etc., del peticionante, debiendo el mismo facilitar la movilidad en la localidad donde tenga lugar la inspección. La oposición a los trámites de la inspección, o de las solicitudes que se formulen, paralizará de inmediato las actuaciones, disponiéndose su archivo.

Sin perjuicio de lo expuesto precedentemente, será obligatorio para la Comisión de Clasificación proceder mensualmente a la inspección contable y de los bienes declarados, de un número mínimo de las empresas clasificadas en el mes inmediato anterior, número este que será determinado por la propia Comisión al dictar las normas internas para su funcionamiento.

La constatación de alguna falsedad en la declaración de bienes y/o documentación acompañada por las empresas en sus solicitudes de inscripción (apartado 4º) y actualización de clasificación (apartado 5º), será sancionada con la suspensión mínima de un (1) año en el Registro de Licitadores, pudiendo llegarse hasta la exclusión definitiva del mismo y, una vez firme esta sanción, la misma no será susceptible de reconsideración.

Apartado 10º). Las reparticiones comunicarán al Registro los contratos de obras suscritos, plazo de ejecución, ampliaciones de obras autorizadas, certificados que es explidan al contratista, multas aplicadas y cualquier otro antecedente que afecte la capacidad de las empresas.

Cada seis (6) meses, y en oportunidad de efectuarse las recepciones definitivas de las obras, las reparticiones comunicarán al Registro, en formularios que preparará el Consejo de Obras Públicas, el concepto que técnica, ética y organizativamente merezcan las empresas, así como sus representantes técnicos y/o directores técnicos y toda circunstancia que pueda afectar el concepto de la empresa ante el Registro de Licitadores para futuras clasificaciones. La falta de cumplimiento por parte de las reparticiones de las obligaciones a que alude este apartado, hará responsable personalmente a los directores.

La Comisión de Clasificación comunicará al Consejo de Obras Públicas, dentro de los diez días de producidos, los atrasos mayores que un mes en que hubiesen incurrido las direcciones. El Consejo de Obras Públicas será responsable de organizar un procedimiento sistemático de evaluación de la actividad empresarial, ordenando adecuadamente la tarea

de la Comisión de Clasificación y del Registro de Licitadores para el procesamiento de los datos que se reciban.

Apartado 11). Para la adjudicación de la obra el Ministerio requerirá previamente al Registro de Licitadores (Sección Obras), un certificado del saldo de capacidad financiera anual de la empresa preadjudicataria que deberá cubrir los importes a ejecutar por año de acuerdo al plazo de la obra y presupuesto de su propuesta.

Apartado 12). Los pliegos de bases y condiciones deberán especificar:

- a) La especialidad o especialidades en que deberá estar inscrita una empresa para poder presentarse al acto licitatorio.
- b) La capacidad técnica y financiera anual requerida para la obra que se licita. La capacidad financiera anual se determinará en proporción directa al plazo de la obra. A tales efectos el Registro enviará a las reparticiones la nómina de las especialidades adoptadas y comunicará las modificaciones que se produzcan.
- c) Las propuestas de aquellos oferentes que tengan obras en ejecución con el Gobierno de la provincia de Buenos Aires, encontrándose éstas atrasadas por causas imputables a la empresa serán afectadas por los coeficientes indicados en los pliegos de bases y condiciones.

Estos coeficientes serán calculados teniendo en cuenta las circunstancias que ocasionaron la mora en la ejecución de las obras.

Apartado 13). La capacidad técnica de las empresas en la especialidad en que se las clasifique determinará el monto de la mayor obra individual que podrá contratar y se juzgará de acuerdo a los antecedentes de carácter técnico que justifiquen los interesados a juicio de la Comisión, en especial y sin que esta enumeración tenga el carácter limitativo: obra de mayor monto actualizado realizada satisfactoriamente, disponibilidad y eficiencia de los equipos que posee y profesionales que asuman funciones directivas con carácter estable.

Apartado 14). Las empresas que carecen de profesional no podrán ser inscritas.

Apartado 15). Todo cambio de los profesionales que acuerdan capacidad técnica a las empresas deberá ser considerado por la Comisión de Clasificación.

Apartado 16). Las condiciones mínimas que deben reunir los contratos de las empresas con los profesionales que concurren a determinar su capacidad técnica serán las que determine la Comisión de Clasificación del Registro de Licitadores.

Apartado 21). La capacidad financiera anual necesaria para la ejecución de una determinada obra estará dada por el cociente entre el presupuesto oficial y el plazo de ejecución de la obra en años.

Apartado 22). La capacidad técnico financiera estará expresada por dos valores: el de la capacidad técnica y el de la capacidad financiera anual.

La capacidad técnica limitará el mayor monto individual de obra que podrá contratar la empresa.

La capacidad financiera anual limitará el monto total anual de obra que contemporáneamente podrá contratar.

Apartado 23). Las empresas podrán solicitar el certificado de capacidad técnico financiera hasta dos (2) días hábiles anteriores a la fecha de licitación. El saldo de la capacidad financiera anual de una empresa se determinará deduciendo del monto asignado por el Registro de Licitadores para cada especialidad la suma de los cocientes resultantes (ponderados en las formas que indiquen las normas internas) entre los montos de obras contratadas con valores actualizados y sus correspondientes plazos expresados en años.

Podrá no deducirse el monto que resta certificar de las obras en que se haya certificado más del cincuenta por ciento (50 %) del monto contractual y dispongan de un plazo menor de cuatro (4) meses para su terminación.

Art. 17 — A los efectos de cumplimentar lo dispuesto por el artículo 17, se cumplirán los siguientes recaudos:

- a) Sin modificación.
- b) Sin modificación.
- c) Sin modificación.
- d) El certificado de capacidad técnico-financiera anual será expedido por la Comisión de Clasificación del Registro de Licitadores (Sección Obras).

En el mismo se determinará si la capacidad técnico-financiera anual de la firma le permite ejecutar la obra en base al presupuesto oficial y al plazo previsto en el pliego para su ejecución.

- e) Sin modificación.
- f) Sin modificación.

Art. 21 — Las licitaciones y concursos de precios cuyo presupuesto oficial no exceda de \$ 9.000.000 moneda nacional, excluidas las reservas de ley, serán autorizadas y aprobadas por el Director de la Repartición correspondiente, previo conocimiento del Consejo de Obras Públicas.

Apartado 1º). Cuando el monto del presupuesto oficial, excluidas las reservas de ley, no exceda de \$ 3.000.000 moneda nacional, podrá llamarse a concurso de precios, el que deberá reunir los siguientes requisitos:

- a) Se solicitará cotización por lo menos de tres (3) firmas que se encuentren inscritas en los Registros que para la ejecución de concursos de precios llevan las Reparticiones.
- b) Sin modificación.
- c) Los proponentes deberán acompañar en el momento del acto licitatorio la garantía correspondiente, la cual también podrá efectuarse en pagaré a la vista suscripto por quienes tengan uso de la razón social o actúen con poderes suficientes del oferente.
- d) Sin modificación, pasa a ser inciso d).
- e) Sin modificación, pasa a ser inciso e).
- f) Sin modificación, pasa a ser inciso f).
- g) Sin modificación, pasa a ser inciso g).

Apartado 2º). Cuando el monto del presupuesto oficial, excluidas las reservas de la ley, no exceda de \$ 9.000.000 moneda nacional podrá llamarse a licitación privada, la que deberá reunir los siguientes requisitos:

- a) Sin modificación.
- b) Sin modificación.
- c) Sin modificación.
- d) Sin modificación.
- e) Sin modificación.
- f) Sin modificación.
- g) Sin modificación.
- h) Sin modificación.
- i) Sin modificación.

Art. 22 — El informe de la Repartición a que se refiere el artículo 22 de la ley deberá producirse dentro de los treinta (30) días corridos de celebrado el acto licitatorio, salvo que la autoridad que disponga el llamado autorice expresamente un plazo mayor.

Dentro de los cinco (5) días de producido el informe de la Repartición a que alude el artículo 22 de la ley, el Director endosará las boletas de depósito de garantía de las pro-

puestas que sean desechadas, para su devolución o, en su caso, la Repartición devolverá las cartas de fianza.

Si vencido el término de mantenimiento de la oferta el proponente solicitara la devolución del depósito o fianza, aquélla deberá cumplirse dentro de los quince (15) días de presentada.

Las empresas cuyas propuestas en una licitación ocupen el tercer lugar o subsiguientes con respecto a la más ventajosa, podrán afectar el depósito constituido como garantía en otro acto licitatorio inmediato al que deseen concurrir. El monto de la misma deberá alcanzar o superar el porcentaje exigido por el artículo 16 de la ley.

Los contratistas interesados en el procedimiento del párrafo anterior solicitarán en cada caso que no se gestione la devolución de sus depósitos y pedirán a la Dirección interviniente que les extienda una constancia que los habilite para presentarse en otra licitación. Cuando resulten adjudicatarios los contratistas requerirán la respectiva transferencia.

En las licitaciones privadas y pedidos de precios por montos no mayores de \$ 9.000.000 moneda nacional cuya adjudicación y respectivo contrato deba realizarse por las Direcciones interesadas, el plazo de mantenimiento de la propuesta será establecido en el Pliego de Bases y Condiciones.

Art. 23 — Cuando la Repartición aconseje la adjudicación a un proponente cuya oferta no sea la de menor monto, deberá fundamentarla teniendo en cuenta las bases y condiciones que específicamente serán insertas en el Pliego de Licitación. Dichas bases pueden ser: técnicas, económicas y/o de calificación de las empresas.

En caso de presentarse sólo una propuesta, la misma podrá aceptarse siempre que del estudio que realice la Dirección resulte su conveniencia a los intereses fiscales.

Art. 25 — Cuando el adjudicatario cometa la falta prevista en el artículo 25 de la ley, además de la pérdida del depósito de garantía será suspendido por el término de seis (6) meses a dos (2) años la primera vez, valorándose la intensidad de la pena por el Consejo de Obras Públicas, según los antecedentes del caso y correspondiendo la eliminación del Registro de Licitadores en caso de reincidencia.

Cuando proceda al pago de intereses por desistimiento debido a mora de la Administración Pública, éstos se liquidarán hasta el momento en que se disponga la devolución de las garantías por intermedio de la Provincia.

A tales efectos los contratistas que desistieran de acuerdo a la facultad establecida en el segundo párrafo del artículo 25 de la ley, podrán solicitar la liquidación de intereses sobre el importe de la garantía presentada, acompañando la constancia de la fecha en que se hubiera dispuesto su reintegro.

Con estos antecedentes la Dirección que tuvo a su cargo la licitación procederá a liquidarlos de oficio con cargo al crédito de la obra, sin perjuicio de iniciar las actuaciones tendientes a deslindar la responsabilidad de los funcionarios intervinientes, las que se remitirán a la Contaduría General de la Provincia.

Art. 26 — Las adjudicaciones y contratos que se celebren para la realización de obras o adquisiciones cuyo monto, excluidas las reservas de ley, no exceda de \$ 9.000.000 moneda nacional, serán suscriptos por los Directores de Repartición. Dentro de los cinco (5) días hábiles de firmada la adjudicación, se notificará personalmente por cédula o por telegrama colacionado al adjudicatario, quien deberá concurrir a la Repartición a firmar el contrato dentro de los treinta (30) días contados desde el siguiente al de notificación.

Art. 27 — Las obras por administración cuyo monto, excluidas las reservas de ley, no excedan de \$ 9.000.000 moneda nacional, serán autorizadas por el Director de la Repartición que ejecute las obras, las que superen dicho monto serán autorizadas por el Ministro.

La documentación correspondiente a una obra por administración constará de planos, cómputo métrico y presupuesto, memoria descriptiva y plan de ejecución.

Las obras de monto inferior a \$ 1.000.000 moneda nacional contarán con presupuesto y planos, pudiendo prescindirse de estos últimos cuando la naturaleza de los trabajos lo permita.

En las obras en curso de ejecución, cuando existan razones de urgencia que lo justifiquen, la adquisición de materiales, equipos, repuestos, herramientas y cualquier otro elemento, como así la contratación de mano de obra que fuesen imprescindibles para la prosecución de las obras, serán dispuestas y contratadas a los valores de plaza en las respectivas

oportunidades de acuerdo a lo que se establece en el artículo 70 de esta Reglamentación.

En igual forma podrán alquilarse equipos, vehículos, herramientas y demás elementos necesarios para la ejecución de obras, por tiempo o por trabajo.

Art. 70 — Todas las contrataciones y adquisiciones mencionadas en los párrafos 4º y 5º del artículo 67 se regirán por las disposiciones del régimen de contrataciones de la Ley de Contabilidad, excepto la intervención de la Dirección de Administración —artículo 146 inciso c), Ley 6.265— la que se realizará, en su lugar, por el propio profesional encargado de la obra, conforme a lo establecido en el artículo 72, inciso c) de la Ley de Obras Públicas y con cargo de oportuna rendición de cuentas.

Art. 72 — El profesional elevará mensualmente y dentro de los primeros diez (10) días del mes subsiguiente un informe de la marcha de la obra, del cumplimiento del Plan de Ejecución y un balance de inversiones.

La caja chica será de hasta \$ 90.000 moneda nacional. Su monto será fijado por resolución ministerial a propuesta de la Dirección. El profesional rendirá cuenta por lo menos cada 30 días.

Se considera que el cargo que desempeña el mismo constituye fianza suficiente.

Artículo 2º — Como consecuencia de lo dispuesto precedentemente, anúlase los apartados 26, 27, 28, 29 y 30 del artículo 15 del decreto 5.488/59.

Artículo 3º — Incorpórase al final del artículo 78 del decreto 5.488/59, lo siguiente: "Autorízase al señor Ministro de Obras Públicas a actualizar anualmente los importes en pesos moneda nacional contenidos en esta Reglamentación de la Ley de Obras Públicas en función de números índices del costo de vida obtenidos de la Dirección Nacional de Estadística y Censos".

Artículo 4º — El Ministerio de Obras Públicas ordenará el texto de la Reglamentación de la Ley de Obras Públicas 6.021 y rectificará las menciones que correspondan.

Artículo 5º — El presente decreto será refrendado por el señor Ministro Secretario en el Departamento de Obras Públicas.

Artículo 6º — Previa notificación del señor Fiscal de Estado, comuníquese, publíquese, dese al Registro y "Boletín Oficial".

Obras de Vialidad Nacional en la Provincia de Buenos Aires

MESES DE ABRIL, MAYO Y JUNIO DE 1968

PROYECTOS Y PRESUPUESTOS

Exp. 2.448-19-1968. Ruta 188. Tramo Pergamino-Roberto Cano. Sección km 76,700-km 77,500. Tramo experimental "Pergamino". Longitud, 800 metros. Obra por administración. Se aprueba el proyecto y presupuesto de 10.929.837 pesos moneda nacional y se autoriza a la Dirección Técnica para que licite la provisión de los materiales necesarios.

Exp. 2.642-L-1968. Avda. Gral. Paz. Sección km 0- km 24. Provisión de estructuras aporticadas para sostén en tablero de señales aéreas, soportes de aluminio, paneles modulares, señales chicas y sus correspondientes accesorios. Se aprueba el proyecto y presupuesto de pesos 43.530.000 % y se autoriza el correspondiente llamado a licitación pública.

Exp. 3.111-19-1968. Ruta Nº 191. Tramo San Pedro-Arrecifes. Sección km 13,100-km 62,800. Ejecución de carpeta de desgaste. Se aprueba el proyecto y presupuesto de \$ 220.473.000 % y se autoriza el llamado a licitación privada.

Exp. 3.169-19-1968. Ruta 7. Tramo Merlo-Luján. Sección km 31,800-km 65. Ensanche de calzada existente, carpeta restitución gálbo y carpeta de rodamiento de 5 cm espesor. Se aprueba el proyecto y presupuesto por pesos 292.605.000 % y se autoriza el llamado a licitación pública.

Exp. 3.421-19-1968. Ruta Nº 5. Tramo Nueve de Julio-Pehuajó-Trenque Lauquen. Sección kilómetro 319,5-km 441,8. Forestación. Se aprueba el proyecto y presupuesto de \$ 3.292.885 % y se autoriza el llamado a licitación privada.

Exp. 3.772-19-1968. Ruta 5. Tramo Cambaceres-Guanaco. Sección km 277-km 339. Bacheo,

tratamiento doble y reconstrucción de base. Se aprueba el proyecto y presupuesto de pesos 161.732.000 % y se autoriza el llamado a licitación pública.

Exp. 3.793-19-1968. Ruta 226. Tramo Olavarría-Bolívar. Sección km 335,4-km 379,8. Tratamiento bituminoso doble, previo bacheo. Se aprueba el proyecto y presupuesto de 62.911.000 pesos moneda nacional y se autoriza el llamado a licitación pública.

Exp. 4.535-19-1968. Ruta 227. Tramo Necochea-Lobería. Sección km 11,350-km 47,700. Construcción y traslado de alambrados. Se aprueba el proyecto y presupuesto de 10.414.048 pesos moneda nacional y se autoriza el llamado a licitación pública.

Exp. 4.756-19-1968. Ruta Nº 215. Tramo Loma Verde-Emplame Ruta Nº 3. Sección km 69-kilómetro 109,6. Ejecución de bacheo y carpeta y restitución de gálbo. Se aprueba el proyecto y presupuesto por la suma total de 93.013.000 pesos moneda nacional.

Exp. 4.757-19-1968. Ruta 215. Tramo La Plata-Empalme Ruta Nº 2. Sección km 12,3-km 26. Bacheo y carpeta restitución de gálbo en 3 cm de espesor promedio. Se aprueba el proyecto y presupuesto por la suma de 36.951.000 pesos moneda nacional y se autoriza el llamado a licitación pública.

Exp. 4.978-19-1968. Ruta 226. Tramo Mar del Plata-Balearce. Sección km 1,200-km 44. Bacheo y carpeta de enrase. Se aprueba el proyecto y presupuesto de \$ 138.074.000 %.

Exp. 5.162-19-1968. Ruta Nº 12. Tramo Zárate-Brazo Largo. Ejecución de estabilizado del riopío con asfalto especial E. L. Obra por admi-

nistración. Se aprueba el proyecto y presupuesto de \$ 22.000.000 %.

Exp. 6.169-19-1968. Ruta Nº 3. Tramo Azul-Chillar. Sección Empalme Ruta Nº 226-Chillar (km 306,8-km 360,5). Reacondicionamiento de camino existente. Se aprueba el proyecto y presupuesto por la suma total de 1.294.853.769 pesos moneda nacional y se autoriza el llamado a licitación pública.

LICITACIONES

Abril 22. Ruta 7. Tramo Moreno-Luján. Sección Gral. Rodríguez-Emp. Ruta 5. Obras básicas, pavimento y puente oblicuo de hormigón armado. \$ 1.167.901.599 %.

Abril 23. Ruta 197. Tramo San Fernando-José C. Paz. Sección Emp. Ruta 9-Emp. Ruta 8 (km 7,5-km 18,2). Ensanche en parte faltante y carpeta de enrase de 0,05 m de espesor. \$ 42.200.350 %.

Abril 23. Ruta 8. Tramo Pilar-San Antonio de Areco (km 53,3-km 57,3). Ejecución de ensanche y carpeta de desgaste. 2º llamado. Pesos 197.699.670 %.

Abril 24. Ruta 7. Tramo Ing. Silveyra-Chacabuco. Sección km 198,8-km 218. Construcción de carpeta de desgaste con mezcla tipo concreto asfáltico. \$ 57.386.220 %.

Abril 25. Ruta 1. Tramo Gutiérrez-La Plata. Sección km 37,2-km 55,4. Restitución de gálbo y carpeta de desgaste con mezcla concreto asfáltico. \$ 152.541.700 %.

Abril 29. Ruta 200. Tramo Las Heras-Navarro. Desagües. 2º llamado. \$ 24.872.950 %.

Mayo 15. Proyecto y construcción de la remodelación del cruce a nivel (rotonda) de la Av. Gral. Paz con la Av. de los Constituyentes. \$ 355.000.000 %.

Mayo 24. Ruta 5. Tramo Guanaco-Empalme Capitán Castro. Sección km 339-km 396 (Bacheo y tratamiento doble). \$ 66.774.500 %.

Mayo 27. Ruta 229. Tramo Bahía Blanca-Base Naval de Puerto Belgrano. Sección km 4,780-km 24,480 (Ensanche del actual pavimento y carpeta de restitución gálbo y de rodamiento con tosca arena asfalto). \$ 169.870.480 %.

Mayo 28. Ruta 227. Tramo Necochea-Lobería. Sección km 11,350-km 47,700 (Construcción y traslado de alambrados). \$ 8.261.950 %.

Junio 25. Ruta 3. Tramo Azul-Chillar. Sección Empalme Ruta 226-Chillar. Ejecución de reacondicionamiento del camino existente y ensanche de puentes. \$ 1.077.711.209 %.

Junio 25. Ruta 227. Tramo Necochea-Lobería. Sección Quequén-Lobería. Bacheo y tratamiento bituminoso tipo sellado. 2º llamado. Pesos 17.874.700 %.

Julio 2. Ruta 3. Tramos Tres Arroyos-Irene (km 495,300-km 537); Irene-Dorrego (km 537-km 593,064); Dorrego-Bajo Hondo. Sección Do-

rrego-Sauce Grande (km 593,064-km 633,300). \$ 14.272.180. Prolongación de alcantarillas.

Julio 5. Ruta 226. Tramo Olavarría-Bolívar. Sección km 335,4-km 379,8 (Tratamiento bituminoso doble previo bacheo). \$ 50.008.962 %.

Julio 11. Ruta 5. Tramo Cambaceres-Guanaco. Sección km 277-km 339 (Bacheo, tratamiento doble y reconstrucción de base). Pesos 128.745.200 %.

Julio 18. Ruta 215. Tramo La Plata-Empalme Ruta 2. Sección km 12,3-km 26 (Bacheo, carpeta restitución gálbo en 3 cm espesor promedio). \$ 31.956.350 %.

Julio 18. Ruta 7. Tramo Merlo-Luján. Sección km 31,800-km 65 (Ensanche de calzada existente, carpeta restitución gálbo y carpeta de rodamiento en 5 cm espesor). \$ 233.684.000 moneda nacional.

Julio 19. Ruta 226. Tramo Mar del Plata-Balearce. Sección km 1,200-km 44 (Bacheo y carpeta de enrase). \$ 109.819.600 %.

ADJUDICACIONES

Exp. 766-19-1968. Ruta a/n. Acceso al aeropuerto de Mar del Plata. Obras básicas y calzada de hormigón simple. Se aprueba el resultado de la licitación pública y se adjudica a la firma Tomás Guarín e Hijos, S. E. C. P. A. por un importe de \$ 17.616.399 %.

Exp. 882-19-1968. Ruta Nº 215. Tramo Etcheverry-Loma Verde. Sección km 27,7-km 68. Reconstrucción de losas de hormigón simple en 0,20 m de espesor. Se aprueba el resultado de la licitación pública y se adjudica a la firma Carner, Parma S. C. p. A. por la suma de \$ 31.498.400 %.

Exp. 1.963-19-1968. Ruta 7. Tramo Moreno-Luján. Sección General Rodríguez-Empalme Ruta 5. Ejecución de obras básicas, pavimento y puente oblicuo de hormigón armado. Se aprueba el resultado de la licitación pública y se adjudica a la firma Eduardo Sánchez Granel, por el importe de \$ 1.055.043.852 %.

Exp. 2.016-19-1968. Ruta 7. Tramo Ing. Silveyra-Chacabuco. Sección km 198,8-km 218. Construcción de carpeta de desgaste con mezcla tipo concreto asfáltico. Se aprueba el resultado de la licitación y se adjudica a la firma E. P. L. Y. C. S. C. A. en \$ 66.584.273 %.

Exp. 2.420-19-1968. Ruta 1. Tramo Gutiérrez-La Plata. Sección km 37,2-km 55,4. Restitución gálbo y carpeta de rodamiento con mezcla concreto asfáltico. Se aprueba el resultado de la licitación respectiva y se adjudica a la firma Industria Argentina de Construcciones y Urbanizaciones S. A. en \$ 155.699.660 %.

Exp. 2.601-V-1968. Ruta 3. Tramo Coronel Dorrego-Bajo Hondo. Puentes sobre arroyo Sauce Grande. Obras faltantes. Se adjudica directamente a la firma Colombo y Noceti Achával S. A. por la suma de \$ 37.339.690 %.

Exp. 4.532-V-1968. Ruta 9. Tramos km 77-km 127; km 127-km 177; km 177-km 227. Pintado de franjas separadoras de tránsito. Se adjudica directamente a las firmas Lumicot S. A. y Cleanosol Argentina S. A. por un importe de \$ 92.435.600 %.

Exp. 6.871-V-1967. Ruta 202. Tramo Vías del Ferrocarril Belgrano-Acceso Norte. Sección km 7.700-km 18.1. Ensanche de pavimento y construcción sobre el mismo de una carpeta de rodamiento con mezcla tipo concreto asfáltico. Se aprueba el resultado de la licitación pública y se adjudica a la firma Compañía de Obras Públicas y Civiles S. R. L. (COPYC), por la suma de \$ 86.869.450 %.

Exp. 9.084-10-1967. Acceso Norte a la Capital Federal. Ramal a Tigre. 2º Tramo (Progresivas 12.550-Prog. 17.212). Ejecución de obras básicas, pavimento y proyecto y construcción de un puente. Se aprueba el resultado de la licitación respectiva y se adjudica a la firma Iezzi Ottonello y Cia. S. R. L. en \$ 599.097.413 %.

Exp. 9.337-10-1967. Ruta Nº 200. Tramo Las Heras-Navarro. Ejecución de desagües. Se aprueba el resultado de la licitación pública y se adjudica a la firma conjunta Alejandro Goldenberg y Transporte Alsina S. R. L. por el importe de \$ 33.970.736 %.

Exp. 11.868-L-1967. Acceso Norte a la Capital Federal. Tramos: 1, 2 y 3. Pintado de franjas separadoras de tránsito con material termoplástico reflectante de aplicación en caliente. Obras faltantes. Se aprueba el resultado de la licitación pública y se adjudica a la firma Sintecol S. A. I. C. por el importe de \$ 11.494.000 %.

Exp. 12.413-10-1967. Ruta 197. Tramo San Fernando-Pacheco. Paso a Nivel de Estación Carupá. Construcción de obras básicas y pavimento. Se aprueba el resultado de la licitación y se adjudica a la firma Iezzi Ottonello y Cia. S. R. L. en \$ 27.120.770 %.

Exp. 13.075-10-1967. Ruta 197. Tramo San Fernando-José C. Paz. Sección km 7,5-km 18. Ensanche y carpeta de rodamiento con mezcla concreto asfáltico. Se aprueba el resultado de la licitación respectiva y se adjudica a la firma Smith Molina y Beccar Varela S. A. en \$ 44.253.550 %.

Exp. 14.098-L-1967. Ruta 33. Tramo Bahía Blanca-Tornquist. Sección La Vitícola-Tornquist (km 28-km 74). Tratamiento bituminoso tipo simple previo bacheo. Se aprueba el resultado de la licitación y se adjudica a la firma conjunta Vesago S. C. A. - Pavisaur S. E. C. P. A., por la suma de \$ 30.300.642 %.

Exp. 18.193-10-1967. Ruta Nº 8. Tramo Pilar-San Antonio de Areco. Sección km 34.500-km 37.388. Ensanche del pavimento y construcción de base de restitución gálibo y carpeta de rodamiento con mezclas asfálticas en caliente. Se aprueba el resultado de la licitación pública y se adjudica a la firma Cia. Sud Argentina de Construcciones S. A. I. y F. por la suma total de \$ 180.138.147 %.

RECEPCIÓN DE OBRAS

Exp. 560-G-1968 y agrega. Ruta 2. Tramo Camet-Mar del Plata. Sección km 399-km 404. Construcción de carpeta de desgaste con mezcla bituminosa. Contratista: I. A. C. U. S. A. S. A. Se aprueba el acta de recepción provisional.

Exp. 2.898-C-1968. Ruta s/Nº. Camino de unión entre el Aeropuerto Nacional de Ezeiza y la fábrica de uranio metálico. Mejora progresiva. Contratista Paolini Hnos. Se aprueba el acta de recepción definitiva.

Exp. 3.029-C-1968 y agrega. Acceso Sud Este a la Capital Federal. Primer tramo. Sección km 0,900-km 3,550. Construcción parcial de terraplenes y desagües. Contratista: Ecop S. A. e Ing. Carlos A. Bacigalupi S. A. Se aprueba el acta de recepción provisional.

Exp. 3.266-C-1968. Ruta Nº 3. Tramo Juárez-Tres Arroyos. Sección km 402-km 431. Ejecución de desagües. Contratista Vial Hidráulica S. A. Se aprueba el acta de recepción definitiva.

Exp. 3.279-C-1968. Ruta 22. Tramo Nicolás Levalle-Límite con La Pampa. Sección km 752-km 794 y Límite con La Pampa-Límite con Río Negro, km 794-km 858. Contratista Vialco S. A. Se aprueba el acta de recepción provisional.

Exp. 3.389-C-1968. Rutas Nos. 33, 249 y 252. Tramos Bahía Blanca-La Vitícola, Empalme Ruta Nº 3-Arroyo Pareja y Empalme Ruta 3-Grunbein. Contratista Decavial S. A. Se aprueba el acta de recepción definitiva.

Exp. 3.767-C-1968 y agreg. Ruta Nº 3. Tramo San Justo-Cañuelas. Sección km 22-km 64. Ejecución de desagües. Contratista Colombo y Noceti Achával S. A. Se aprueba el acta de recepción provisional.

Exp. 3.870-C-1968. Ruta Nº 2. Tramo Camet-Mar del Plata. (km 399 a km 404). Contratista I. A. C. U. S. A. Se aprueba el acta de recepción definitiva.

Exp. 3.962-C-1968. Ruta 7. Tramo Capital Federal-Merito. Sección 1º. Avda. Gral. Paz-Arroyo Morón. Contratista Ariel S. A. Se aprueba el acta de recepción definitiva.

Exp. 5.403-C-1968 y agreg. Acceso Sud Este a la Capital Federal. Puente sobre calle Morse en progresiva 4.173,48. Obras faltantes por administración. Contratista López Ubalde y Anacleto S. C. Se aprueba el acta de recepción provisional.

Exp. 7.498-L-1967. Ruta Nº 7. Tramo Chacabuco-Junín. Sección km 224-km 231. Provisión y colocación de mezcla tosca-arena-asfalto en caliente para bacheo y enrase. Contratista E. P. L. Y. C. S. C. A. Se aprueba el acta de recepción definitiva.

Exp. 14.499-C-1967. Ruta 3. Tramo Av. General Paz-Río Salado. Secc. km 110-km 111,253. Construcción de desagües. Contratista Peire Emp. Constructora de Obras Públicas S. C. A. Se aprueban las actas de recepción provisional y definitiva.

CONTRATOS FIRMADOS POR LA D.V.B.A.

MESES DE ABRIL A JUNIO DE 1968

O B R A	Partido	Contratista	Monto m\$.	Fecha
Reconstrucción de losas y toma de juntas en la ruta P-23, tramo Moreno-San Miguel.	Moreno y General Sarmiento	Angel Rafael Lombardi	9.592.000	1-4-1968
Mejoramiento en el camino Moreno al Las Heras-Luján, tramo acceso a puente Cañallares entre prog. kms 4,500 a 5,000.	Merlo	Segundo Raverta	3.856.800	5-4-1968
Reconstrucción de losas de hormigón en los caminos Avda. Molina Arrotoz-Avda. Lomas de Zamora y Camino de Cintura de la Capital Federal.	La Plata y La Matanza	Francisco Robustelli	21.925.000	8-4-1968
Construcción de alcantarilla tipo losa aportada en el camino Cañuelas-Uribelarrea, prog. km 5,200.	Cañuelas	Prates y Cia. S. C. por Acc.	3.448.000	16-4-1968
Construcción de un puente de hormigón armado a emplazarse sobre el canal "Villa Elisea" (colector de los arroyos "Carnaval" y Martín) y su cruce con el Camino Costanero a Punta Lara.	Ensenada	Vicente Montoro	34.557.861	16-4-1968
Reconstrucción del camino de acceso al Establecimiento Calera Avellaneda S. A., desde ruta provincial 76 (pavimento flexible).	Olavarría	C. E. N. I. T. S. A.	57.613.869	24-4-1968
Construcción de una alcantarilla tipo losa aportada en calles 524 y 12.	La Plata	Norberto Ramón Sampedro	1.316.000	24-4-1968
Construcción de un terraplén en el camino Ignacio Correa a ruta provincial 36 (Costa Sur).	La Plata y Magdalena	Amílcar Marucci	3.337.894	26-4-1968
Mejoramiento del camino acceso a Duggan ruta provincial 05-8 tramo ruta nacional 3-estación Duggan.	San Antonio de Areco	Segundo Raverta	7.796.000	29-4-1968
Transporte de conglomerado calcáreo sobre camión volcador destinado al mejoramiento del camino que une la estación Bartolomé Bavié con la ruta provincial 36 (Costa Sur).	Magdalena	Vicente Salvi hijo	5.277.334	2-5-1968
Reconstrucción de losas en la ruta provincial P-36, tramo La Plata-Costa Sur, con pavimento de hormigón de 3 metros de ancho y una longitud de 47,7 kilómetros.	La Plata y Magdalena	Paulino Tufano	5.142.000	2-5-1968

O B R A	Partido	Contratista	Monto m\$.	Fecha
Mejoramiento de los accesos Norte y Sur a Dolores, desde ruta nacional 2.	Dolores	Huinca S. en C. por Acc.	4.119.424	3-5-1968
Obras de mejoramiento en el camino Olavarría-Hinojo, por ruta 226, atravesando las localidades de Sierra Chica y Colonia Hinojo.	Olavarría	Marietti y Cia. S. A. C. I. F. y A. y C. O. D. I. S. A.	12.771.000	6-5-1968
Reconstrucción de terrapienes y acceso a obras de arte en el camino de acceso a Atucha desde la ruta nacional 9.	Zárate	Rubén A. M. Crippa	980.300	7-5-1968
Reconstrucción de alcantarillas aporticadas en el camino ruta provincial 11-Alvarez Jonte (III-65-1).	Magdalena	Italo Argentino Frigerio	2.733.500	8-5-1968
Transporte de conglomerado calcáreo sobre camión volcador destinado al mejoramiento del camino acceso a estación Arditi desde ruta provincial 11.	Magdalena	Vicente Sebas- tianelli	2.436.295	9-5-1968
Construcción de carpeta asfáltica en ca- llente en R. P. 10 - La Plata a R. P. 36 (calle 66).	La Plata	C. E. N. I. T. S. A.	12.570.980	13-5-1968
Mejoramiento del acceso a estación Gán- dara (27-16), tramo ruta nacional 2 esta- ción Gándara.	Chascomús	Huinca S. en C. por Acc.	22.346.160	14-5-1968
Reconstrucción de alcantarillas aporticadas de hormigón armado en el camino Arditi- Costa Sur, tramo I.	Magdalena	Enrique Paoletta	2.416.600	14-5-1968
Construcción de un puente de hormigón ar- mado sobre el Canal 9 en su cruce con el camino Pila-Casalina.	Pila	Pablo Censori	45.298.049	15-5-1968
Construcción de puente y terrapienes de acceso en camino ruta provincial 6 La Pla- ta-San Vicente, prog. km 11,055.	La Plata	Nicolás y Domín- go Terreri	12.025.451	15-5-1968
Transporte de conglomerado calcáreo sobre camión volcador destinado al mejoramien- to del camino estación Arditi a estación Bartolomé Bavo-ruta provincial 11.	Magdalena	Horacio Escofet	4.585.997	17-5-1968
Reconstrucción de losas y toma de juntas en la ruta provincial 77 tramo Miramar ruta provincial 88 y ruta provincial 88 tramo ruta provincial 77 arroyo Nutri Manza.	General Alvarado	Hamieto Carlos Peroncin	11.433.200	20-5-1968
Taponamiento de baches y tratamiento su- perficial tipo simple con emulsión catiónica en el camino Brandsen-Ranchos R. P. 29.	General Paz	Miguel Angel Lombardo	11.987.340	21-5-1968

O B R A	Partido	Contratista	Monto m\$.	Fecha
Refuerzo de estructura en la ruta provin- cial 88 tramo Monumento al Gaucho C. E. R. E. N. I. L.	General Pueyrredón	I. A. C. U. S. A.	10.985.884	28-5-1968
Obras de mejoramiento en la ruta provin- cial 57 tramo Lezama-(J. M. Cobo) Pila.	Chascomús y Pila	Schuett y Matta Const. y Pav. S. A.	30.124.960	29-5-1968
Reconstrucción de terrapienes y colocación de caños en alcantarillas de acceso a pro- piedades y caminos laterales en la ruta provincial 76-2.	Necochea	Schuett y Matta Const. y Pav. S. A.	4.669.490	29-5-1968
Reconstrucción de losas de hormigón sím- ple toma de juntas y/o grietas en pavi- mento de hormigón y toma de juntas en pavimentos de adoquines en el camino ruta provincial 49 (calle Pasco).	Quilmes y Lomas de Zamora	Paulino Tufano	4.110.000	30-5-1968
Reconstrucción de losas y toma de juntas en la ruta provincial P-74 tramo Las Armas- General Madariaga.	Maipú y General Madariaga	Vicente O. Di María	12.185.000	31-5-1968
Taponamiento de baches y tratamiento su- perficial bituminoso en el camino de Cir- cunvalación de Pehuajó.	Pehuajó	Huinca S. en C. por Acc.	5.939.100	5-6-1968
Construcción de Obras básicas, pavimento flexible y obras complementarias en el ca- mino Tres Arroyos-Ciudad de Bellocq.	Tres Arroyos	Eulogio José Fernández	375.075.005	11-6-1968
Obra financiada por el Ministerio de Obras Públicas:				
Construcción de la obra de pavimentación Nº 5 en las localidades de Mar de Ajó, San Bernardo y La Lucila del Mar (variante carpeta en caliente).	General Lavalle	Melloni y Cia. S. A. C. I. C. y F.	68.793.911	14-6-1968
Construcción y reconstrucción de alambra- do en el camino Villa Punta Lara.	Ensenada	Domingo Mari	663.500	14-6-1968
Construcción de 6 alcantarillas aporticadas de Hº Aº en el camino Ignacio Correa (R. P. 36), Costa Sur.	Magdalena	Italo Argentino Frigerio	6.840.200	19-6-1968
Obra financiada por el Ministerio de Obras Públicas:				
Construcción de la obra de pavimentación Nº 5 de la avenida General San Martín de Necochea.	Necochea	O. F. C. T. I. S. A. Soc. en Com.	71.440.540	24-6-1968
Obra financiada por el Ministerio de Obras Públicas:				

O B R A	Partido	Contratista	Monto mñ.	Fecha
Construcción de pavimento de hormigón simple y obras complementarias en la avenida Sadi Carnot-Iturraspe (enlace entre ruta nacional 8 y Capital Federal) desde la avenida Guido Spano hasta avenida Perdríel.	General San Martín	I. A. C. C. S. A. C. I. e I.	111.525.595	24-6-1968
Obras de mejoramiento de la ruta provincial 30 entre progresivas km 0,700 y 8,200 y del camino 61-9 entre progresivas km 0,000 a km 7,400.	Lobería	Schuett y Matta Const. y Pav. S. A.	6.300.000	25-6-1968
Ensanche de calzada de un puente sobre el arroyo Azul en el camino de acceso a la ciudad de Azul desde ruta provincial 51.	Azul	Enrique Paoletta	4.130.261	26-6-1968

ADQUISICIÓN Y PROVISIÓN CONTRATADA POR LA DIRECCIÓN

MOTIVO	FIRMA	Monto	Fecha
Adquisición de 40 Rastrojeros Diesel.	Dirección Nacional de Industrias Mecánicas del Estado (ex DINFIA)	49.750.000	13-5-1968
Provisión de 500.000 bolsas de cemento.	Loma Negra, Compañía Industrial Argentina, S. A.	209.500.000	17-6-1968

SECCIÓN CONTRATOS, agosto 14 de 1968.

PRINCIPALES OBRAS CON PROYECTOS ELEVADOS

PLAN VIAL EJERCICIO AÑO 1968. - DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS Y PROYECTOS

MESES DE MAYO, JUNIO Y JULIO DE 1968

Designación de la Obra	Long. km	Ubicación Partido	Tipo de Obra	Presupuesto Excl. Reserva mñ.	Fecha de Elevación
1. Puente s/Arroyo Saladillo. Camino que une Roque Pérez-Larre.		Roque Pérez	Constr. Puente Terr. accesos	20.997.705	2/5/968
2. Camino Pergamino - Bigand. I Tramo.	22,000	Pergamino	Obras Básicas y Pav. Flexible	489.008.239	22/5/968
3. Camino Pergamino - Bigand. II Tramo.	22,055	Pergamino Colón	Obras Básicas y Pav. Flexible	547.829.498	24/5/968
4. Camino Tandil - Ayacucho.	53,813	Tandil	Revest. Asfált. Reacond. Bang.	369.695.714	24/6/968
5. Acceso a Siderurgia de San Nicolás desde Ruta Nacional N° 9 (por Estación Sánchez).	3,167	Ramallo	Obras Básicas y Pav. Rígido	Var. "A" 131.451.160 Var. "B" 121.528.461	24/6/968
6. Camino Ayacucho - Las Armas. Tramos I y II.	66,097	Ayacucho	Repaviment. y ensanche	1.117.386.877	31/7/968

División Programación Vial, 13 de agosto de 1968.

LICITACIONES

DE LA DIRECCION DE VIALIDAD DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

MESES DE ABRIL, MAYO Y JUNIO DE 1968

4 DE ABRIL DE 1968

MOTIVO: Mejoramiento del camino de cintura (R. P. 4) y acceso a La Tablada (calle Crovara), partidos de Esteban Echeverría y La Matanza.

EXPEDIENTE: 2410-9.085/67.

PRESUPUESTO OFICIAL: \$ 19.954.800 %.

Proponente	Cotización
	mñ.
Marletti y Cía. y C. O. D. I. S. A. . . .	25.116.000

9 DE ABRIL DE 1968

MOTIVO: Reparación de pavimento de hormigón y construcción de desvíos en el camino R. P. 14-camino Centenario y de Cintura de La Plata, partido de La Plata.

EXPEDIENTE: 2410-43/68.

PRESUPUESTO OFICIAL: \$ 19.951.146 %.

Proponentes	Cotización
	mñ.
Gentile Leonardis S. C. P. A.	20.554.100
Angel Lombardi y O. Pennesi . . .	21.293.700
Carner, Parma y M. J. Martínez . .	22.505.418
H. O. Torre y P. González Landa	22.932.620

17 DE ABRIL DE 1968

MOTIVO: Construcción de espolerado para puente sobre arroyo Chasicó, en el camino Bahía Blanca-Darraguirra, tramo Chasicó Pelicorá, partido de Tornquist.

EXPEDIENTE: 2410-10.095/67.

PRESUPUESTO OFICIAL: \$ 2.336.092 %.

Proponentes	Cotización
	mñ.
Prates y Cía. S. C. A.	3.618.050
Vicente O. Di María	8.839.890

18 DE ABRIL DE 1968

MOTIVO: Construcción de cinco alcantarillas en el camino R. P. 11, tramo La Huella-acceso a Conesa, partido de Tordillo.

EXPEDIENTE: 2410-11.250/67.

PRESUPUESTO OFICIAL: \$ 19.208.888 %.

Proponentes	Cotización
	mñ.
Enrique Paoletta	14.365.563
Construcciones y Obras S. A. . . .	14.795.470
J. Roa y Cía	16.041.545
Vicente O. Di María	16.112.290
Fasolo Hnos. S. C. C.	16.457.532

José B. Zago	16.671.902
Oscar A. Díez	17.490.000
Haroldo Torre y Pedro G. Landa	17.541.982
Dovillo Manías	17.671.763
Arano y Donato S. C. C.	17.864.266
Eulogio A. Pereyra	Rechazada

19 DE ABRIL DE 1968

MOTIVO: Adquisición de 28 automóviles tipo sedán ítem 1, 9 automóviles de 140 H.P.; ítem 2, 19 automóviles de 100 H.P.

EXPEDIENTE: 2.410-806/68.

PRESUPUESTO OFICIAL: \$ 48.000.000 %.

Oferentes	Cotización
	m\$.n.
General Motors Arg. S. A.	32.968.762 ítem 2
Igarreta S. A.	16.650.000 ítem 1
Alternativa	17.892.000
Acor S. A.	34.751.000 ítem 1
Alternativa	36.100.000
Ika Renault S. A.	21.517.344 ítem 1
"	36.751.054 ítem 2
Alternativa A	34.533.849
Alternativa B	34.831.598
Alternativa C	35.087.414

22 DE ABRIL DE 1968

MOTIVO: Tratamiento bituminoso tipo doble, en el camino acceso a Monte Hermoso desde la ruta nacional 33 (R. P. 78), partido de Coronel Dorrego.

PRESUPUESTO OFICIAL: \$ 5.333.200 %.

EXPEDIENTE: 2.410-9.091/67.

Proponentes	Cotización
	m\$.n.
Miguel A. Lombardo	5.735.200
A. E. Orazzi y L. Pagella	5.641.400
Schuetz y Matta S. C. A.	6.432.000
Huinea S. C. P. A.	5.896.000
Marietti y Cía. y C. O. D. I. S. A.	5.896.000

23 DE ABRIL DE 1968

MOTIVO: Mejora progresiva de pavimento flexible en el camino R. P. 85, tramo Coronel Suárez-Las Colonias, partido de Coronel Suárez.

EXPEDIENTE: 2.410-11.333/67.

PRESUPUESTO OFICIAL: \$ 50.986.991 %.

Proponentes	Cotización
	m\$.n.
Oscar A. Zambano	48.422.450
Martínez y De La Fuente	50.400.369
Miguel A. Lombardo	60.749.618
Schuetz y Matta S. A.	69.751.515

24 DE ABRIL DE 1968

MOTIVO: Construcción de terraplén en el camino R. P. 11 a estación Alvarez Jonte, partido de Magdalena.

EXPEDIENTE: 2.410-11.011/67.

PRESUPUESTO OFICIAL: \$ 2.529.020 %.

Proponente	Cotización
	m\$.n.
Amílcar Marucci	2.626.730

29 DE ABRIL DE 1968

1. **MOTIVO:** Riego bituminoso tipo doble sobre el entosado construido en R. P. 71-4 acceso desde R. Nac. 7 al campo de deportes de la Liga de Padres de Familia de Mercedes.

EXPEDIENTE: 2.410-7.532/66.

PRESUPUESTO OFICIAL: \$ 2.082.400 %.

Proponentes	Cotización
	m\$.n.
Aldo E. Orazzi y L. S. Pagella ...	1.976.600
Ing. Civil Segundo Raverta	3.198.400
Huinea S. C. A.	3.309.000
H. O. Torre y P. González Landa ..	3.463.980

2. **MOTIVO:** Construcción de cordón cuneta y desagües en R. P. 14-calle Bustamante, partido de Lanús.

EXPEDIENTE: 2.410-684/68.

PRESUPUESTO OFICIAL: \$ 6.650.849 %.

Proponentes	Cotización
	m\$.n.
H. O. Torre y P. González Landa ..	9.277.055
Peiré Constructora Obras Civ. ...	9.431.050
Prata y Cía. S. C. A.	10.075.100
Vicente O. Di María	10.299.837

29 DE ABRIL DE 1968

MOTIVO: Construcción de carpeta asfáltica y ensanche en la ruta provincial 55-1, partido de La Plata.

EXPEDIENTE: 2.410-11.082/67.

PRESUPUESTO OFICIAL: \$ 66.298.318 %.

Proponentes	Cotización
	m\$.n.
Cenit S. A.	72.841.135
Gerónimo Rizzo	74.747.951
Vafch, Waingortin y Tesler	75.978.589

30 DE ABRIL DE 1968

MOTIVO: Adquisición de repuestos para motoniveladoras Huber Warco y motor G. M.

EXPEDIENTE: 2.410-9.650/67.

PRESUPUESTO OFICIAL: \$ 110.015.292 %.

Oferentes	Cotización
	m\$.n.
Minoli Ind. Mecánica S. A.	439.665
Track Mar S. R. L.	27.350.246
Terema S. A.	8.384.588
Larc S. C. p. A.	44.266.092
Piña Hnos.	2.850.780
General Motors Argentina S. A.	31.155.859
Caminos y Transportes S. A.	14.935.257
Je-Ma S. R. L.	15.253.170
Julio C. Molinari Dommareo	131.342.333
Al-Sa Repuestos S. C. A.	33.094.303
Inter Motor	843.060
Cap Hnos.	6.380.158
Italo Grassis y Cía.	4.474.613
Electrocam Ind. y Com.	5.568.400
Diesel Paris S. R. L.	55.722.397
Covema S. A.	5.802.081
Peltrex S. R. L.	2.212.940
Arpalsa Calpi S. A.	169.848.468
Acoma S. A.	2.117.625
Cía. Importadora de Aceros S. A.	1.977.500
Tehevi S. R. L.	35.842.705
Tecnierom Argentina S. A.	7.616.000

NOTA: Los precios consignados corresponden a cotizaciones parciales.

6 DE MAYO DE 1968

MOTIVO: Reconstrucción de base, bacheo y riego de sellado en el camino de acceso a Saavedra desde ruta nacional 33, partido de Saavedra.

EXPEDIENTE: 2.410-9.090/67.

PRESUPUESTO OFICIAL: \$ 4.263.959 %.

Proponentes	Cotización
	m\$.n.
Huinea S. C. p. A.	4.286.460
Aldo E. Orazzi y Luis S. Pagella ..	4.739.232
Schuetz y Matta S. A.	5.196.500

8 DE MAYO DE 1968

MOTIVO: Transporte de conglomerado calcarado sobre camión volcador para mejoramiento del camino de Acceso a La Balandra desde R. P. 11, partido de Magdalena.

EXPEDIENTE: 2.410-7.617/67.

PRESUPUESTO OFICIAL: \$ 2.339.190 %.

Proponentes	Cotización
	m\$.n.
Manoni y Dapia	1.520.473
Vicente Sebastianelli	1.534.528
Rubén Zamorano	1.715.406
Antonio D. Brea	2.245.622
Aldo Oddone	2.361.468
Transporte "La Plata"	3.118.920
Jorge Barbará	rechazada

13 DE MAYO DE 1968

MOTIVO: Reconstrucción de cinco alcantarillas aporticadas de Hº Aº en R. P. 36, tramo calle 520 a Progresivas km 9,000, partido de La Plata.

EXPEDIENTE: 2.410-681/68.

PRESUPUESTO OFICIAL: \$ 7.886.706 %.

Proponentes	Cotización
	m\$.n.
Construcciones y Obras S. A.	5.739.200
Norberto R. Sampedro	6.002.000
José B. Zago	6.170.000
Luis O. Villarreal	6.298.879
Antonino Russo	6.747.290
Guillermo A. Rabuffetti	7.082.316
Prates y Cía. S. C. A.	7.229.400
I. Becceacci y R. Estenssoro Araoz ..	7.245.200
Miguel Torres	7.853.395
Luis R. Carosio	8.674.000

20 DE MAYO DE 1968

MOTIVO: Obra N° 7, pavimentación del acceso al cementerio de General Pirán, partido de Mar Chiquita.

EXPEDIENTE: 2.410-5.938/67.

PRESUPUESTO OFICIAL: \$ 21.474.625 %.

Proponentes	Cotización
	m\$.n.
Antonio Forte	21.276.900
Haroldo O. Torre y Pedro G. Landa ..	25.952.380
Huinea S. C. p. A.	28.881.327

22 DE MAYO DE 1968

MOTIVO: Obras básicas y pavimento flexible en el camino de acceso a General Villegas, partido del mismo nombre.

EXPEDIENTE: 2.410-829/68.

PRESUPUESTO OFICIAL: \$ 49.655.167 %.

Proponentes	Cotización
	m\$.n.
Vicente Selim, Ingeniero civil	\$0.179.336
Variante: Tratamiento bit. triple ..	51.597.366

7 DE JUNIO DE 1968

MOTIVO: Ejecución de obras básicas y pavimento flexible en el acceso a General Pinto desde ruta nacional 188, partido de General Pinto.

EXPEDIENTE: 2.410-9.977/67.

PRESUPUESTO OFICIAL: \$ 50.761.365 %.

Proponentes	Cotización
	m\$.n.
Huinca S. C. p. A.	68.835.531,00
Segundo Raverta	69.546.037,00
H. O. Torre y P. González Landa	77.604.873,50
Schuetz y Matta	rechazada

12 DE JUNIO DE 1968

MOTIVO: Mejoramiento y repavimentación de las dos franjas laterales de la Av. Mitre, en el tramo comprendido por calle General Hornos (partido de Avellaneda) y calle Neuquén (partido de Quilmes).

EXPEDIENTE: 2.410-1.168/68.

PRESUPUESTO OFICIAL: \$ 112.868.750 %.

Proponentes	Cotización
	m\$.n.
Marietti y Cía. y C.O.D.I. S. A. ..	118.465.050
Cía. Gral. de Pavimentación S. A.	127.565.300

26 DE JUNIO DE 1968

MOTIVO: Transporte y descarga de conglomerado calcáreo desde la cantera oficial de Magdalena al camino Villa Elisa-Punta Lara, partidos de La Plata y Ensenada.

Sección Licitaciones

EXPEDIENTE: 2.410-3.348/68.

PRESUPUESTO OFICIAL: \$ 11.287.710 %.

Proponentes	Cotización
	m\$.n.
Venturino Hnos. S. A. I. C.	7.732.620
Horacio Escobet	8.785.980
Francisco Robustelli	9.456.300
Jorge Barbará	9.516.150
José M. García	9.755.550
Vicente Sebastianelli	9.851.310
Alfredo Vaccari	10.150.560
Manuel Frazao	10.290.000
Transp. La Plata, Bormapé Hnos.	11.910.150
Vicente Peduzzi	13.083.210
Bahillo Hnos.	15.321.600
Orazzi Hnos.	16.147.530

28 DE JUNIO DE 1968

MOTIVO: Construcción de un puente y dos alcantarillas aliviadoras sobre canal de desagüe de la laguna Las Toscas, en camino R. P. 30-Rawson, partido de Chacabuco.

EXPEDIENTE: 2.410-2.821/64.

PRESUPUESTO OFICIAL: \$ 10.357.971 %.

Proponentes	Cotización
Fasolo Hnos.	11,20 % de dismin.
José B. Zago	8,67 % " "
Cercatto y Cía.	7,2 % " "
Nicolás y D. Terreri	5,1 % " "
E. C. E. C. S. C. A.	5 % " "
Antonio Forte	4,20 % " "
A. R. Lombardi-O. Pennesi	1,8 % " aumento
Eulogio Pereyra	4 % " "
Construcciones y Obras ..	4 % " "
Roberto C. Mariani	5 % " "
Angel C. Rizzi	5,86 % " "
H. O. Torre y P. González Landa	6,70 % " "

Publicaciones de la Dirección de Vialidad

- Nº 1. *Pavimentación de las rutas nacionales Nos. 33 y 226*. Convenio entre la Dirección Nacional de Vialidad y la Dirección de Vialidad de la provincia de Buenos Aires, 1957.
- Nº 2. *Régimen de Coparticipación Vial para las Municipalidades*. Anteproyecto, reuniones preliminares. Decreto ley Nº 17.861 y decreto reglamentario Nº 21.280. 1957. 2ª ed. 1966. Agotada.
- Nº 3. *Régimen de Coparticipación Vial para las Municipalidades*. Anteproyecto, reuniones preliminares. Decreto ley Nº 21.280. 1957. 2ª ed. 1960. 3ª ed. 1966.
- Nº 4. *Clasificación de Materiales para subrasantes del Highway Research Board (H. R. B.), su correlación con el valor soporte de California e interpretación*. Dr. Celestino L. Ruiz. 1958. 2ª ed. 1960.
- Nº 5. *Estudio de la red primaria, secundaria y total de caminos de la provincia de Buenos Aires*. Ing. Enrique Hu-met. 1959. 2ª ed. 1964.
- Nº 6. *Vigas continuas con momento de inercia variable*. Ing. Ladislao J. Rozycki. 1959. Agotada.
- Nº 7. *Mesa redonda sobre el plan vial de la provincia de Buenos Aires, 1959-1963*. 1959. 2ª ed. 1961. Agotada.
- Nº 8. *Autarquía de la Dirección de Vialidad de la provincia de Buenos Aires*. Decreto ley Nº 7.823; decreto reglamentario Nº 17.486. Nueva Edición 1959. Agotada.
- Nº 9. *Primer Concurso de Trabajos Viales*. 1959. 2ª ed. 1962. Dimensionado de pavimentos flexibles de Texas y California y su comparación con el procedimiento del O. B. R. utilizada en la provincia de Buenos Aires. Ing. Jorge M. Lockhart. Método para determinar la homogeneidad de la mezcla en la construcción de bases y sub-bases de suelo-cemento. M. M. de Obras, Rodolfo A. Duarte. El estudio de los suelos para subrasantes. Criterio adoptado por el laboratorio de la D. N. B. A. Agrim. Carlos F. Marchetti.
- Nº 10. *Ley de caminos, cercas y tranqueras*. Nueva edición. 1960.
- Nº 11. *Concentración crítica de "Filler", su origen y significado en la dosificación de mezclas asfálticas*. Dr. Celestino L. Ruiz. 1960. 2ª ed. 1966.
- Nº 12. *Características físicas de los suelos y sus relaciones*. Ing. Víctor Carri. 1960. 2ª ed. 1966.
- Nº 13. *Segundo concurso de Trabajos Viales*. 1960. Agotada. Algo sobre la red vial de segundo orden de la provincia de Buenos Aires. Ing. Juan R. Villar. Costo de los usuarios de caminos en la provincia de Buenos Aires. Ing. Ernesto F. Weber y Agrim. Carlos A. Peña. Método de ensayo para obtener relaciones de humedad-densidad. Sr. Raúl O. Tejo. Rango de suficiencia para carreteras. Ing. Ernesto F. Weber.
- Nº 14. *Normas Técnicas de la Dirección de Vialidad de la provincia de Buenos Aires*. 2ª ed. 1961.
- Nº 15. *Alcantarillas Tipo*. Departamento Estudios y Proyectos. 1961. 2ª ed. 1966.
- Nº 16. *Nota sobre el comportamiento práctico de materiales "subnormales" para bases de pavimentos*. Dr. Celestino L. Ruiz. 1961.
- Nº 17. *Tercer Concurso de Trabajos Viales*. 1961. Agotada. Ensayo de estabilidad mediante el penetrómetro de cono. Ing. Félix J. Lilli. Bases de tosca: Una solución y un problema. Ing. Raúl G. de Souza. Hacia una reforma sustancial del régimen de adjudicaciones de obras viales por contrato. Dr. Julio A. Migon y Ing. Juan R. Villar. La influencia del agregado de cal a las mezclas de suelo-cemento. M. M. de Obras Rodolfo A. Duarte y Agrim. Carlos F. Marchetti. Índices de prioridad para la inversión de los fondos de conservación en la red pavimentada. Ing. Luis R. Luna. Predicción del tránsito vial en la República Argentina. Ing. Ernesto F. Weber y Agrim. Juan A. Bilbao. Alcantarillas prefabricadas. Inga. Luis R. Luna y Pedro García Gausi. La estabilización de suelos con cal en el Estado de Texas. Sus posibilidades en la provincia de Buenos Aires. Ing. Félix J. Lilli.
- Nº 18. *La estabilización de los suelos por medio del cemento*. Ing. R. Peltier. Traduc. 1962.
- Nº 19. *Consideraciones sobre la constitución, ejecución, comportamiento y degradación de las capas de base, por acción del tránsito pesado y la intemperie*. Ing. J. Durrieu. Traduc. 1962.
- Nº 20. *Introducción a la ingeniería de tránsito*. Ing. W. T. Jackman. Traduc. 1962.
- Nº 21. *Función del Laboratorio de Ensayo de Materiales en los Departamentos Viales de los Estados Unidos*. Agrim. Carlos F. Marchetti. 1962.
- Nº 22. *Promoción Vial Municipal. Encuesta sobre organización vial en las comunas*. Ing. Félix E. Poggio. 1962. Agot.
- Nº 23. *Diseño estructural de pavimentos flexibles*. Ing. Félix J. Lilli. 1962.
- Nº 24. *Interpretación osmótica del hinchamiento de los suelos expansivos*. Dr. Celestino L. Ruiz. 1962.
- Nº 25. *Previsiones para la seguridad y rapidez del tránsito*. Ley 6.312. 1962. Agotada. Actualizada por Pub. Nº 59.
- Nº 26. *Grandes rutas del Plan Vial 1959-1963*. 1962. Agotada.
- Nº 27. *Problemas de la adhesividad en la técnica de los revestimientos carreteros*. Ing. Jacques Bonitzer. 1962.
- Nº 28. *Cuarto Concurso de Trabajos Viales*. 1962. Determinación de los vacíos en las mezclas asfálticas en forma directa. Agrim. Pedro R. Sosa y T6c. Quím. Norberto O. Ferrari.

- Investigación de las desviaciones individuales entre operadores y su comparación con un operador automático en las medidas del ensayo Marshall.* Agrim. Julián Ruiz.
- Interpretación del ensayo "Ecuivalente de arena".* M. M. de Obras Rodolfo A. Duarte y Agrim. Carlos F. Marchetti.
- Hormigón pretensado. Tentativas, recomendaciones y aplicación.* Ing. Pedro García Gausi.
- El camino de tierra y su circunstancia bonaerense.* Ing. Juan R. Villar.
- Apuntes sobre mantenimiento preventivo de máquinas viales.* Sres. Alberto R. Cangelosi y Pedro S. Cuomo.
- Nº 29. *Segundo Simposio del Equipo Vial.* 1962.
- Nº 30. *Consideraciones acerca de la reunión internacional sobre diseño estructural de pavimentos flexibles, realizado en Ann Arbor, Michigan, E.E. UU.* Dr. Celestino L. Ruiz. 1963.
- Nº 31. *Distribución del tránsito.* Rodolfo A. Montalvo. 1963.
- Nº 32. *Inspección de materiales con detectores electromagnéticos.* Ing. Rafael S. Blanco y Jacobo V. Dreizen. 1963.
- Nº 33. *Vigas continuas con momento de inercia variable de sección a sección del mismo tramo.* Ing. José Petrucci. Año 1963.
- Nº 34. *Mesa redonda sobre banquetas. Trabajos, experiencias, investigaciones.* 1962.
- Nº 35. *Observaciones sobre las exigencias y contralor de la compactación de las subrasantes.* Dr. Celestino L. Ruiz. Año 1963.
- Nº 36. *Puente arco laminar rígido.* Ings. César J. Luisoni y Adolfo A. Giacobbe. 1963.
- Nº 37. *Catálogo de la Biblioteca Técnica René A. Fénix.* 1963.
- Nº 38. *Quinto Concurso de Trabajos Viales.* 1963.
- Tramos experimentales de bases construidas con granito desintegrado.* Ings. Félix J. Lilli y Reynaldo R. Barrientos.
- Superficies extraídas del estudio y comienzo de construcción de una obra cuyo llamado a licitación fue hecho por el procedimiento denominado "Tabla de Valores de Precios Unitarios".* Ing. José M. Kenny.
- Estudio de la correlación entre las medidas de estabilidad de suelos finos obtenidas en los ensayos de Valor Soporta California (C. B. R.) y penetrómetro de cona.* Sr. Roberto T. Santángelo.
- Aprimensura vial. Métodos en relacionamiento y planialtimetría.* Agrim. Edgardo A. Rothsche.
- Costos unitarios de transporte sobre camiones.* Ing. Matías Yuffe y Agrim. Norberto Lamotta.
- Bases para un proyecto de especificaciones sobre motoniveladoras.* Ings. Jacobo V. Dreizen y Rafael S. Blanco.
- Influencia de las características del suelo en la dosificación de mezclas de suela-cemento. Mapa tentativo de los porcentajes óptimos de cemento para la dosificación de mezclas de suela-cemento en la provincia de Buenos Aires.* Sres. Adolfo H. Delorenzo y Omar R. Ocampos.
- Hacia un horizonte.* Ing. Eduardo A. Petrucci y Sr. Carlos Novoa.
- Ensayo sobre el tránsito de la ciudad de Bahía Blanca.* Sr. Juan Lia.
- Obras licitadas por el Sistema de Tobías.* Ings. Roberto Meneses y Horacio Claudio.
- Nº 39. *Seccos a centros urbanos.* Ing. Eduardo A. Petrucci. 1964.
- Nº 40. *Programación de obras y proyectos por el método P.E.R.T. "Critical Path Method".* Ing. Juan M. M. Corvalán. 1964. Agotada.
- Nº 41. *Construcción de caminos por el sistema de peaje.* Ing. José D. Luxardo. 1964. Agotada.
- Nº 42. *Tipos y causas de fallas en los pavimentos de carreteras.* Ing. F. N. Hreem, Traduc. 1964.
- Nº 43. *Problemas de diseño y comportamiento de pavimentos en la provincia de Buenos Aires.* Ings. Jorge M. Lockhart y Félix J. Lilli. 1964.
- Nº 44. *Alcantarillas prefabricadas para obras de arte menores.* Ings. Luis R. Luna y Pedro García Gausi. 1964.
- Nº 45. *Sexto Concurso de Trabajos Viales.* 1964.
- Análisis crítico del Régimen de Coparticipación Vial Municipal de la provincia de Buenos Aires.* Ing. Juan R. Villar.
- Las soluciones para la reconstrucción de los pavimentos de hormigón y el problema de las cargas de la estructura vial.* Ing. Luis A. Cardozo.
- El uso del amianto como "filler" en las mezclas asfálticas de tipo superior.* Téc. Quím. Norberto O. Ferrari.
- La Contribución de Mejoras en la Ley de Vialidad de la provincia de Buenos Aires.* Agrim. Juan A. Urrutia.
- Estudio sobre volúmenes de tránsito en caminos de la red vial de la provincia de Buenos Aires.* Agrim. Juan A. Bilbao y Emilio Bandel.
- Hormigón pretensado. Algunas secciones típicas de hormigón pretensado.* Ing. Pedro García Gausi.
- La red troncal vial de la provincia de Buenos Aires.* Agrim. Carlos D. Craig.
- Nº 46. *Presentación y comentarios sobre los Diagramas Shell 1963 para el diseño de pavimentos flexibles.* Dr. Celestino L. Ruiz. 1964.
- Nº 47. *Hormigón pretensado. Tentativa, recomendaciones y aplicación.* Ing. Pedro García Gausi. 1964.
- Nº 48. *Criterio de calidad y bases para la adquisición de calce destinadas a la corrección y estabilización de suelos.* Ing. Félix J. Lilli. 1965.
- Nº 49. *Sobre el cálculo de espesores para refuerzo de pavimentos.* Dr. Celestino L. Ruiz. 1965.
- Nº 50. *Apuntes sobre mantenimiento preventivo de máquinas viales.* Sres. Alberto R. Cangelosi y Pedro S. Cuomo. 1965.
- Nº 51. *La utilización de las arenas con ligantes bituminosos.* Ing. Victorio Lelú. Traduc. 1965.
- Nº 52. *Algunas normas para la selección del tipo de intersección a diferente nivel.* Ing. Juan M. M. Corvalán. 1965.
- Nº 53. *II Congreso Vial Municipal. 153 panencias, 38 monografías, 14 peticiones, etc., discusiones.* 1965.
- Nº 54. *Canalización de intersecciones a nivel.* Ing. Juan M. M. Corvalán. 1965.
- Nº 55. *Interpretación de las fallas de las carpetas asfálticas por resiliencia. Influencia de la fase gaseosa en el comportamiento bajo carga de los materiales compresibles.* Dr. Celestino L. Ruiz. 1965.
- Nº 56. *Séptimo Concurso de Temas Viales.* 1965.
- Estudio de velocidades en caminos de la provincia de Buenos Aires.* Ing. Mario J. Leiderman y Agrim. Juan A. Bilbao.

- Estudio sobre limitación de velocidad en la ruta provincial Nº 78.* Téc. Juan Lia.
- Hormigón pretensado. Superficies y alcances.* Ing. Pedro García Gausi.
- Aprimensura vial. Taquimetría y triangulación.* Agrim. Edgardo A. Rothsche.
- Igualdad de dos métodos de análisis económicos.* Alumnos Escuela Ingeniería de Caminos, 5ª Promoción.
- Sobre mejoramiento y consolidación de caminos de tierra.* Ing. Luis A. Cardozo.
- La expropiación.* Sr. Osvaldo D. García.
- Nº 57. *Interpretación del ensayo Marshall. Relación estabilidad-fluencia. Su aplicación a las mezclas asfálticas no convencionales y al criterio de calidad.* Dr. Celestino L. Ruiz. 1966.
- Nº 58. *Ley General de Expropiaciones Nº 5.708. 1966.* Agotada. Actualizada por Public. Nº 73.
- Nº 59. *Ley Nº 6.212. Previsiones para la seguridad y rapidez del tránsito en la Prov. de Buenos Aires.* 1966.
- Nº 60. *Tendencias actuales en la construcción de puentes.* Ing. Adolfo A. Giacobbe. 1966.
- Nº 61. *Acercos del cálculo de los pilotes y paredes empotrados en el suelo, según el Prof. Smitko.* Dr. Ing. Christow Christow. 1966.
- Nº 62. *La disminución del fondo de caminos.* Dr. Julio A. Migoni. 1966.
- Nº 63. *Sistemas de transporte urbano y normas para su funcionamiento.* Ing. Armando García Baldizzone. 1966.
- Nº 64. *Cuarto Simposio del Equipo Vial. Cinco artículos sobre el tema.* 1966.
- Nº 65. *Autopistas. Soluciones para sus intersecciones.* Ing. Juan M. M. Corvalán. 1966.
- Nº 66. *Octavo Concurso de Temas Viales.* 1966.
- Hacia una posible incorporación de ensayos y métodos modernos de diseño a los laboratorios de obras.* Ingeniero Carlos Francisco.
- Algunas soluciones a los problemas que plantea la determinación de la densidad de equilibrio en base al método de la razón de compactación.* Proyecto de norma. Ing. Roberto T. Santángelo.
- Iluminación en intersecciones.* Ing. Horacio Claudio.
- Los fenómenos hipnóticos como causa de accidentes de tránsito.* Dr. Isaac M. Glizer.
- Determinación de la resistencia al deslizamiento en los caminos pavimentados de la red provincial.* Agrim. Norberto Yáñez.
- Hormigón pretensado. Deformaciones e interpretaciones.* Ing. Pedro García Gausi.
- Nº 67. *Tránsito. Consideraciones, estudios y análisis técnica del reordenamiento de la ciudad de Bahía Blanca.* Técnico Juan Lia. 1967.
- Nº 68. *Construcción de caminos en E.E. UU. y Canadá.* Ing. Luis R. Luna. 1967.
- Nº 69. *Diagramas. Líneas de influencia y momentos flectores en vigas continuas y estructuras apuntadas.* Dr. técnico Wilhelm Valentín. 1967.
- Nº 70. *Equipamiento vial a las comunas.* 1967.
- Nº 72. *Consortios camineros. Decreto 4.876/67.* 1967.
- Nº 73. *Ley General de Expropiaciones Nº 5.703/62 y sus modificaciones.* 1967.
- Nº 74. *Vigas continuas y estructuras apuntadas. Ejemplos analítico-numéricos de cálculo.* Ing. Ladislao Rozycki. Año 1968.
- Nº 75. *Algunas soluciones a los problemas que plantea la determinación de la densidad de equilibrio en base al método de la razón de compactación.* Ing. Roberto T. Santángelo. 1967.
- Nº 76. *Noveno Concurso de Temas Viales.* 1967.
- Análisis del proyecto de mezclas para bases granulares cementadas. Fundamentos para fijar un criterio de calidad.* Ings. Nancy Villabona de Suárez y Roberto T. Santángelo.
- Necesidad de recursos constantes para financiar la obra vial en la provincia de Buenos Aires.* Cont. Julio R. Frodes y Sr. Héctor E. Toffoletti.
- Patología Vial.* Dr. Isaac M. Glizer.
- Hormigón pretensado. Razón e interpretación de las experiencias de orientación para medir las deformaciones sobre probetas...* Ing. Pedro García Gausi.
- Nº 77. *Vigas empotradas en ambos extremos y viga continua de cinco tramos con momentos de inercia variables.* Ing. Ladislao J. Rozycki. 1968.
- Nº 78. *Recubrimientos de hormigón.* Ing. Mario E. Aubert. 1966.
- Nº 80. *Predicciones de tránsito para obras vias financiadas por el sistema de peaje.* Ing. Ezequiel Ogueta. 1968.
- OTRAS EDICIONES**
- Plan vial de la provincia de Buenos Aires, año 1959-1963. Tomos I y II. Síntesis, memoria, descripción, factores considerados, longitud, red primaria y secundaria, computaciones, estudio económico, tránsito, índices económicos, obras. 1ª, 2ª y 3ª ed.*
- Primer Simposio Técnico de Banquetas.* 1959.
- Segundo Simposio de Banquetas.* 1960.
- Normas Técnicas de la Dirección de Vialidad de la provincia de Buenos Aires.* 1961.
- Primer Simposio del Equipo Vial.* 1960. Agotada.
- Cálculo gráfico de cotas medias de base de terraplén y préstamos.* Ing. Mario A. Fornari. 1936.
- Planillas para cálculo de movimientos de tierra.* 1936.
- Trasado de curvas espirales.* Ing. Mario A. Fornari. 1936.
- La Zona Escuela de la Dirección de Puentes y Caminos de la Provincia, en Mercedes.* Ing. Lauro O. Laura. 1934.
- Día del Camino.* 1960.
- Revista "Vialidad", trimestral, números 1 al 44.*
- Boletín Bibliográfico, mensual, números 1 al 134.*
- EN PREPARACION**
- Nº 71. *Autoría La Plata-Buenos Aires. Puente sobre el Riachuelo y viaductos adyacentes.*
- Nº 79. *Métodos y normas de diseño de plazas de peaje.* Ing. Ezequiel Ogueta.
- Nº 81. *Organización y administración de entes de peaje.* Ing. Ezequiel Ogueta. 1968.
- Nº 82. *Tablas de funciones hiperbólicas del 0,001 al 10.000.* Dep. Estudios y Proyectos. 1968.